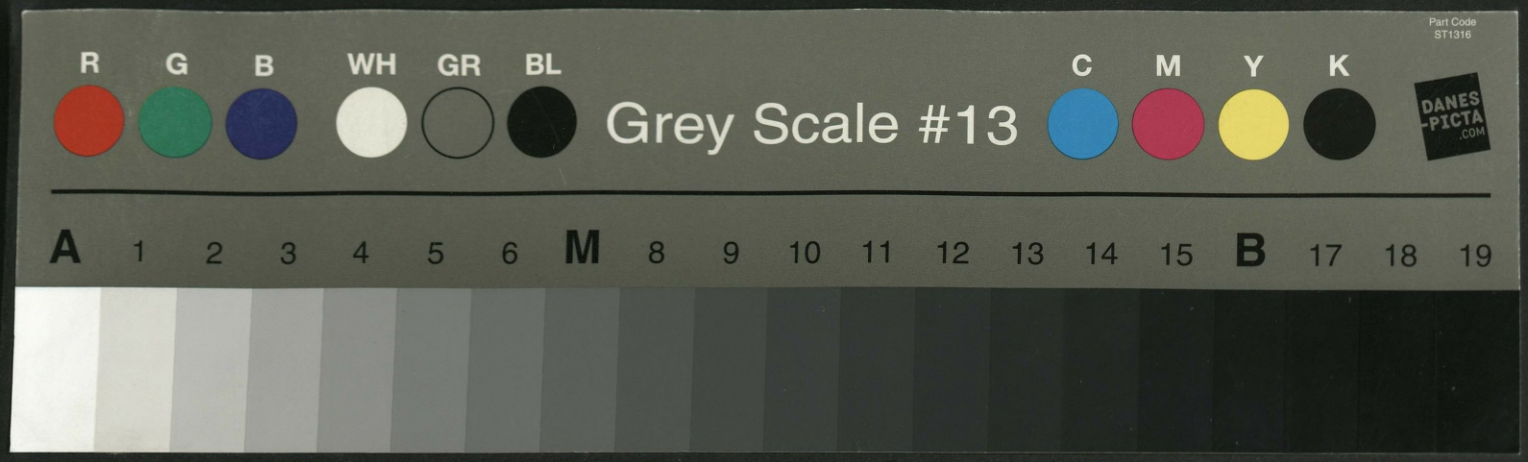


WEHRCHEMIE

Als Dezimalklassifikation der Feuer-, Explosions-, Nebel-, Rauch-, Giftkampf-Momente

Von

Dr. Langhans

VERLAG „OFFENE WORTE", BERLIN W 35



WEHRCHEMIE

Als Dezimalklassifikation der Feuer-, Explosions-, Nebel-, Rauch-, Giftkampf-Momente

Von

Dr. Langhans

VERLAG „OFFENE WORTE", BERLIN W 35

WEHRCHEMIE

als Dezimalklassifikation der Feuer-, Explosions-, Nebel-, Rauch-, Giftkampf-Momente

Von

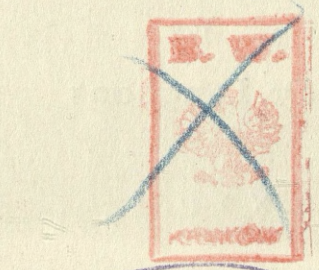
Dr. Langhans

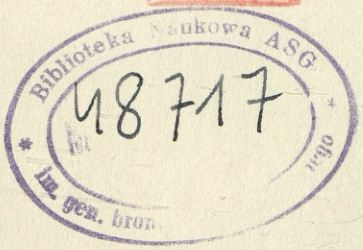
XXII.7.

VERLAG „OFFENE WORTE", BERLIN W 35

II 9844 III

Copyright 1937 by Verlag „Offene Worte", Berlin W 35.
Printed in Germany.
Alle Rechte, namentlich das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.





VORWORT.

Feuer und die damit verbundenen Verbrennungserscheinungen haben von jeher das Interesse der Menschen erweckt. Die Beherrschung der Feuererzeugung war Vorbedingung für die Kulturentwicklung, der scheinbar so einfache und doch so verwickelte Ablauf der Verbrennung zog immer wieder die Wissenschaft in seinen Bann.

Die wissenschaftliche Aufklärung des Vorganges blieb dem Chemiker vorbehalten, da die Grundreaktion eine Stoffumwandlung ist und die für chemische Prozesse brauchbarste Energieform immer die durch Verbrennung erzielbare Wärmeenergie sein wird. Im Bestreben, restlos alle Momente der Verbrennung zu erfassen, begegneten sich Chemiker, Physiker und Ingenieur; sie bauten Erfahrungen aus, die zum Explosionsmotor, zu Schießwaffen, zu Schieß- und Sprengmitteln führten.

Die Wehrtechnik muß die gesamte Chemie, auch die physikalische Chemie, zu ihrer Unterstützung heranziehen; denn überall, wo es sich um materielle Stoffe, also z. B. um Metalle, Holz, Faserstoffe handelt, ist Darstellung, Untersuchung usw. Angelegenheit der chemischen Forschung. Aus diesem Gesamtgebiet läßt sich aber eine einheitlich geschlossene Wehrchemie herausheben als die Chemie, durch die sich wie ein roter Faden ein einziger Begriff hindurchzieht: das Feuer mit seinen sämtlichen Momenten! (Verfasser möchte in diesem Sinne die Wehrchemie geradezu als Feuer-All-Chemie bezeichnen, um anzudeuten, daß sie, angefangen bei der historischen Al-Chemie, alle Momente des Feuers umfaßt.)

Bedeutsam ist, daß gerade die Wehrtechnik fast alle mit der Verbrennung zusammenhängenden Begriffe in die Praxis umgesetzt hat, wobei sie sich mehr der zerstörenden als aufbauenden Wirkungen des Feuers bediente. Das griechische Feuer, später das Schwarzpulver, dienten ursprünglich als solche oder in Brandbomben als Brandmittel, gegen welche Feuerschutz wie Löschmittel ins Leben gerufen werden mußten; durch Ausnützung gesteigerter Verbrennungsgeschwindigkeit entwickelten sich Schieß- und Sprengmittel! Neben altgewohnten Zündmitteln wurden neue, darunter Sprengzündmittel, entdeckt, die sichtbaren Erscheinungen der Verbrennung fanden ihre Anwendung in Leucht- und Signalmitteln, während die Raucherscheinung zu den tarnenden Rauch- und Nebelmitteln überleitet. Von diesen ist nur ein kleiner Schritt bis zu chemischen Kampfmitteln, bezw. zum Gasschutz, die ihrerseits in der Atmung eine dunkle Oxydation in sich begreifen. Eine eingehendere Kenntnis der Explosivstoffe scheint mit Rücksicht auf die Wehrhaftmachung eines Volkes geboten, aber auch aus dem Grunde gerechtfertigt, weil Sprengstoffe als Repräsentanten von Systemen größerer Leistungsfähigkeit, als sie sonst Maschinen hergeben hönnen, für das Kulturleben unentbehrlich geworden sind: man braucht ihrer verheerenden Wirkung im Kriege nur ihre segensreiche in bezug auf Tunnel- und Kanalbau, auf Bodenveredlung in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben, auf Gewinnung von Bodenschätzen gegenüberzustellen.

Die Wehrchemie als Chemie des Feuers, der Explosion, des Giftkampfes begreift in sich eine Fülle von chemischen und physikalischen Momenten, deren systematische Ordnung bei dem dauernden Anwachsen der Literatur geboten erscheint. Eine solche Ordnung von Bestand kann nur durch eine

Dezimalklassifikation erzielt werden, wie solche auch auf anderen Gebieten bereits zu zentraler Organisation geführt hat[1]).

Verfasser hat deshalb das ganze Gebiet nach logischen Gesichtspunkten in 10 Abschnitte, jeden Abschnitt in 10 Kapitel, jedes Kapitel in 10 Teile zerlegt, die ihrerseits wiederum in 10 oder mehr Nummern aufgeteilt werden können. In diese Klassifikation lassen sich sämtliche Momente der Wehrchemie als einer Feuer-All-Chemie mühelos einordnen und ergeben dadurch eine **vollkommene Systematik** dieser chemischen Spezialwissenschaft!

Diese logische Zusammenfassung der Wehrchemie ist in sich geschlossen im Gegensatz zur Form eines alphabetischen Wörterbuches[2]). Ein am Schlusse zusammengestelltes alphabetisches Verzeichnis von ungefähr 10000 Stichworten ermöglicht leicht das Auffinden jedes wehrchemischen Begriffs oder Ausdrucks. Jeder Begriff kommt an mindestens zwei verschiedenen Stellen, unter verschiedenem Gesichtswinkel betrachtet, vor; dadurch wird die Basis für den Gesamtaufbau verbreitert. Überall ist der Zusammenhang mit den einzelnen Teilen durch Einfügen der entsprechenden Nummern im Text aufrechterhalten.

Alle an Momenten des Feuers, der Explosion oder des Giftkampfes interessierten Kreise finden die sie direkt betreffenden und alle mit diesen zusammenhängenden Tatsachen, Beobachtungen, Probleme, Fragen in logischem Zusammenhang geordnet vor. Vor allem Bearbeiter irgendwelcher Aufgaben aus dem Gebiet der Wehrchemie: der wissenschaftliche Wehrchemiker, der Sprengstoffchemiker, der Giftkampfforscher, der Ballistiker, der Dozent oder Lehrer für wehrchemische Fragen, Angehörige des aktiven Heeres, vor allem Feuerwerker, aber auch der Zivilsprengstoffchemiker, der Raketenfachmann, der Lustfeuerwerker, die Feuerwehr, der Luftschutz, Motoreningenieure, Dozenten und Lehrer für allgemeine Chemie an Hochschulen und Schulen aller Art, der Zündmittelfabrikant, der giftsachverständige Physiologe usw. werden Nutzen aus vorliegender Darstellung ziehen können; denn sie können sich mit ein paar Blicken darüber unterrichten, welche Momente bei Spezialarbeiten im Auge zu behalten sind, auf welchen Gebieten, nach welchen Richtungen hin eine spezielle Weiterarbeit benötigt wird, mit welchen Nachbargebieten ein Zusammenhang hergestellt werden kann.

Verfasser übergibt hiermit die Dezimalklassifikation der Öffentlichkeit in der Hoffnung, auf dem genannten Wege eine systematische Zusammenarbeit auf allen genannten Gebieten in einem Rahmen von unbegrenzter Dauer herbeiführen zu können[3]). Für Wünsche oder Anregungen aus dem Leserkreis wird Verfasser dankbar sein.

Für die sorgfältige Ausstattung des Werkes ist Verfasser dem Verlag zu großem Dank verpflichtet.

April 1937. Dr. Langhans.

---

[1]) U. a. sei genannt z. B. ATM = Archiv für technisches Messen, herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Keinath.

[2]) Vgl. dazu das Handbuch der neuzeitlichen Wehrwissenschaften (Verlag Walter de Gruyter u. Co., Berlin, Leipzig), welches die Form eines alphabetischen Wörterbuches hat.

[3]) Vrf. ist mit Abfassung eines auf vorliegender Dezimalklassifikation aufgebauten Handbuches „Wehrchemie im Experiment" beschäftigt, dessen Bearbeitung er sich vorbehalten möchte.

Vgl. dazu: Langhans: Feuer, eine kulturhistorische Studie in 30 Streiflichtern, Sonderbeilage zur Zeitschr. f. d. Schieß-Sprengstoffwesen 1937.

Einleitung.

Verbrennungen stellen zum Teil recht komplizierte Vorgänge dar, wodurch eine gewisse Schwierigkeit bezgl. der logischen Unterteilung bedingt ist. Als zweckmäßig erweist sich die Kennzeichnung: aktive, passive Brennstoffe. Dabei werden unter ersteren solche die Verbrennung fördernden Elemente bzw. Stoffe, also von Elementen Sauerstoff (Luft), Halogene, Schwefel, Selen, Tellur, Phosphor (Stickstoff?), Arsen, Antimon, Silicium Bor, d. h. durchweg negative, verstanden, während die durch sie zur Verbrennung gebrachten Stoffe als passive angesehen werden. Hieraus ergibt sich, daß einige Elemente, wie Schwefel, Phosphor usw., sowohl aktiven wie passiven Charakter tragen.

Für die weitere Einteilung maßgebend sind die passiven Stoffe, die möglichst nach dem periodischen System eingeordnet werden; wo es sich um Mischungen, Verbindungen handelt, werden diese bei der jeweils letzten Komponente besprochen. Diese Stoffe werden nun in ihrer Reaktion mit obengenannten Aktivbrennstoffen vorgeführt, im Anfangsabschnitt mit Sauerstoff jedoch nur insoweit, als es sich um reine Verbrennungen, nicht um Explosionen dreht. Letztere tauchen erst im folgenden Abschnitt auf, wo die Geschwindigkeitssteigerung maßgeblich wird. Flüssiger Sauerstoff, gleichbedeutend mit flüssiger Luft, erscheint erst im 2. Abschnitt, weil daraus hergestellte Mischungen bereits zu praktisch verwendeten Sprengstoffen gehören.

Für die Einteilung wird die Dezimalklassifikation mit drei Ziffern benutzt:

Es bedeuten die

1. Ziffer: **A**bschnitt, Abteilung	(0 bis 9)
2. Ziffer: **K**apitel	(00 bis 99)
3. Ziffer: **T**eil	(000 bis 999)

Die einzelnen Teile werden je nach Bedarf in Nummern zerlegt.

Abkürzung für Nummer = Nero, daher Merkwort: **Acte-Nero.**

A = Abteilung oder Abschnitt,
C = Kapitel,
T = Teil.

Die Ziffern erscheinen sowohl im Text wie im Inhaltsverzeichnis. Letzteres wird daher auch bei späterer Einschiebung von neuen Nummern stets dieselben Ziffern behalten.

Abschnitt 0: Passive Brennstoffe, Nichtmetalle, Metalle, Kohlenstoff, einheitliche Kohlenstoffverbindungen, Phytostoffe, Zoostoffe.

Verbrennung ist eine durch Licht- und Wärmeentwicklung = Feuer ausgezeichnete chemische Reaktion = exothermer Vorgang, gebunden an drei Momente:

a) Anwesenheit von passivem Brennstoff, z. B. Kohle. (Der passive Stoff kann allen drei Aggregatzuständen angehören.)

b) Anwesenheit von aktivem Brennstoff, meistens Sauerstoff (Luft). (Aber auch Halogene, Stickoxyde, Schwefel.)

c) Vorhandensein der Entzündungstemperatur = Reaktionseinleitung (vgl. Initialzündung bei Sprengstoffen).

α) Zi = Innenzündung ohne sichtbares Feuer (mechanische Reib-Schlagzündung). (A 4.) (Vorhergehend: thermische Zersetzung.)

β) Za = Außenzündung unter Mitwirkung von sichtbarem Feuer: Funke, Glimmen, Glut, Flamme (bewegtes Feuer = Feuerreaktion von Gasen). (A 4.)

Reaktionen außer mit Luft mit anderen Aktivatoren.

Abschnitt 1: Übergang der einfachen Verbrennung zur Explosion durch Veränderung der Form der passiven Brennstoffe: der Gase durch besondere Mischung mit Luft, der Flüssigkeiten und der Feststoffe durch feine Verteilung, also bei Flüssigkeiten Nebel-Explosion im Motor, bei Feststoffen Staubexplosion, z. B. Kohlenstaub.

Abschnitt 2: Annäherung an Explosion kann auch durch Veränderung des aktiven Brennstoffs — meistens des Sauerstoffs — erfolgen: M i s c h u n g e n von Passivbrennstoffen mit Stoffen, die naszierenden Sauerstoff liefern, also Schwarzpulver.

Abschnitt 3: Weitere Geschwindigkeitssteigerung durch innigere Vereinigung von aktivem mit passivem Brennstoff: V e r b i n d u n g e n beider, wie sie in den hauptsächlichsten Sprengstoffen vorliegen.

Abschnitt 4: Zündmittel als Auslösung des Feuers, der Explosion. Zündmittel, die selbst ohne Feuer, und solche, die unter eigener Feuerentwicklung wirken. Flammpunktprüfungen. Militärische Zündmittel neben zivilen. Thermexplosive Zersetzung.

Abschnitt 5: Art der Feuererscheinung: Funke, Glut, Flamme. Helligkeitsmessung. Feuerwerksmittel: Leucht-Signalmittel, Lustfeuerwerkerei. Kalte Leuchterscheinungen — Lumineszenzen.

Abschnitt 6: Wärmemessungen: Kalorimetrie, Thermometrie. Wärmeleitung, Wärmeströmung. Windentstehung. Abkühlung: Feuerlöschung durch Abkühlung, Erstickung. Feuerschutz. Feuersicherung.

Abschnitt 7: Explosion im eigentlichen Sinne. Definition. Feuer, Knall bei Explosion. Explosionswelle und Auswirkungen. Explosionsstoß.

Abschnitt 8: Schieß- und Sprengtechnik. Alle dazu gehörigen Momente.

Abschnitt 9: Nebel-Rauch-Giftkampfstoffe. Atmung. Tod.

Inhaltsverzeichnis.

0 Feuer — Brandmittel.

00 Wasserstoff. Edelgase.

000 Molekularer Wasserstoff — Flaschengas.
001 Verbrennung von Mischungen des H mit Luft, mit O.
002 Flüssiger Wasserstoff.
003 Atomarer = naszierender Wasserstoff.
004 Ortho-Para-Wasserstoff. (Deuterium.)
005 Verbrennungsreaktionen mit Halogenen.
006 Verbrennungsreaktionen mit der Schwefelgruppe.
007 Verbrennungsreaktionen mit der N-Gruppe.
008 Verbrennungsreaktionen mit Silizium, Bor.
009 Edelgase.

01 Nichtmetalle (außer Wasserstoff).

010 Halogene.
011 Schwefel und Schwefelverbindungen.
012 Selen und Selenverbindungen. Tellur, Tellurverbindungen.
013 Stickstoff und Stickstoffverbindungen.
014 Phosphor. Phosphorbrandbomben.
015 Phosphorverbindungen.
016 Arsen, Arsenverbindungen.
017 Antimon. Antimonverbindungen.
018 Silizium. Siliziumverbindungen. Silane.
019 Bor. Borverbindungen. Borane.

02 Metalle.

020 Alkalimetalle. (Li, Na, K, Rb, Cs.)
021 Erdalkalimetalle Ca, Sr, Ba. (Ra.)
022 Beryllium, Magnesium, Zink, Kadmium.
023 Aluminium, Scandium, Gallium, Indium, Thallium.
024 Cerium, Thorium, Zircon, Hafnium.
025 Titan, Germanium, Wismut, Zinn, Blei.
026 Kupfer, Silber, Gold, Quecksilber, Platinmetalle.
027 Vanadium, Niob, Tantal.
028 Chrom, Molybdän, Wolfram, Uran, Mangan, Masurium, Rhenium.
029 Eisen, Kobalt, Nickel.

03 Kohlenstoff.

030 Kohlenstoff, rein.
031 Kohle, gewonnen durch therm. Zersetzung = Inkohlung.
032 Verbrennung von Kohle, aschenfrei, gasfrei, teerfrei.
033 Verbrennung von Kohle, aschenhaltig, gas-, teerfrei.
034 Verbrennung von Kohle, aschenhaltig, gas-, teerhaltig.
035 Kohlenglutwirkung auf Wasserdampf = Wassergas.
036 Kohlenoxyd.

037 Carbonylverbindungen.
038 Kohlensuboxyde.
039 Kohlendioxyd.

04 Kettenverbindungen, einheitliche.

040 Reaktion von Kohlenstoff, Kohle mit H.
041 Gesättigte Kohlenwasserstoffe (Paraffine).
042 Ungesättigte Kohlenwasserstoffe.
043 Alkohole.
044 Äther.
045 Aldehyde, Ketone. Ketene.
046 Säuren.
047 Ester.
048 Zucker, Stärke, Kohlehydrate.
049 Zellulosen.

05 Heteroketten, einheitliche.

050 Halogenverbindungen.
051 Schwefelverbindungen.
052 Seleno-Telluroverbindungen.
053 N = Cyanverbindungen.
054 N-Verbindungen, außer Cyanverbindungen.
055 Phosphorverbindungen von Ketten.
056 Arsen-, Antimonverbindungen von Ketten.
057 Siliziumalkyle. Boralkyle.
058 Karbide.
059 Metallalkyle.

06 Ringverbindungen, einheitliche.

060 Drei-, Vier-, Fünf-, Sieben-Ringe.
061 Benzol und Homologe.
062 Phenol und Homologe.
063 Carbonsäuren.
064 Ester der Ringcarbonsäuren.
065 Hydrierte Ringverbindungen.
066 Mehrkernige Benzolderivate.
067 Naphthalin. Inden.
068 Anthracen. Phenanthren.
069 Mehrringkörper. (Mehr als 3 Ringe.)

07 Heteroringe, einheitliche.

070 Halogen an den Ringen.
071 Schwefel, Schwefelgruppen an Ringen.
072 Se-, Te-Verbindungen von Ringen.
073 Stickstoffverbindungen von Ringen.
074 Heterozyklische Ringe mit O, S, Se, Te im Ring.
075 Heterozyklische Stickstoffringe.
076 Phosphor-, Arsen-, Antimon-Verbb. von Ringen.
077 Silizium-, Bor-Verbindungen von Ringen.
078 Metallaryle.
079 Metallalkyl-Aryle.

08 Phytostoffe (Pflanzenstoffe).

080 Teer ausBraunkohle, Steinkohle.
081 Pflanzen, Pflanzenteile an Luft, O bei gewöhnlicher Temperatur. Fäulnis.
082 Pflanzen, Pflanzenteile bei höherer Temp. Verbrennung.

B. W. KRAKÓW

083 Besondere Saugverbrennung beim Rauchen.
084 Holz.
085 Lignin. Kork. Linoleum.
086 Verarbeitete Pflanzenfasern-Kleidung. Papier. Pappe.
087 Pflanzenöle, -fette (trocknend, nicht trocknend). Pflanzenwachse.
088 Pentosane. Gummiarten. Harze. Sterine. Kautschuk.
089 Bitterstoffe. Huminstoffe. Flechten-Gerbstoffe. Eiweißarten. Glukoside.

09 Zoostoffe (Tierstoffe).

090 Petroleum.
091 Benzin (russisches, amerikanisches).
092 Griechisches Feuer. Petroleumbrandmittel.
093 Vaseline. Petrolschmieröle. Masut.
094 Bitumene — Brandschiefer. Ozokerit. Erdwachs. Asphalt.
095 Tiere, Tierteile an Luft, O bei gewöhnl. Temperatur.
096 Tiere, Tierteile bei höherer Temperatur: Verbrennung.
097 Verarbeitete Tierstoffe: Haut, Pergament, Leder, Pelz. Haare. Federn. Faserstoffe, Wolle, Seide.
098 Tierische Öle, direkt aus Organen.
099 Tierische Öle durch trockne Destillation und Fraktionierung aus Organen.

1 Geschwindigkeit der Verbrennung.

10 Gase: Brenngrenzen, Gasheizung.

100 Wasserstoff. Brenngrenzen.
101 H-Verbb. von Nichtmetallen, Gase. Brenngrenzen.
102 H-Verbb. von Metallen, Gase. Brenngrenzen.
103 Gasige gesättigte Kohlenwasserstoffe (Ketten). Brenngrenzen.
104 Gasige ungesättigte Kohlenwasserstoffe. Brenngrenzen.
105 Heterokettenverbb., gasige. Brenngrenzen.
106 O-haltige, also bereits teilweise oxydierte C-Verbindungen. Brenngrenzen.
107 Brenngrenze sämtlicher vorgenannter Gase unter Zumischung von besonderen Stoffen.
108 Gasheizung.
109 Steigerung der Heizbrenngeschwindigkeit.

11 Gasexplosionen.

110 Gasexplosionen bei anorganischen Gasen.
111 Explosionen bei organischen Gasen.
112 Explosionsflaschenversuche. Selbsttätige Mischung mit Luft.
113 Seifenblasenversuche mit Gas und Luft.
114 Knallgasexplosion, d. h. Verbr. von reiner H-O-Mischung.
115 Explosion anderer brennbarer Gase außer H mit reinem O.
116 Seifenblasenversuche mit brennbaren Gasen und reinem Sauerstoff.
117 Explosionsversuche im Eudiometer, in Explosionspipette.
118 Fraktionierte Gasverbrennung, Verbr. dünner Schichten.
119 Wirkung bei Gasexplosionen.

12 Gasexplosionen mit anderen Aktivbrennstoffen als O (Halogene, S, N).

120 Reaktion von Fluor mit brennbaren Gasen.
121 Reaktion von Fluor mit unbrennbaren Gasen.
122 Chlorknallgas.
123 Reaktion von Chlor mit Gasen der Nichtmetalle, Metalle.
124 Reaktion von Chlor mit gesättigten C-H-Gasen.
125 Reaktion von Chlor mit ungesättigten C-H-Gasen.

126 Reaktion von Chlor mit heterogenen C-H-Gasen.
127 Reaktion von Bromdampf mit sämtlichen vorgenannten Gasen.
128 Reaktion von Joddämpfen mit sämtlichen vorgenannten Gasen.
129 Reaktion brennbarer Gase mit anderen Aktivgasen: Dicyan. S-Dampf. N.

13 Geschwindigkeit beim Verbrennen von Flüssigkeiten.

130 Flächenbrenngeschwindigkeit.
131 Tiefenbrenngeschwindigkeit.
132 Brenngeschwindigkeiten von Flüssigkeiten, absorbiert an festen Stoffen.
133 Brenngeschwindigkeit der Flüssigkeiten in porösem Tonzylinder.
134 Besondere Geschwindigkeitssteigerung: Zentrifugenverbrennung.
135 Geschwindigkeit bei besonderer Luftzuführung: Schornstein.
136 Geschwindigkeit beim Verbrennen von Flüssigkeiten in Dochten.
137 Geschwindigkeit beim Dochtbrennen von Schmelzstoffen.
138 Brenngeschwindigkeit von Flüssigkeiten mit reinem O.
139 Brenngeschwindigkeit von Flüssigkeiten mit anderen Aktivstoffen als O.

14 Nebel-Sprühverbrennung in offenen Räumen.

140 Fallende Tropfen von Brennflüssigkeiten in Flammen.
141 Fall brennender Tropfen durch Luft.
142 Flammen-Feuerstrahl.
143 Nebel-Sprühfeuerung = Flüssigkeitsgebläsefeuerung.
144 Nebel-Sprühfeuerung in Sauerstoff.
145 Nebel-Sprühfeuerung zur Lichtbereitung.
146 Flammenstrahlen unter Druck = Flammenwerfer.
147 Strahlversuche mit angewärmten Brennflüssigkeiten.
148 Benzinlötlampen.
149 Sprüh-Nebelverbrennung an anderen Aktivatoren.

15 Nebel-Sprühverbrennung in geschlossenem Raum. Motor.

150 Flüssigkeiten ohne Druck in Luft. Brenngrenzen.
151 Besondere Momente bezügl. der Brenn-Explosions-Grenzen in Luft.
152 Brenn-Explosions-Grenzen in besonderer Luft, in indifferenten Gemischen.
153 Brenn-Explosions-Grenzen an Luft unter Druck.
154 Gasmotor.
155 Flüssigkeitsmotor — Glühkopfmaschinen.
156 Dieselmotor — Schwerölmaschine.
157 Kohlenstaubmotor (andere Stäube).
158 Auspuffgase der Motoren, Rückstände.
159 Wirkung bei Flüssigkeitsexplosionen, Motorexplosionen.

16 Besondere Zündgrenzen für Flüssigkeiten: In O, Halogenen, Zündgeschwindigkeit, Zündverzug, Motorklopfen.

160 Brenngrenzen, Explosionsgrenzen in reinem Sauerstoff, ohne Druck.
161 Brenn-Explosionsgrenzen in reinem Sauerstoff, unter Druck.
162 Brenn-Explosionsgrenzen in gasigen Halogenen.
163 Zündgeschwindigkeit.
164 Zündung unter vermindertem Druck.
165 Zündgeschwindigkeit bei erhöhtem Druck.
166 Zündverzug.
167 Versuche zur Spät-, Früh-, Vorzündung.
168 Klopfen der Motoren.
169 Antiklopfmittel.

17 Brennzeiten, Brenngrenzen bei Festbrennstoffen.

170 Brenngrenzen, Brennzeiten bei Feststoffen, kompakt; anorganische.
171 Brenngrenzen, -zeiten bei Kohlenstoff, Kohlenarten.
172 Brenngrenzen, -zeiten bei festen C-Verbb., Ketten, Ringen.

173 Brenngrenzen, -zeiten bei Phyto-Zoostoffen (Holzarten).
174 Steigerung der Verbr.-Geschwindigkeit durch besondere Luftzuführung, Roste (Heizung).
175 Schornstein.
176 Besondere Momente betr. Schornstein.
177 Steigerung der Brenngeschwindigkeit von Feststoffen durch feine Verteilung: Kohlenstaubfeuerung.
178 Besondere Momente der Kohlenstaubverbrennung.
179 Brenngeschwindigkeit von Feststoffen außer Kohle bei Verstäubung (mit Ausschluß von Explosion).

18 Staubexplosionen bei Kohlenstoff, Kohlenarten, C-Verbb.

180 Explosion von reinem Kohlenstoffstaub: Graphitstaub.
181 Explosion von Anthrazit-, Koksstaub.
182 Explosion von Braunkohlen-, Steinkohlenstaub.
183 Explosion von Pflanzen-, Tierkohlenstaub.
184 Explosion von Rußstaub.
185 Explosion von Staub fester Kettenverbindungen.
186 Explosion von Staub fester Ringverbindungen.
187 Staubexplosion von Phyto-Zoostoffen.
188 Explosion besonderer Staubgemische von C, C-Verbindungen.
189 Auswirkung von Staubexplosionen.

19 Staubexplosionen bei anorganischen Stoffen.

190 Explosion bei Staub von Nichtmetallen an Luft, O.
191 Explosion bei Staubmischungen von Nichtmetallen an Luft, O.
192 Explosion bei Staub von Nichtmetallverbindungen an Luft, O.
193 Explosion bei Staubgemischen von Nichtmetallen mit C, C-Verbb.
194 Explosion bei Staub von Metallen an Luft, O.
195 Explosion bei Staubgemischen von Metallen, Legierungen.
196 Explosion bei Staubgemischen von Metallen und Nichtmetallen, dto. von Verbindungen.
197 Explosion bei Staubgemischen von Metallen mit C, C-Verbb., dto. von Verbindungen.
198 Explosion bei Staub anorganischer Stoffe mit Halogenen, S, N.
199 Wirkung von Staubexplosionen.

2 Aktivatoren in besonderer Form — naszierend — im Gemisch mit passiven Stoffen.

20 Sauerstoff in Atmosphäre, flüssige Luft, flüssiger Sauerstoff.

200 Die Atmosphäre.
201 Luftmenge, zur Verbrennung nötig.
202 Luft von besonderer Zusammensetzung.
203 Reiner Sauerstoff.
204 Aktivierter Sauerstoff.
205 Flüssige Luft, flüssiger Sauerstoff.
206 Brennen von Substanzen an flüssiger Luft.
207 Selbstexplosionen von Flüssigluft.
208 Flüssigluftsprengstoffe.
209 Detonation der Flüssigluftsprengstoffe und Auswirkung.

21 Ozon, Wasserstoffsuperoxyd.

210 Ozon-Darstellung, besonders durch Verbrennung.
211 Ozon, Eigenschaften wichtig bezügl. Verbrennung.
212 Ozon und Nichtmetalle (außer C).

213 Ozon und Metalle.
214 Ozon und Kohlenstoff, Kohlenarten, C-Verbb.
215 Wasserstoffsuperoxyd, Bildung.
216 Wasserstoffsuperoxyd, Eigenschaften bezügl. Verbrennung.
217 Wasserstoffsuperoxyd und Nichtmetalle.
218 Wasserstoffsuperoxyd und Metalle.
219 Wasserstoffsuperoxyd und Kohlenstoff, Kohle, C-Verbb.

22 Verbindungen des H_2O_2. Echte Peroxyde. Persäuren (anorganische).

220 Bildung echter Superoxyde und ihre auf Verbr. bezügl. Eigenschaften.
221 Echte Peroxyde und Nichtmetalle.
222 Echte Peroxyde und Metalle.
223 Echte Peroxyde und Kohlenstoff, Kohle, C-Verbb.
224 Persulfate. Darstellung und Eigenschaften.
225 Persulfate und Nichtmetalle.
226 Persulfate und Metalle.
227 Persulfate und Kohlenstoff, C-Verbb.
228 Anorganische Persäuren (außer Perschwefelsäure).
229 Besondere Persäuren (Sulfomonopersäure. Carosche Säure.).

23 Unechte Superoxyde. Oxyde. Thermite. Elementaranalyse.

230 Unechte Superoxyde.
231 Perhalogenverbindungen.
232 Reaktionen mit hohen Oxydationsstufen von Metallen.
233 Oxyde resp. Oxydgemische und Nichtmetalle.
234 Oxyde resp. Oxydgemische und Metalle.
235 Oxyde resp. Oxydgemische und Aluminium = Thermite.
236 Eisenoxyde und Aluminium = Thermite (Aluminothermie).
237 Thermitbrandbomben. Thermitbrandgeschosse.
238 Brandwirkung, Explosivwirkung zwischen Metallen und Karbonaten, Sulfaten, Phosphaten usw.
239 Oxyde und Kohle, C-Verbindungen. Elementaranalyse.

24 Höhere Mangan-Chromoxyde.

240 Manganheptoxyd resp. Übermangansäure.
241 Manganheptoxyd resp. Übermangansäure in statu nascendi.
242 Mischung von $KMnO_4$ mit Passivstoffen.
243 Andere Permanganate im Gemisch mit Passivstoffen.
244 Brennversuche mit niederen Mn-Verbb.: Manganate, Mangani-Verbb.
245 Chromsäure.
246 Chromsäure in statu nascendi.
247 Chromat-, Bichromatgemische.
248 Chromylchlorid und Feuerreaktionen.
249 Perchromsäuren.

25 Chloroxyde. Chlorsäure, Chlorate.

250 Chlorite, Chlorige Säure, Hypochlorite (Chlorkalk).
251 Chlorsäure, Chlordioxyd.
252 Kaliumchlorat.
253 Chlorate (außer Kaliumchlorat und Ammonchlorat).
254 Mischungen von Kaliumchlorat mit Nichtmetallen.
255 Mischungen von Kaliumchlorat mit Metallen.
256 Mischungen von Kaliumchlorat mit Kohlearten, C-Verbb.
257 Phlegmatisierte Kaliumchloratmischungen (Cheddite).
258 Mischungen anderer Chlorate mit Nichtmetallen, Metallen, Kohlenarten, Kohlenstoffverbindungen.
259 Phlegmatisierte Mischungen mit anderen Chloraten als Kaliumchlorat.

26 Perchlorate. NH-Chlorate, NH-Perchlorate, Bromate. Jodate.

260 Freie Überchlorsäure.
261 Perchlorate allein (außer NH_4-Perchlorat).
262 Mischungen von Perchlorat mit Nichtmetallen.
263 Mischungen von Perchlorat mit Metallen.
264 Mischungen von Perchlorat mit Kohlenarten, C-Verbb.
265 NH_4-Chlorat, NH_4-Perchlorat, Hydrazinchlorat, -perchlorat, Hydroxylaminchlorat, Hydroxylaminperchlorat.
266 Gemische der NH-Chlorate mit Passivstoffen.
267 Ammoniakate, Hydrazinate usw. von Chloraten, Perchloraten.
268 Hypobromite, Bromate, Perbromate.
269 Jodsäure. Jodate. Perjodate.

27 Stickstoff-, Sauerstoff-Verbb. als Aktivatoren (außer Nitraten).

270 Stickstoffoxydul.
271 Stickstoffoxyd.
272 Nitrosylverbindungen.
273 Stickstofftrioxyd.
274 Nitrite.
275 Untersalpetrige Säure. Nitramid. Nitrilo-Oxynitriloverbb.
276 Stickstoffdioxyd. Stickstofftetroxyd.
277 Stickstoffpentoxyd.
278 Salpetersäure.
279 Persalpetersäure.

28 Kalisalpeter. Gemische mit Kalisalpeter. Schwarzpulver.

280 Kalisalpeter.
281 Kalisalpeter und Nichtmetalle.
282 Kalisalpeter und Metalle.
283 Kalisalpeter und Kohlearten, C-Verbb.
284 Schnellfluß. Knallpulver.
285 Schwarzpulver. Darstellung und Eigenschaften.
286 Schwarzpulver. Stabilität. Thermische Zersetzung. Zi-Versuche.
287 Schwarzpulver. Za-Versuche.
288 Schwarzpulver. Brennweise. Brennzeit. Explosion. Umsatzprodukte.
289 Besondere Schwarzpulversorten.

29 Anorganische Nitrate außer Kaliumnitrat.

290 Natriumnitrat.
291 Natriumnitratgemische mit Passivbrennstoffen.
292 Sprengsalpetermischungen.
293 Ammonsalpeter.
294 Ammonsalpetergemische mit Passivbrennstoffen.
295 Ammonsalpetersprengstoffe.
296 Hydrazinnitrat. Hydroxylaminnitrat.
297 Ammoniaknitrate — Hydrazinnitrate von Schwermetallen.
298 Erdalkalinitrate.
299 Nitrate von Schwermetallen.

3 Verbindungen von Aktivbrennstoffen mit Passivbrennstoffen.

30 Verbindungen von O-Trägern mit C-Verbb. (außer N-O-Trägern).

300 Ozonide. Oxozonide.
301 Ozonsalze von Metallen (Alkalimetalle).
302 Superoxyde von Kohlenstoff-Kettenverbindungen.
303 Superoxyde von Kohlenstoff-Ring-Verbindungen.

304 Chlorsaure Salze von Kohlenstoffverbindungen.
305 Perchlorsaure Salze von Kohlenstoffverbindungen.
306 Ester der unterchlorigen Säure mit Kohlenstoffverbindungen.
307 Ester der Chlorsäure, Perchlorsäure mit Kohlenstoffverbindungen.
308 Jodverbindungen: Jodo-, Jodoso-Verbindungen.
309 Salze bzw. Verbindungen von Mangan-, Chromsäuren.

31 Salpetrigsaure, salpetersaure Salze von Kohlenstoffverbindungen. Nitrosokörper von Ketten, Ringen. Echte Kettennitrokörper.

310 Nitrite, Nitrate von basischen Kettenverbindungen.
311 Nitrite, Nitrate von basischen Ringverbindungen.
312 Nitrosokörper von Ketten (NO-Gruppe an C oder an N).
313 Nitrosokörper von Ringen. Nitrosamine. Nitrosolsäuren.
314 Nitroverbindungen von gesättigten Ketten.
315 Nitroverbindungen von ungesättigten Ketten.
316 Nitroverbindungen von Heteroketten.
317 Nitroverbindungen von besonderen Ketten außer Alkoholen.
318 Nitroverbindungen von Ketten-N-Verbindungen. Nitrosamine.
319 Besondere Nitroverbindungen von Ketten, Nitrole. Nitrolsäuren.

32 Ester von Ketten mit salpetriger Säure, mit Salpetersäure (außer Cellulose).

320 Nitritester von Alkoholen.
321 Nitratester von 1-wertigen Alkoholen.
322 Nitroparaffin-Nitrate.
323 Nitratester von Glycolen.
324 Nitratester von Glyzerin = Glyzerintrinitrat (Nitroglyzerin).
325 Brenneigenschaften des Nitroglyzerins.
326 Gurdynamit, Holzmehldynamite u. ähnliche Dynamite.
327 Andere Glyzerinnitrate (außer Nitroglyzerin).
328 Nitratester von Zuckerarten.
329 Nitrate von Stärke, Dextrin usw.

33 Cellulosenitrate.

330 Nitrierung von Baumwolle-Cellulose, Eigenschaften d. Cellulosenitrate.
331 Brennverhalten der Nitrocellulose.
332 Nitrierung von der Baumwolle ähnlichen celluloseartigen Stoffen.
333 Nitrierung von ganzen Pflanzen, Pflanzenteilen usw.
334 Nitrierung von verarbeiteten Pflanzenteilen, Papier usw.
335 Nitrierung von Hydro-Oxy-Cellulosen u. ähnlichen Cellulosen.
336 Gelatinierte Cellulosennitrate als Sprengmittel. Sprenggelatine.
337 Gelatinedynamite.
338 Besondere Dynamite.
339 Kollodium. Zelluloid. Films. Kunstseide. Nitrocelluloselacke.

34 Rauchschwache Schießmittel.

340 Mischpulver aus Cellulosenitraten, nicht gelatiniert, halbgelatiniert.
341 Durchgelatinierte Pulver aus hochnitrierter Cellulose. Darstellung, Eigenschaften (Stabilisatoren).
342 Wärmebehandlung, -zersetzung, Zi-Versuche mit rauchschwachem Pulver.
343 Za-Versuche mit Rschw. P. Brennweise. Explosion. Umsatzprodukte.
344 Nitroglyzerinpulver = Ngl.-Pulver. Darstellung. Eigenschaften.
345 Nitroglyzerinpulver. Zi-Versuche.
346 Nitroglyzerinpulver, -Za-Versuche.
347 Nitrocellulosepulver, mit anderen Kettennitrokörpern gelatiniert.
348 Nitrocellulosepulver, mit Ringnitrokörpern gelatiniert.
349 Nitrocellulosepulver aus unvollständig nitrierter Cellulose.

35 Ringnitrokörper. Darstellung. Physikalische Eigenschaften bei gewöhnl. Temperatur.

350 Nitrierungsregeln. Rohstoffgruppen.
351 Nitrierungsmethoden.
352 Korngröße. Kristallform.
353 Dichte und Verdichtungsmethoden.
354 Festigkeitsprüfung.
355 Hygroskopizität.
356 Porosität.
357 Lösung und Lösungsmittel.
358 Molekulargewichtsbestimmung, Oberflächenspannung.
359 Optisches Verhalten.

36 Nitroringkörper, chemische Eigenschaften.

360 Qualitative Analyse. Bestimmung der Nitrogruppenstellung.
361 Chemischer Nachweis durch Sonderreaktionen.
362 Quantitative Analyse.
363 Salzbildung, echte.
364 Pseudosalzbildung.
365 Additionsverbindungen der Ringnitrokörper.
366 Oxydation von Ringnitrokörpern. Ringaufspaltung.
367 Reduktion von Ringnitrokörpern.
368 Sonstige chemische Reaktionen der Ringnitrokörper.
369 Physiologische Eigenschaften der Ringnitrokörper.

37 Wärmewirkung auf Ringnitrokörper. Stabilität. Thermische Zersetzung. Zi-Za-Versuche. Explosion.

370 Schmelzen, Erstarren, Sieden der Ringnitrokörper.
371 Thermische Zersetzung der Ringnitrokörper.
372 Thermische Zersetzung durch Kochen in Flüssigkeiten.
373 Weitererhitzung bis zur inneren Entzündung = Zi-Versuche.
374 Bestimmung des Verpuffungspunktes.
375 Sensibilitätsprüfung = Zi-Verfahren.
376 Äußere Zündung = Za-Versuche.
377 Sprengtechnische Prüfung. Explosion — Detonation.
378 Umsatzprodukte bei Verbrennung u. Explosion. Schwaden.
379 Besondere Explosionsmomente der Ringnitrokörper.

38 Thermexplosiver Zerfall von Fulminaten, Aziden.

380 Darstellung von Knallquecksilber.
381 Darstellung anderer Fulminate als Hg-Fulminat.
382 Fulminate: Eigenschaften, physikalische, chemische.
383 Fulminate: Thermische Zersetzung. Zi-Versuche.
384 Fulminate: Za-Versuche. Brennweise — Explosion. Umsatzprodukte.
385 Alkaliazide. Erdalkaliazide.
386 Schwermetallazide (besonders Bleiazid). Darstellung.
387 Schwermetallazide — Eigenschaften, physikalische, chemische.
388 Azide: Thermische Zersetzung. Zi-Versuche.
389 Azide: Za-Versuche! Brennweise — Explosion. Umsatzprodukte.

39 Thermexplosiver Zerfall von Verbindungen (außer Metall-Fulminaten, Metall-Aziden).

390 Besondere Verbindungen der Stickstoffwasserstoffsäure.
391 Diazoverbindungen von Ketten.
392 Diazo-Verbindungen von Ringen.
393 Halogenstickstoffverbindungen.
394 Schwefelstickstoff u. andere S-N-Verbindungen.

395 Knallmetallverbindungen mit Ammoniak.
396 Cyanverbindungen.
397 Oxalate.
398 Azetylen und Azetylenverbindungen.
399 Sonstige thermexplosive Stoffe.

4 Zündmittel.

40 Primärzündung ohne Zündstoff, mechanisch, chemisch, elektrisch.

400 Reibzündung bei festen Stoffen.
401 Besondere Reibzündung bei Feststoffen durch Zünderleichterer.
402 Reibzündung bei Flüssigkeiten.
403 Kompressionszündung bei Feststoffen, Flüssigkeiten.
404 Kompressionszündung im Dieselmotor (Gase, Nebel, Stäube).
405 Reibzündung,. langsame, der Explosivstoffe.
406 Schlagempfindlichkeit = plötzliche mechanische Prüfung der Explosivstoffe.
407 Chemische Zündung mittelst konzentrierter Säuren.
408 Chemische Zündung mittelst Kalks, Neutralisationswärme-Zündung.
409 Direkte elektrische Zündung von Brennstoffen.

41 Zi-Methoden, kalorische Zündung ohne sichtbares Feuer.

410 Zi-Prüfung an Heißwand!
Ruhende, strömende Feststoffe.
411 Zi-Prüfung an Heißwand.
Ruhende, strömende Flüssigkeiten.
412 Zi-Prüfung an Heißwand.
Ruhende, strömende Gase.
413 Zi-Prüfung von Feststoffen, zerstäubt, strömend mit Umheizung.
414 Zi-Prüfung von Flüssigkeiten, vernebelt, strömend, mit Umheizung.
415 Zi-Prüfung von Gasen, strömend, mit Umheizung.
416 Zi-Prüfung bei ruhenden Feststoffen.
417 Zi-Prüfung bei ruhenden Flüssigkeiten.
418 Zi-Prüfung bei ruhenden Gasen.
419 Verpuffungspunktbestimmung bei Explosivstoffen.

42 Zi ohne Zündstoff. Selbstentzündung. Autokatalyse. Stoßexplosionen.

420 Selbstzündung an Luft durch Wärmeanhäufung.
421 Selbstzündung an Luft durch Wärmeanhäufung unter Lichtmitwirkung.
422 Selbstzündung durch Wärmeanhäufung an anderen Gasen als Luft.
423 Pyrophore = fein verteilte Stoffe, besonders Metalle.
424 Bei gewöhnl. Temp. an Luft zündbare Stoffe — chemische Feuerzeuge.
425 Katalytische Verbrennung durch Edelmetalle an Luft, O.
426 Katalytische Verbrennung durch Edelmetalle an anderen Gasen als Luft.
427 Katalytische Zdpkt.-Erniedrigung durch andere Stoffe als Edelmetalle.
428 Autoxydation. Autokatalyse. Induzierte, gekoppelte Reaktionen.
429 Selbstentzündlichkeit von Azetylenderivaten: Stoßexplosion.

43 Za-Zündung durch Feuer, also durch selbst vorgezündete Stoffe. Funken-Glimm-Glut-Zündung.

430 Elektrische Funkenzündung.
431 Unvermutete Bildung elektrischer Zündfunken.
432 Funkenzündung — chemische Funken.
433 Glimmzündung.
434 Glutzündung durch glühende Metalle.
435 Glutzündung durch glühende Nichtmetalle.
436 Kombination von Glutzündung mit mechanischer Zündung.

437 Glutzündung im Motor.
438 Feuerzündung unter extremen Druckverhältnissen.
439 Feuerzündung bei extremen Temperaturen der zu zündenden Substanzen.

44 Flammenzündung = Za-Zündung durch Feuer, also sekundäre Zündung durch bereits vorgezündete Stoffe.

440 Zündwirkung von Leuchtflammen.
441 Zündwirkung nichtleuchtender Flammen.
442 Zündwirkung besonders heißer nichtleuchtender Flammen.
443 Zündung durch Flammen, leuchtende, nichtleuchtende, unter extremen Verhältnissen.
444 Flammpendelprüfung bei Feststoffen.
445 Flammpendelprüfung bei Flüssigkeiten.
446 Flammpunktbestimmung bei Flüssigkeiten.
447 Besondere Flammpunktbestimmung bei Flüssigkeiten.
448 Brennpunktbestimmung bei Flüssigkeiten. Bestimmung von Zpa.
449 Flammpunktbestimmung, Brennpunktbestimmung bei Feststoffen.

45 Zündung mit Zündstoff = Zündpillen. Gezündet Zi, zündend Za.

450 Zündsatzmischungen für chemische Zündung (Zdg. durch konzentrierte Säuren).
451 Besondere chemische Zündungen von Zündsätzen.
452 Zündpillen, mechanisch gezündet.
453 Zündhölzer.
454 Besondere Zündholzarten.
455 Sätze für Glühzünder, Funkenzünder.
456 Glühzünder: Zündung, Brennweise, Umsatzprodukte.
457 Sätze für Widerstandszünder.
458 Widerstandszünder: Zündung, Brennweise, Umsatzprodukte.
459 Besondere Zündpillen für elektrische Zündung. Zeitzünder.

46 Zündstoff für Leitzündung = Zündschnur. Gezündet — Za, zündend — Za.

460 Historische Vorläufer der Schwarzpulverzündschnur.
461 Lunten, Zündbänder.
462 Schwarzpulverzündschnur. Zeitzündschnur.
463 Passive Zündung, Brennweise, Umsatzprodukte der Zeitzündschnur.
464 Aktive Zündwirkung der Schwarzpulverzeitzündschnur.
465 Besondere Schwarzpulver-Zeitzündschnüre.
466 Schnellzündschnur mit Schwarzpulver.
467 Passive Zündung, aktive Zündung, Umsatzprodukte d. Schnellzündschnur.
468 Besondere Arten von Schnellzündschnur.
469 Andere Leitzündungen durch Schwarzpulver (Rschw. P.?).

47 Zündstoffe — Zündhütchenarten. Gezündet = Zi, zündend = Za.

470 Friktionsröhren, Friktionsbrandel, Reibzündröhren.
471 Amorces. Knallbriefe, Knallkorken. Eisenbahnknallsignale.
472 Zündhütchen — Fertigung, Eigenschaften, physikalisch, chemisch.
473 Zündhütchen — therm. Zersetzung. Passive Zi-Za-Versuche.
474 Passivzündung der Hütchen in ruhenden Sprengkörpern (Minen).
475 Passivzündung der Hütchen in bewegten Sprengkörpern: Geschoßzünder.
476 Aktive Zündwirkung der Zündhütchen. Umsatzprodukte.
477 Erosionsfreie, korrosionsfreie Zündhütchen.
478 Zündhütchen mit Schußwirkung.
479 Besondere Arten von Zündpillen, ohne, mit Kapseln.

48 Schlag-Zündstoff = Sprengkapsel. Gezündet Za, zündend Zi.

480 Fertigung der Knallquecksilber-Sprengkapseln.
481 Besondere Spreng-Kapseln.
482 Physikalische, chemische Eigenschaften der Sprengkapseln.

483 Passive Zündung der Sprengkapseln. Zi-Versuche. Za-Versuche.
484 Aktive Zündwirkung = Schlagwirkung der Sprengkapseln.
485 Grenzdichte = Dichte des zu initiierenden Körpers. Zwischenzünder.
486 Phlegmatisierungszündung.
487 Detonationszündschnur. Fertigung.
488 Eigenschaften der Detonationszündschnur. Zi-, Za-Versuche.
489 Aktive Zünd-Initialwirkung der Detonationszündschnur.

49 Zündung durch Wellen, Strahlung usw.

490 Zündung durch Longitudinalwellen — Detonationswelleninfluenz.
491 Wirkung von longitudinalen Ultraschallwellen.
492 Wärmewellen — Ultrarote Strahlen.
493 Zündung durch Lichtstrahlen, sichtbare.
494 Zündung durch unsichtbares Licht: Ultraviolettlicht.
495 Elektrische Oszillation: Luftelektrizität. Dunkle elektr. Entladung.
496 Elektrische Wellen von bestimmter Länge (Radiowellen).
497 Kosmische Höhenstrahlen. Erdstrahlen.
498 Korpuskularstrahlen: Radium-, Kathodenstrahlen.
499 Wirkung von Atomen — Radikalen, Atomzertrümmerung.

5 Feuererscheinung! Glut, Flamme. Beleuchtung — Lichtmessung. Blitzlicht. Leuchtsterne. Buntfeuer. Lumineszenz.

50 Glüherscheinungen: Funken. Glimmen. Glühen.

500 Funken bei Verbrennungen an Luft.
501 Funken bei Verbrennungen in Sauerstoff bzw. mit O-Lieferanten.
502 Besondere Verbrennungs-Funken.
503 Glimmerscheinungen.
504 Nachglimmerscheinungen.
505 Glut.
506 Kosmische Gluten. Feststoffe, Flüssigstoffe.
507 Glut bei chemischen Reaktionen ohne Verbrennung. (Neutralisation.)
508 Elektrisches Glühen (Funken, Glimmen, Glut).
509 Elektrische Drahtversprühung.

51 Flammenerscheinung. Frei brennende Flammen.

510 Flammen von vorhandenen einheitlichen Gasen, Gasgemischen.
511 Flammen vorhandener Gase mit anderen Aktivatoren als Luft.
512 Flammen von Flüssigkeiten, geschmolzenen Feststoffen an Luft.
513 Flammen von Flüssigkeiten, geschmolzenen Feststoffen an anderen Aktivatoren als Luft.
514 Flammen von Feststoffen an Luft.
515 Flammen von Feststoffen an anderen Aktivatoren als Luft.
516 Flammen von Feststoffen, Flüssigkeiten bei feiner Verteilung.
517 Flammenlose Oberflächenverbrennung.
518 Elektrische Leitfähigkeit von Feuer, besonders von Flammen. Ionen.
519 Hochverdünnte Flammen.

52 Flammen von geleitetem Feuer.

520 Dochtflammen von Flüssigkeiten an Luft.
521 Dochtflammen von geschmolzenen Feststoffen an Luft. (Kerzen.)
522 Dochtflammen in reinem Sauerstoff, in Halogenen.
523 Flammenwerfer.
524 Flammen von Gasen unter bestimmtem Druck.
525 Gasflammen bei vorheriger Luftzumischung (Bunsenbrenner).
526 Bunsenflamme: Variationen.

527 Gasflammen mit Zuführung anderer Aktivatoren. (Reiner Sauerstoff, Halogene.)
528 Umgekehrte Flammen.
529 Gasflammen mit Zylinderaufsätzen.

53 Karburierung nichtleuchtender, Dekarburierung leuchtender Flammen.

530 Prinzip des Leuchtens von Flammen.
531 Gemische von leuchtenden mit nichtleuchtenden Flammen.
532 Physikalische Karburierung nichtleuchtender Flammen.
533 Chemische Karburierung durch anorganische Mittel.
534 Chemische Karburierung durch organische Mittel.
535 Dekarburierung durch Zuführung von Preßluft, von reinem Sauerstoff.
536 Verhinderung der Dissoziation der Flammengase.
537 Entleuchtung durch starke Abkühlung.
538 Entleuchtung durch Leiten des Brenngases über indifferente Substanzen.
539 Entleuchtung durch Verdünnung der Reaktionsgase.

54 Chemische Beleuchtungsmethoden. Helligkeitsmessung.

540 Historische Beleuchtung durch Leuchtfeuer, Leuchtflammen.
541 Kerzenbeleuchtung.
542 Kerzen aus besonderen Materialien. Besondere Brennweise,
543 Zylinderbenutzung bei Kerzen, Lampen.
544 Lampenbeleuchtung = Beleuchtung mit Flüssigbrennstoffen.
545 Beleuchtung mittelst Kohlenstoffs aus thermisch zersetzten Gasen.
546 Beleuchtung mittelst fester Fremdstoffe in nichtleuchtenden Flammen.
547 Beleuchtung nach Auerprinzip.
548 Lichteindruck im Auge. Helligkeitsmessung.
549 Buntlichtmessung.

55 Zeitlicht, Blitzlicht.

550 Zeitlicht durch Abbrennen von Aluminium, Magnesium an Luft, Sauerstoff.
551 Zeitlichtsätze.
552 Blitzlicht durch Verbrennen fein verteilter Stoffe.
553 Blitzlichtsätze, Fertigung (Auerprinzip).
554 Physikalische, chemische Eigenschaften der Blitzlichtsätze.
555 Thermische Zersetzung, Zi-Versuche, Za-Versuche.
556 Brennweise, ev. Explosion der Blitzlichtsätze.
557 Helligkeitsmessung des Blitzlichtes.
558 Umsatzprodukte.
559 Besondere Blitzlichtwirkungen.

56 Weißlichtleuchtsätze-Patronen der Feuerwerkerei.

560 Herstellung der Weißlichtfeuerwerkereisätze.
561 Verdichtungsmethoden der Sätze. Herstellung der Patronen.
562 Physikalische, chemische Eigenschaften der Leuchtsätze.
563 Thermisches Verhalten, Zündung-Zi-Za-Versuche.
564 Brennweise, Brennzeit. Helligkeit. Wärme, Temperatur.
565 Verbrennungsprodukte.
566 Friedensfeuerwerkskörper. (Land-Wasserfeuerwerk.)
567 Friedensfeuerwerkskörper (Weißlicht) mit Bewegung beim Abbrennen.
568 Besondere Weißlicht-Kriegsfeuerwerkskörper.
569 Lichtspurgeschosse.

57 Flammenfärbung. Buntfeuer.

570 Flammenfärbung durch Elemente. Verbrennungsfarbe.
571 Flammenfärbung durch Nichtmetallverbindungen (besonders H-Verbb.).
572 Flammenfärbung durch organische Verbindungen.
573 Buntlicht unter elektrischem Einfluß.

574 Innere Emissionsspektren durch Erhitzen eingeschlossener Dämpfe.
575 Äußere Emissionsspektren von Metallen durch Verdampfung in Flammen oder Gluten.
576 Flüchtigkeit, Verdampfbarkeit der Metallsalze. Leuchtdauer.
577 Leuchtintensität der Metallsalze in Flammen.
578 Spektralapparate-Messung. Theorien der Spektralanalyse.
579 Absorptionsspektren.

58 Buntfeuerwerkerei. Bengalisches Feuer. Signalpatronen.

580 Herstellung der Buntfeuersätze.
581 Verdichtungsmethoden der Sätze. Herstellung der Signalpatronen.
582 Physikalische, chemische Eigenschaften der Buntfeuersätze.
583 Thermisches Verhalten. Zündung: Zi-Za-Versuche.
584 Brennweise. Brennzeit. Wärme. Temperatur. Leuchtintensität.
585 Verbrennungsprodukte der Buntfeuer.
586 Friedensbuntfeuerwerke (Land-, Wasserfeuerwerk).
587 Friedensfeuerwerkskörper (Buntlicht) mit Bewegung beim Abbrennen.
588 Kriegsfeuerwerkerei mit Buntfeuer.
589 Besondere Buntfeuerwerke.

59 Lumineszenz = Kaltleuchterscheinungen.

590 Fluoreszenz.
591 Phosphoreszenz.
592 Tribolumineszenz.
593 Thermolumineszenz.
594 Lumineszenz bei Bildung von Alkalihalogeniden.
595 Kaltlicht echter Gasreaktionen.
596 Lumineszenz bei Oxydation von Phosphor, Phosphorverbindungen.
597 Lumineszenz bei Oxydation anorganischer Stoffe (außer P). Aktiver Stickstoff.
598 Lumineszenz bei Oxydation organischer Stoffe.
599 Biolumineszenz.

6 Physikalische Momente bei der Verbrennung.

60 Kalorimetrie von Brenn-, Schieß-, Sprengstoffen.

600 Kalorimetrie fester, flüssiger Brennstoffe. Volumen konstant.
601 Kalorimetrische Werte bei konstantem Druck.
602 Geschwindigkeits-Zeitmessung bei Kalorimeterbestimmungen.
603 Gaskalorimeter (Junkers).
604 Andere Kalorimetermethoden.
605 Wärmetönungen aus bestimmten Stoffeigenschaften.
606 Kalorimetrie von Mischungen aus Aktiv- und Passivbrennstoffen.
607 Kalorimetrie von Verbindungen aus Aktiv- und Passivbrennstoffen.
608 Kalorimetrie von thermoexplosiven Stoffen (exothermer Zerfall).
609 Kalorimetrie verbunden mit Thermometrie.

61 Materialzerstörung bei Verbrennungen (unter Druck).

610 Ausbrennung in Kalorimeterbomben.
611 Ausbrennung bei Dauerverbrennung oder -explosion. Motorausbrennung.
612 Ausbrennung enger Öffnungen durch Explosionsgase.
613 Ausbrennung bei Explosionsversuchen.
614 Wärmeabgabe bei Schußwaffen.
615 Rohrausbrennung bei Waffen. Korrosion. Erosion.
616 Korrosion, Erosion bei Waffen infolge von Dauerbeschuß.
617 Methoden zur Verhinderung von Waffenausbrennung.
618 Reiboxydationsversuche zur Erklärung der Ausbrennungsvorgänge.
619 Okklusionstheorie zur Erklärung der Ausbrennungsvorgänge.

62 Momente zur Ergründung von Verbrennungshypothesen.

620 Besonderer Bau von Brennstoffen.
621 Abbau der Kohlenstoffverbindungen beim Verbrennen.
622 Vergleich der Verbrennung mit oxydativem Abbau des Moleküls in Lösung.
623 Vergleich des Brennvorgangs mit Lösevorgang.
624 Röntgendiagramme während des Verbrennens.
625 Besondere Rolle des Sauerstoffs und anderer Aktivatoren.
626 Kettenreaktionen.
627 Bildungswärmen.
628 Zersetzungs-Verbrennungswärmen. Explosionswärmen.
629 Thermodynamik. Mechanische Wärmetheorie. Gesetz von Erhaltung des Stoffes.

63 Thermometrie. Temperaturmessung.

630 Ausdehnungsthermometer mit Flüssigkeiten.
631 Thermometrie durch Messung der Ausdehnung, Sinterung fester Stoffe.
632 Temperaturmessung durch Beobachtung von Schmelzreaktionen.
633 Farbenthermoskope (Farbpyrometrie).
634 Temperaturmessung durch Manometrie.
635 Temperaturmessung durch Thermoelemente.
636 Temperaturmessung durch Strahlungsmessung.
637 Temperaturmessung mittelst Spektrogrammaufnahme.
638 Temperaturmessung durch Radioaktivmaterialien.
639 Temperaturberechnung aus Kalorienmenge und spezifischer Wärme.

64 Wärmemomente bezügl. Aggregatzustandsänderungen.

640 Schmelzvorgang.
641 Erstarrungsvorgang.
642 Siede-Verdampfungsvorgang.
643 Verdunstung = Verdampfung unterhalb des Siedepunktes.
644 Verdunstung von Brennflüssigkeiten.
645 Sublimation = Verdampfung von Feststoffen.
646 Spezifische Wärme.
647 Feuchtigkeit in der Luft. Hygrometrie.
648 Feuchtigkeitsaufnahme durch lagernde Stoffe. Feuchtigkeitsbeseitigung — Trocknung.
649 Wolken. Nebelbildung in Natur.

65 Luftströmung. Wind. Wirbel.

650 Windentstehung.
651 Windmessung im Freien. Windstärke, -geschwindigkeit.
652 Besondere mechanische Winderzeugung.
653 Winderzeugung durch Zuführung positiver, negativer Wärme (ohne Feuer).
654 Winderzeugung in Umgebung von Brandort. (Ein einziges frei brennendes Feuer.)
655 Winderzeugung durch mehrere gleichzeitig brennende Feuer.
656 Winderzeugung durch geführte Feuer.
657 Wirbelung — Wirbelstürme — Tornados — Windhosen.
658 Besondere Wirbelerzeugung bei heftigen Verbrennungen, Explosionen.
659 Strömungslehre — Turbulenz. Windkanalmessungen.

66 Wärmeübertragung.

660 Wärmeleitung fester Stoffe.
661 Schnelligkeit der Wärmeübertragung.
662 Wärmeleitung bei Flüssigkeiten. Wärmekonvektion.
663 Wärmeleitung und Konvektion in Gasen.
664 Wärmeleitung, Konvektion in hochverdünnten Gasen.
665 Wärmestrahlung.
666 Besondere Wärmestrahlen: ultrarote Strahlen.

667 Gasstrahlung. Flammenstrahlung.
668 Wärmedurchgang, Wärmedurchlässigkeit (Diathermanität).
669 Wärmeschutz = Erhaltung des Wärmezustandes.

67 Feuerlöschung. Löschmethoden.

670 Abkühlung, Abkühlungsgeschwindigkeit.
671 Besondere technische Abkühlungsmethoden.
672 Feuerlöschung infolge Abkühlung durch Gase.
673 Feuerlöschung infolge Abkühlung durch Flüssigkeiten.
674 Feuerlöschung infolge Abkühlung durch Feststoffe.
675 Feuerlöschung infolge Feuererstickung durch Feststoffe.
676 Feuerlöschung infolge Feuererstickung durch Flüssigkeiten.
677 Besondere chemische Feuerlöschung durch Flüssigkeiten.
678 Schaumlöschung = Löschung mit Gemisch aus Flüssigkeit und Luft.
679 Feuerlöschung infolge Feuererstickung durch Gase.

68 Verhütung von Feuerausbreitung. Feuerdämpfung.

680 Zusatz unbrennbarer Stoffe macht Brennstoffe unbrennbar!
681 Metalle (Netze) als Funkenfänger.
682 Metalle (Netze) als Flammenfänger.
683 Sicherung der Grubenlampe durch Drahtnetze.
684 Metallwolleeinlagen in Explosivgasleitungen.
685 Nichtmetalle zur Verhinderung der Fortpflanzung von Explosionsflammen.
686 Verhinderung von Staub-, Nebel-, Gasexplosionen bzw. ihrer Ausdehnung durch Zumischung von Gesteinstaub und ähnlichen Nichtbrennstoffen.
687 Vernichtung von Explosionsflammen durch Besatz.
688 Feuerdämpfung bei Sprengungen durch Wasservorlage und ähnliche Vorkehrungen.
689 Dämpfung des Mündungsfeuers.

69 Feuer-, Flammschutz. Feuersichere Lagerung. Feuerfeste Stoffe.

690 Feuerschutz durch anorganische Stoffe, die beim Brennen erstickende Gase entwickeln.
691 Feuerschutz durch anorganische Substanzen, die in Hitze inkrustierenden Glasüberzug ergeben.
692 Feuerschutz durch Anstriche mit schlechter Wärmeleitung.
693 Feuerschutz durch Metallsalze organischer Säuren.
694 Feuerschutz durch schwer brennbare organische Stoffe.
695 Prüfmethoden der Feuerimprägnierung.
696 Prüfung der Imprägnierungen mit besonders heißen Flammen.
697 Feuersichere Lagerung.
698 Feuersichere Abstände brennbarer Stoffe.
699 Feuerfeste Materialien.

7 Explosionsmomente, allgemeine.

70 Explosion: Definitionsbegründung. Explosion physikalisch, unecht.

700 Definition von Explosion, Detonation (ungerichtet, gerichtet). Bau der Explosivstoffe.
701 Explosion, physikalisch: Entlastung hochgespannter Gase. Gewöhnliche Temperatur.
702 Explosion, physikalisch: Entlastung hochgespannter Dämpfe. Hohe Temperatur.
703 Explosion, physikalisch: Entspannung flüssiger Gase.
704 Explosion, physikalisch: Implosion.
705 Explosion, physikalisch: Plötzlicher Gasdruck durch hohe Temperatur.

Biblioteka Naukowa ASG

706 Explosion, physikalisch: Druckentspannung bei Feststoffen (Flüssigkeiten).
707 Physikalische Sprengversuche.
708 Explosion, physikalisch: Druck durch chemische nichtexplosive Vorgänge.
709 Molekülbewegung bei Explosionen nach kinetischer Gastheorie.

71 Feuer als Explosionsmoment.

710 Feuer bei Explosion von Gas, Nebel, Staub.
711 Feuer bei ungerichteter, gerichteter Explosion von Sprengstoffgemischen.
712 Feuer bei ungerichteter, gerichteter gasloser Explosion von Sprengstoffgemischen.
713 Feuer bei ungerichteter, gerichteter Explosion von Verbindungen (Nitrokörper).
714 Feuer bei Deflagration, Verpuffung von Sprengstoffen. Knackfunken.
715 Feuer bei ungerichteter, gerichteter Explosion teilweise thermexplosiver Stoffe.
716 Feuer bei ungerichteter, gerichteter Explosion von thermexplosiven Stoffen.
717 Feuer bei ungerichteter Explosion von Schießmitteln.
718 Feuer bei gerichteten Schießmitteln = Mündungsfeuer.
719 Explosionswärme. Explosionstemperatur. Anwendung von Explosionsflammen. Ionen.

72 Explosionsfeuer und Zündung auf Umgebung. Schlagwettersicherheit.

720 Feuer ungerichteter, gerichteter Explosionen in unbrennbaren Gasen.
721 Feuer ungerichteter Explosionen in brennbaren Gasen (Grubengas).
722 Feuer gerichteter Explosionen in brennbaren Gasen (Grubengas).
723 Feuererscheinung bei ungerichteten, gerichteten Explosionen im Vakuum.
724 Feuererscheinung ungerichteter Explosionen in unbrennbarem Nebel, Staub.
725 Feuererscheinung gerichteter Explosionen in unbrennbarem Nebel, Staub.
726 Feuererscheinung bei ungerichteten Explosionen in brennbarem Nebel, Staub. (Kohlenstaub.)
727 Feuererscheinung bei gerichteten Explosionen in brennbarem Nebel, Staub (Kohlenstaub).
728 Schlagwettersicherheit.
729 Feuererscheinung gerichteter Explosivstoffe unter Feststoffen, Flüssigkeiten, unbrennbaren, brennbaren.

73 Rauch-, Schwadenerscheinung bei Spreng-, Zünd-, Schießmitteln.

730 Fremdschwaden bei Spreng-, Zünd-, Schießmitteln, ungerichtet, gerichtet.
731 Eigenschwaden bei ungerichteten Spreng-, Zündmitteln. Schwadeneffekt.
732 Eigenschwaden bei gerichteten Spreng-, Zündmitteln.
733 Eigenschwaden bei Teildetonation von Spreng-, Zündmitteln.
734 Eigenschwaden bei ungerichteten Schießmitteln.
735 Eigenschwaden bei gerichteten rauchstarken Schießmitteln (Schuß).
736 Eigenschwaden bei gerichteten rauchschwachen Schießmitteln (Schuß).
737 Schwadenanalyse bei ungerichteten Explosionen.
738 Schwadenanalyse bei gerichteten Explosionen.
739 Besondere Schwadenuntersuchung: Sekundärreaktionen.

74 Knall als Explosionsmoment. Besondere Knallerzeugung. Knalldämpfung.

740 Knall als Longitudinalwellengemisch. Fortpflanzungsgeschwindigkeit.
741 Ohr, Reichweite. Schallmeßverfahren. Abhorchgerät.
742 Knallstärke, Knallfarbe, Knalldruck.
743 Knall bei ungerichteten Explosionen.
744 Explosionsknall unter besonderen Bedingungen: Über-, Unterdruck (Vakuum).
745 Explosionsknall bei gerichteten Explosionen.
746 Explosionsknall bei gerichteten Schießmitteln.
747 Besondere Knallerzeugung durch Explosion besonderer Stoffe.
748 Knallreflexion, Brechung, Interferenz. Resonanz, Zone des Schweigens.
749 Knalldämpfung.

75 Explosionsgeschwindigkeit, Detonationsgeschwindigkeit. Messung. Berechnung.

750 Explosionsgeschwindigkeit bei Gasexplosionen (Messung).
751 Explosionsgeschwindigkeit bei Nebeln, Stäuben (Messung).
752 Brenn-Explosionsgeschwindigkeit von Treibmittelgemischen (Messung).
753 Brenn-Explosionsgeschwindigkeit von Treibmittelverbindungen (Messung).
754 Brenn-Explosionsgeschwindigkeit von Pulvern in der Waffe: Progressivität (Messung).
755 Meßmethoden der Explosions-Detonationsgeschwindigkeit.
756 Explosions-Detonationsgeschwindigkeit bei Sprengstoffgemischen (Messung).
757 Explosions-Detonationsgeschwindigkeit bei Sprengstoffverbindungen (Messung).
758 Explosions-Detonationsgeschwindigkeit bei thermexplosiven Stoffen (Messung).
759 Berechnung der Explosions-Detonationsgeschwindigkeit.

76 Gasdruck, Gasmenge bei Explosivstoffen.

760 Gasdruckmessung bei Gas-, Nebel-, Staubexplosionen.
761 Gasdrucke bei gasbildenden Sprengmitteln.
762 Gasdrucke bei gaslos sich umsetzenden Sprengstoffen.
763 Gasdrucke bei Zündmitteln.
764 Gasdrucke bei thermexplosiv zerfallenden Stoffen.
765 Druckverlauf bei der Gasdruckmessung von Spreng-, Zündmitteln.
766 Gasdrucke bei Treibmitteln.
767 Druckverlauf bei Treibmitteln in der Waffe. Nachwirkung der Pulvergase.
768 Berechnung von Explosionsgasdrucken.
769 Gasmengen bei Explosivstoffen.

77 Brisanz — Brisanzmessung.

770 Begriff der Brisanz.
771 Bleiplattenprüfmethode.
772 Plattenprüfung mit Platten aus anderem Material als Blei.
773 Bleiblockprüfung nach Trauzl (Heß).
774 Sprengung in Tiegel, Hülsen (Eisen, andere Materialien).
775 Zerlegung zäher, spröder Körper als Brisanzmessung.
776 Stauchmethoden zur Messung der Brisanz, des Detonationsdruckes.
777 Nagelbiegeprobe zur Messung der Brisanz, des Detonationsdruckes.
778 Phlegmatisierungsprüfung als Brisanzmessung.
779 Brisanzmessung bei nachgiebiger Wand (Rückstoßmessung).

78 Explosionsvorgang im Explosivstoff. Welle. Chemischer Stoß (Nahstoß).

780 Wellenerscheinung bei Gasexplosionen (Oszillationen).
781 Wellenerscheinung bei Explosion von Flüssigkeiten, Feststoffen.
782 Besondere Momente zur Erhärtung der Hypothese von der Detonationswelle. Reflexion, Interferenz, Brechung, Beugung.
783 Molekularreaktionskinetische Vorstellungen vom Detonationsvorgang.
784 Leuchteffekt — Feuererscheinung beim Explosionsstoß.
785 Wellenstoß bei Initiatoren. Wesen der Initiierung.
786 Mitwirkung von Luft, anderen Gasen im oder am Sprengstoff bei Ausbildung der Stoßwelle.
787 Einfluß eines umgebenden Vakuums auf Ausbildung der Stoßwelle.
788 Einfluß von indifferenten Stoffen im Sprengstoff selbst auf Detonationswelle. Phlegmatisierung.
789 Schwadengeschwindigkeit. Schwadenreichweite.

79 Explosivwirkung außerhalb des Explosivstoffs. Übertragung des Explosionsstoßes. Verdichtungsstoß.

790 Physikalischer Stoß und chemischer Explosionsstoß.
791 Fortpflanzungsgeschwindigkeit, Reichweite des Explosionsstoßes.
792 Wirkung von Explosionswellen im Erdboden auf tote, lebende Körper. Erschütterungssprengungen zur Lagerstättenforschung.

793 Stoßwirkung über kurze Entfernungen als Resonanz. Influenzzündung.
794 Verstärkte Stoßwirkung (Reflexion) bei Nahstoß, Fernstoß.
795 Saugwirkung des Explosionsstoßes.
796 Stoßwirkung auf Gase — Luft. Tornadowirkung.
797 Stoßwirkung auf einheitliche flüssige, feste Stoffe.
798 Wirkung des Explosionsstoßes auf kombinierte Materialien. Tornadowirkung. Ausblasesystem.
799 Wirkung des Explosionsstoßes auf Lebewesen.

8 Schießmomente. Sprengmomente.

80 Waffe und Geschoß. Innere Ballistik.

800 Laufmaterial, Laufaufbau.
801 Laufbeanspruchung beim Schuß.
802 Patrone, Kartusche.
803 Patronenhülse, Kartusche beim Schuß.
804 Geschosse für Handfeuerwaffen.
805 Besonderes bezügl. Geschosse für Handfeuerwaffen.
806 Geschosse für Geschütze.
807 Besonderes bezügl. Geschosse für Geschütze.
808 Geschoßbeanspruchung beim Schuß.
809 Untersuchungen an Waffen, Geschossen nach dem Schuß.

81 Rückstoß bei gerichteten Explosionen.

810 Rückstoß als allgemeine physikalische Gegenwirkung.
811 Rückstoß bei gerichteten Sprengstoffen.
812 Rückstoß gerichteter Zündmittel (Sprengmittel).
813 Rückstoß bei Ausstoß von Feuerwerkskörpern (Leuchtsternen).
814 Rückstoß bei Gasexplosionen (Vorläufer des Waffenrücklaufs).
815 Widerstandsfähigkeit des Waffenmaterials. Laufvibrationen.
816 Rückstoß bei Waffen. Lafette. (Messung.)
817 Physiologisches Moment des Rückstoßes.
818 Abschwächung, Ausnützung des Rückstoßes bei der Waffe selbst.
819 Besondere Rückstoßverwertung bei Explosionen.

82 Raketen (Ausnutzung des Rückstoßes).

820 Vorläufer der Raketen mit Pulverantrieb.
821 Raketen mit einmaliger Stoßladung. Verdichtungsart.
822 Raketen nach Stufenprinzip.
823 Raketen mit besonderer Führung.
824 Hochleistungsraketen.
825 Physikalische Untersuchung der Raketen.
826 Besondere Anwendung von Raketen. (Raketenwirkung allein!)
827 Raketen mit Lastentransport.
828 Raketenautomobil, Raketenmotor.
829 Weltraumrakete.

83 Äußere Ballistik. Flugbahnen. Schußbahnen.

830 Flugbahnen beim Wurf von Hand, Maschine (ohne Schießmittel).
831 Flugbahn beim Wurf aus bewegten Maschinen.
832 Flugbahn der Geschosse aus ungezogenen Rohren.
833 Luftwiderstand.
834 Schuß aus gezogenem Rohr: Drall.
835 Ballistische Kurve. Schußweite, -höhe. Besondere Atmosphäre. Rasanz, Streuung.
836 Kopf-Schwanzwelle am fliegenden Geschoß.

837 Sichtbarmachung der Flugbahn.
838 Besondere Flugbahnen. (An Masse verlierende Geschosse.)
839 Schuß auf erzwungener Bahn.

84 Geschoßgeschwindigkeit. Mündungsenergie.

840 Meßmethoden der Geschoßgeschwindigkeit.
841 Sonderergebnisse bei der Geschoßgeschwindigkeitsmessung.
842 Mündungsenergie.
843 Messung der Mündungsenergie = praktische Pulverproben.
844 Pulverkraftmaschinen.
845 Stoßwirkungen beim Schuß ohne Durchschlag.
846 Stoßwirkungen von Kugeln auf Gase.
847 Besondere Schußwirkungen mit Flüssigkeiten als Geschoß.
848 Schußwirkungen mit Platzpatronen und ähnlicher Munition.
849 Auftreffknall.

85 Eindringtiefe, Durchschlagsvermögen von Geschossen.

850 Eindringtiefe, Durchschlagsvermögen von Geschossen aus Waffen (ohne Sprengwirkung).
851 Eindringtiefe, Durchschlagsvermögen bei Geschossen mit besonderer Flugbahn.
852 Eindringtiefe, Durchschlagsvermögen bei Geschossen aus besonderem Material.
853 Eindringtiefe, Durchschlagsvermögen bei Geschossen mit Ultrageschwindigkeit.
854 Bewegung des Geschosses nach dem Aufschlag, Durchschlag. Querschläger.
855 Eindringtiefe bei schiefem Auftreffen.
856 Prellschüsse. Ablenkung vor dem Ziel. Ricochetteschuß.
857 Geschoßwirkung in Flüssigkeiten, halbfesten Körpern (totes Material). (Mechanische Explosivstoßwirkung.)
858 Dum-Dum-Geschosse.
859 Schußwirkung auf lebende Körper.

86 Sprengwirkung bei ruhenden Sprengmitteln. Sprengtechnik.

860 Allgemeine Sprengtechnik.
861 Besatz, Verdämmung bei Sprengungen.
862 Auflagesprengung.
863 Torpedierungssprengung als besondere Sprengart.
864 Splitterwirkung ruhender Sprengstoffe im Einschluß (Nahstoß).
865 Gewinnungssprengung.
866 Sprengkulturverfahren.
867 Beseitigungssprengung.
868 Zerstörungssprengung (militärische).
869 Zerstörungssprengung durch Attentate. Schutzsprengung.

87 Sprengwirkung bei in Bewegung befindlichen Sprengmitteln.

870 Bombenwurf bei Attentaten.
871 Handgranaten.
872 Flugzeugbomben.
873 Explosivgeschosse aus nichtgezogenen Rohren.
874 Explosivgeschosse aus gezogenen Handfeuerwaffen.
875 Explosivgeschosse aus gezogenen Geschützen.
876 Geschoßexplosion im Rohr — Rohrkrepierer. — Rohrzerspringer.
877 Splitterwirkung in Luft bei bewegten Sprengstoffen.
878 Splitterwirkung bewegter Sprengkörper nach Eindringen in Stoffe.
879 Besondere Splitterwirkung bewegter Explosivgeschosse.

88 Sprengwirkung in Flüssigkeiten — Wasser.

880 Druckfortpflanzung, Kompression bei Flüssigkeiten. Eudiometrie.
881 Ruhende Sprengstoffe in Wasser. Seeminen.
882 Ruhende Sprengstoffe unter Wasser gegen luftgefüllte Körper.

883 Sondererscheinungen: Reflexion, Wirbel, Fernwirkung.
884 Wirkung des Explosionsstoßes unter Wasser auf Lebewesen.
885 Sprengwirkung bewegter Sprengstoffe in Wasser.
886 Torpedo.
887 Sprengung unter anderen Flüssigkeiten als Wasser.
888 Torpedosprengung unter anderen Flüssigkeiten als Wasser gegen Luft.
889 Sprengung in plastischen Medien.

89 Stoffverhalten gegenüber Explosionen. Materialprüfung. Panzerschutz. Korpuskularstrahlen.

890 Explosive Materialprüfung des Stahls.
891 Explosive Materialprüfung von anderen Metallen als Eisen.
892 Explosive Materialprüfung von Legierungen (außer Stahl).
893 Metall — Stahl — als Panzerschutz.
894 Explosivmaterialprüfung von Holz.
895 Explosivmaterialprüfung von Gesteinen, Baumaterial für Häuser, Straßen. Schutzbauten.
896 Explosivmaterialprüfung von Glas.
897 Explosivmaterialprüfung von amorphen Feststoffen (außer Glas).
898 Allgemeine physikalische u. chemische Stoffänderungen durch Explosionen.
899 Korpuskularstrahlen bei explosiver Materialzerstörung.

9 Nebelstoffe, Rauchstoffe. Giftkampfstoffe.

90 Nebelerzeugung.

900 Natürliche Nebel, Kondensation von verdunstetem, verdampftem Wasser.
901 Nebelerzeugung durch Kondensation bei Verdampfung niedersiedender Flüssigkeiten.
902 Dispersion von Flüssigkeiten durch Hindurchleiten von Gasen.
903 Nebelerzeugung durch Dispersion von Wasser.
904 Nebelerzeugung durch Dispersion anderer Flüssigkeiten als Wasser.
905 Nebelerzeugung durch Kondensation infolge Abkühlung.
906 Nebelerzeugung durch Kondensation — Wasseranziehung.
907 Nebelerzeugung durch Kondensation bei chemischen Reaktionen.
908 Apparative Einrichtungen betr. Vernebelung im Kriege = Tarnnebel.
909 Nebelerzeugung auf Entfernung, Nebelgeschosse, Nebelbomben.

91 Staub. Raucherzeugung. Rauch zur Tarnung. Signal-Buntrauch.

910 Staub.
911 Rauch. Allgemeine, historische Betrachtungen.
912 Raucherzeugung durch Verstäubung.
913 Raucherzeugung durch Verbrennung anorganischer Substanzen.
914 Raucherzeugung durch Verbrennung organischer Substanzen.
915 Beabsichtigte Rauchentwicklung = Rauchtarnung! Feststehende Rauchapparaturen. Schwarz-Weiß-Rauch.
916 Raucherzeugung auf Entfernung: Rauchmunition für Tarnung, Rauchmunition für Signalzwecke.
917 Buntgefärbte Dämpfe = Art von Buntrauch.
918 Buntrauch, anorganischer, bei Verbrennungen.
919 Buntrauch, organischer, bei Verbrennungen.

92 Mechanische Methoden zur Beurteilung, Erkennung, Beseitigung von Nebel, Staub, Rauch.

920 Feinheitsmessung. Oberfläche, Form der einzelnen Tropfen, Staubteilchen.
921 Dichte-, Stärkemessungen. Deckkraft von Nebel, Rauch, Staub in der Gesamtheit.
922 Rauchfarbe. Rauchfahne. Rauchring. (Rauchkasten.)
923 Strömung von Nebel, Rauch in der Natur.
924 Strömung von Nebel, Rauch, Staub in begrenzten Räumen.

925 Diffusionsversuche mit Nebel, Rauch.
926 Adsorption, Seßhaftigkeit. Staubbindung. Spüleffekt.
927 Meßapparaturen für Staub, Rauch mittelst der Adsorption.
928 Besondere Apparatur zur Rauchbeseitigung: Rauchverzehrer.
929 Filterung von Rauch. Rauchbeseitigung durch Gasmaske.

93 Akustische, kalorische, optische, elektrische, chemische Eigenschaften zur Erkennung, Beseitigung von Nebel, Rauch.

930 Akustische Eigenschaften von Nebel, Rauch.
931 Kalorische Eigenschaften von Nebel, Rauch.
932 Optische Eigenschaften von Nebel — Rauch.
933 Verhalten von Nebel, Rauch zu besonderen Strahlungen. Photozelle.
934 Elektrisches Verhalten von Nebel — Rauch.
935 Beseitigung von Nebel, Rauch durch Cottrell-Verfahren.
936 Chemische Eigenschaften von Nebel — Rauch.
937 Chemische Analyse von Nebel — Rauch.
938 Chemische Materialschädigung durch Nebel, Rauch, Staub.
939 Physiologische Eigenschaften von Nebel, Rauch (Staub).

94 Giftkampfstoffe: Darstellung, Reinigung. Chemische Spezialreaktionen.

940 Augenreizstoffe, anorganische.
941 Augenreizstoffe, organische.
942 Nasen-Rachenreizstoffe, anorganische.
943 Nasen-Rachenreizstoffe, organische.
944 Hautgiftstoffe, anorganische.
945 Hautgiftstoffe, organische.
946 Lungengiftstoffe, anorganische (Atemgifte, Blutgifte).
947 Lungengiftstoffe, organische (Atemgifte, Blutgifte).
948 Reizstoffe mit neuartigen Wirkungen, anorganische.
949 Reizstoffe mit neuartigen Wirkungen, organische.

95 Giftkampfstoffe, besondere physikalische Eigenschaften hinsichtlich Anwendung, Wirkung.

950 Feinheitsmessung der vernebelten, verstäubten Giftkampfstoffe (Einzelteilchen).
951 Dichte-, Stärkemessungen (Gesamtmenge) bei Giftkampfstoffen.
952 Löslichkeit. Diffusion in Flüssigkeiten, Lösungen.
953 Adsorption der Giftstofftröpfchen, des Giftstoffrauchs an Feststoffen.
954 Adsorptionsversuche der Giftstoffteilchen an Flüssigkeiten.
955 Seßhaftigkeit der Giftkampfstoffe.
956 Akustische Eigenschaften von Giftkampfstoffen.
957 Kalorische Eigenschaften von Giftkampfstoffen.
958 Optische Eigenschaften von Giftkampfstoffen.
959 Elektrische Eigenschaften von Giftkampfstoffen.

96 Methoden zur Verfeinerung von Giftkampfstoffen infolge ihrer Flüchtigkeit. Geschoßlaborierungsmethoden.

960 Flüchtigkeit. Verdampfbarkeit von Giftkampfstoffen.
961 Übertragung physiologischer Wirkung durch Rauchen.
962 Feinverteilung durch Verbrennungsreaktion der Umgebungsstoffe.
963 Feinverteilung durch Blasverfahren.
964 Abstäuben, Abregnen (Sprenkeln) ohne Druck.
965 Abstäubungs-, Abregnungsverfahren unter Druck.
966 Schießen, Werfen einlaborierter Giftkampfstoffe. (Flugzeugbomben.)
967 Feinverteilung durch Explosionsdruck auf den in einem Lösungsmittel eingebetteten Kampfstoff.
968 Feinverteilung der eingeladenen Giftkampfstoffe durch direkten Schlag der detonierenden Zünd- oder Sprengladung.
969 Feinverteilung durch eingebaute Heizmittel.

97 Physiologische Wirkungen der Giftkampfstoffe.

970 Geruch. Geruchsvermögen. Riechstoffe.
971 Geschmack. Schmeckvermögen. Schmeckstoffe.
972 Gefühl. Haut. Hautreize.
973 Pharmakologie. Giftkampfstoffwirkung und chemische Konstitution. Giftbekämpfung. Chemotherapie.
974 Physiologische Wirkung und Gegenwirkung bei Augenreizstoffen.
975 Physiologische Wirkung und Gegenwirkung bei Nasen-Rachenreizstoffen (Blaukreuz).
976 Physiologische Wirkung und Gegenwirkung bei Hautgiftstoffen (Gelbkreuz).
977 Physiologische Wirkung und Gegenwirkung bei Lungengiftstoffen (Grünkreuz).
978 Physiologische Wirkung u. Gegenwirkung, besondere: Giftkampfstoffe neuer Art.
979 Schädlingsbekämpfung. Infektion, Desinfektion. Konservierung.

98 Giftstoffabwehr durch Gasmaske. Künstliche Atmung. Kollektivgasschutz. Entgiftung.

980 Durchlässigkeit fester Stoffe für Gase.
981 Durchlässigkeit fester Stoffe für Nebel, Schwebstoffe.
982 Gasmaske (für Menschen, Tiere).
983 Gasmaskenatmung. Besondere Maskeneinsätze.
984 Atemeinsatz: Funktionsdauer, Regenerierung.
985 Gasmasken mit chemisch aktiven Einsätzen.
986 Künstliche Atmung: Frischluftgerät, Sauerstoffgerät.
987 Chemische Sauerstoffgeräte zur Atmung.
988 Kollektivschutzräume gegen Giftkampfstoffe.
989 Entgiftung.

99 Atmung, Wärmehaushalt der Lebewesen. Thanatologie.

990 Normalatmung der Warmblüter, der Menschen.
991 Blutuntersuchungen.
992 Atemferment.
993 Atmung bei anormalem Sauerstoffgehalt. Druck-Temperatur normal.
994 Atmung bei anormalen Druck-, Temperaturverhältnissen.
995 Atmung der Kaltblüter, der niederen Tiere. Insekten.)
996 Pflanzenatmung — Assimilation.
997 Atmung niederer Pflanzen — Bakterienatmung.
998 Verdauung als dunkle Oxydation.
999 Wärmehaushalt der Lebewesen. Thanatologie.

Feuer — Brandmittel. 0

Wasserstoff. Edelgase. 00

Molekularer Wasserstoff — Flaschengas. 000

Zi-Versuche mit Luft, mit Sauerstoff. Produkte. 0

Za-Versuche mit Luft.

Aus Röhren ausströmendes Gas an Luft entzündet. Röhrenmaterial. Zumischung von indifferentem Gas. Flammenfarbe. Flammengröße und Druck. Wie weit vor Öffnung ist Gas entzündbar? 1

Brennende H-Flamme in umgekehrten Zylinder mit Luft oder mit O halten: Brennzeit. Umsatzprodukte. 2

Brennende H-Flamme auf Wasser, Eis leiten: 3

Art der Verbrennung.

H-Flamme auf Metallöss. z. B. Goldlöss. (Hofmann 540.)

Brennen von H aus mit H gefüllten Zylindern: Zylinderdimensionen, Brennzeit, Flammenfarbe. Wasserstreifen. 4

Rolle der Feuchtigkeit bei Zylinderbrennversuchen: Zylinder über Hg, Palatinol. 5

Wasserstoff unterhält Verbrennung nicht. (H passiv) 6

Seifenblasenversuche. (113. 116) 7

Gemisch von H mit Luft, mit O an glühender Spirale vorbeiströmen lassen (Pt-spirale.) (vgl. unter Eudiometerversuch 518. 880) 8

An brennende H-Flamme (aus Rohr) Preßluft, O heranleiten: 9

Flammenänderung?

Umkehr dieser Anordnung!

Verbrennung von Mischungen des H mit Luft, mit O. 001

Zi-Versuche von H mit Luft, mit O (elektrolytisches Knallgas). 0

Za-Versuche.

Verwendung des Bunsenbrenners (Explosionsgefahr) (525)

H durchleiten, Luft- O- ansaugen, 1

H ansaugen, Luft- O- durchleiten. 2

Knallgasgebläse: (109)

Ruhiges Brennen im Gegensatz zu Knallgasexplosion! (s. Gasexplosion, Flamme, Knallgasmotor!) 3

(Sicherung beim Gebläse gegen Explosion s. bei Feuerverhütung, hohe Temp. bei Temperaturmessung.) 4

Geschwindigkeit, mit der H wie auch Luft resp. O durch die Röhre strömen, u. die entsprechende Brennweise sowie Brenngeschwindigkeit. 5

Verbrennungsprodukte im Gegensatz zur einfachen Verbrennung. 6

Flüssiger Wasserstoff. 002

Atomarer = nascierender Wasserstoff. 003

Gegensätze zum molekularen Wasserstoff.

H aus Occlusionen: Pd, Pt, Rh, Cu. 0—4

H frisch chemisch dargestellt. 5—9

Ortho-Para-wasserstoff. (Deuterium) 004

Unterschiede gegenüber gewöhnlichem H, bzgl. der Verbrennung,

Produkte: schweres Wasser.

Verschiedene Zündbarkeit, Flamme von leichtem, schwerem Wasserstoff (163. 524)

005 Verbrennungsreaktionen mit Halogenen.
Zi-, Za-Versuche mit allen Arten Wasserstoff.
Halogene aktiv, z. B. Chlor.
Reaktion mit nasc. H, d. h. Reaktion mit Wasser, z. B. Wirkung des Fluors (s. Ozon) (vom Wasser reagiert nicht der O, sondern der H).
(Explosionen von Chlorknallgas 120.)

006 Verbrennungsreaktionen mit der Schwefelgruppe.
Alle Arten von S, Se, Te. Dämpfe.
Zi-, Za-Versuche.
Wirkung der S-Elemente auf Wasser.

007 Verbrennungsreaktionen mit der N-Gruppe.
Alle Arten von Wasserstoff, ebenso alle Arten der N-Elemente, also z. B. auch aktiver Stickstoff (Ammoniakhochdrucksynthese).
Wirkung der N-Elemente auf Wasser.
Wirkung von P. As. Sb.
Rohstoffmomente (vgl. 011. 017. 028. 048. 087. 091. 080. 088. 150).
Ersatz von Naturstoffen durch Synthese aus leichter zugänglichen Elementen oder Verbindungen (vgl. Kautschuk 088).
Entscheidend, ob Ersatz dauernd oder nur für beschränkte Zeit, eben für Kriegsfall, gelten soll.

008 Verbrennungsreaktionen mit Silizium, Bor.
Alle Arten von Wasserstoff, ebenso alle Arten von Silicium oder Bor.
Wirkung von Si, B auf Wasser.

009 Edelgase.
Bzgl. der Verbrennung wie bei allen chemischen Reaktionen negativ, also wesentlich bzgl. der Feuerdämpfung.
(s. Feuerlöschung, Atmung.)
Helium.
Neon.
Argon.
Krypton.
Xenon.
(Edelgase in diesem Abschnitt, weil sie im periodischen System ähnliche Ausnahmen sind wie H.)

01 Nichtmetalle (außer Wasserstoff).

010 Halogene.
Reaktionen mit Sauerstoff bei gewöhnlicher, höherer Temp. (Halogene reagieren durchweg nicht mit O!) F_2O_2 · Ruff. Ch. Ztg. 1936. 803.
Reaktionen der Halogene untereinander. Verbrennung von F in Cl. Ruff s. eben.
O macht aus keinem Fluorid F frei, wohl aber F aus meisten Oxyden O. (005, 120, 625.)

011 Schwefel und Schwefelverbindungen.
Rohstoffmomente (vgl. 007. 017. 029. 048. 087. 091. 080. 088).
Aufarbeitung von S-haltigen Rückständen (Gasreinigungsmasse, Leblanc-Soda).
Beschränkung der Verwendung von S auf notwendigste Gebiete (Sparstoffe).
0 Zi-Versuche an Luft, O mit allen S-Formen.
(ruhende, strömende Luft.)
(Langsame Oxydation s. Clusius-Reaktionsketten, Fortschr. f. Physik, phys. Chemie, Bd. 51, Heft 5 p. 40.)
1 Za-Versuche an Luft, Sauerstoff. Zündpunkt.
Luft, O auf brennenden S leiten.
Zylinderversuche mit Luft, O, ev. Abschluß über Wasser. (Zylindermaterial, Dimensionen, Brennzeit, Brennweise.) (Ausschwefeln!) (Nebel 907.)
2 Verbrennung unter Druck (O-Korb, Kalorimeter).
(SO_2 zu SO_3 verbrennbar?)

Einwirkung von Halogenen. 3
Zi-, Za-Versuche. Chlorflasche, Zylinderversuche. S verbrennt in F zu SF_6.
Schwefelwasserstoff mit Luft, Sauerstoff. 4
Zi-Versuche. Thermische Zersetzung (U-V-Licht).
(in Luft, in O. Zumischung von indifferentem Gas).
Za-Versuche: Brennen aus Röhren (Material). 5
Flamme auf kaltes Wasser, Salzlösungen.
Zylinderversuche: Röhrenflamme in Zylinder mit Luft hinein, Brennzeit. Produkte.
Brennen in Zylindern an Luft (ev. S-abscheidung).
Gemisch von H_2S mit Luft, O an glühender Spirale vorbei.
Mit Luft in Bunsenbrenner hinein.
Schwefelwasserstoff u. Halogene. 6
Perschwefelwasserstoffe u. Luft resp. O. 7
Perschwefelwasserstoffe und Halogene. 8

Selen, Selenverbindungen. Tellur, Tellurverbindungen. **012**

Selenmodifikationen an Luft, O: Zi-Versuche. 0
Selenmodifikationen an Luft, O: Za-Versuche. 1
Selenmodifikationen u. Halogene, Se u. Schwefel. 2
Selenwasserstoff u. Luft, O (Perselenwasserstoff) Schwefelselenide. 3
Selenwasserstoffe u. Halogene, sowie u. Schwefel. 4
Tellur an Luft, O: Zi-Versuche. 5
Tellur an Luft, O: Za-Versuche. 6
Tellur u. Halogene, Tellur u. Schwefel. 7
Tellurwasserstoff u. Luft, O. 8
Tellurwasserstoff u. Halogene sowie u. Schwefel, Selen. 9

Stickstoff u. Stickstoffverbindungen. **013**

N gewöhnlich (aktiver N bei Lumineszenz 597) an Luft, O. Stickoxydbildung bei hohen Temperaturen. (271.) Zi-Za-Versuche. 0
N und Halogene, N und S-Gruppe (Schwefelstickstoff 394). 1
Ammoniak an Luft, O: Zi-, Za-Versuche. 2
Ammoniak und Halogene, dto. S-Gruppe (S-SeTe-Dampf). 3
Hydroxylamin an Luft, O. 4
Hydroxylamin und Halogene, S-Gruppe (S-Halogenide usw.). 5
Hydrazin an Luft, O. 6
Hydrazin und Halogene, S-Gruppe (S-Halogenide usw.). 7
Sonstige NH-verbb. (Nitrilosulfosäuren usw.) 8

Phosphor. Phosphorbrandbomben. **014**

Weißer Phosphor an Luft, Sauerstoff. (Glanzverbrennung. 533.) Lagerung (P-Pipette-O-Absorption). 203. (P in Glühlampe.) 508. Zi-Versuche: P in Rohr mit ruhender, strömender Luft, ebenso mit Sauerstoff. 0
Sensibilitätsprüfung-Druck-Schlagwirkung (Zusatzstoffe, indifferente). P-Stabilisator-Diphenylamin. 477.
Selbstentzündlichkeit von P in Schwefelkohlenstoff. Zeitdauer (Wärmeleitung der Unterlage), Metalle, S, Kohlearten, Papier. Umsatzprodukte. P in CS_2 → gelbrote Produkte. 1
Brandbomben mit P in Schwefelkohlenstoff. (Laborierung s. 237, 315.)
Andere Lösungsmittel mit ähnlicher Wirkung wie CS_2. — $CSe_2 \cdot CTe_2$.
Verdunstungskälte von CS_2. Zeit bis zur P-Entzündung.
Za-Versuche von P an Luft, O. Entzündungsart, Brennzeit. 2
Auf brennenden P Luft, O leiten. Produkte.
Zylinderversuche mit Luft, O (Material, Dimensionen, Brennweise, Brennzeit, Produkte. Abschluß mit H_2O). (P-Nebel 907.)
Brandgeschosse mit festem weißem P: P durch Zünderwärme geschmolzen, herausgepreßt. Fliegerbrandpfeile (872). Ebenso Brandbomben. 3
Verbrennung von P unter Druck (O-Korb). 4
Weißer P und Halogene, S-Gruppe, S- Halogenide usw. 5
Zi-Versuche mit Halogenen (Cl-Zylinder).
Za-Versuche mit Halogenen.

Zi-Versuche mit S-Gruppe (S-Halogenide usw.).
Za-Versuche mit S-Gruppe (S-Halogenide).

6 Hellroter P an Luft, O. Zi-, Za-Versuche. (Andere P-Modifikationen.)

7 Hellroter P und Halogene, S-Gruppe, S-Halogenide usw. (Andere P-Modifikationen.)

8 Roter P an Luft, O. Übergänge von weiß—rot, umgekehrt.
Zi-Versuche wie oben bei weißem P.
Za-Versuche dto.

9 Roter P und Halogene, S-Gruppe, S-Halogenide usw. Zi-, Za-Versuche wie bei weißem P.

015 Phosphorverbindungen.

0 Phosphorwasserstoff, nicht selbstentzündlich (Darstellung s. 007).
Zi-Versuche. Therm. Zersetzung (U-V-Licht).
Za-Versuche. (Röhrenmaterial. Gemische mit brennbaren, unbrennbaren Gasen.)

1 PH_3, nicht selbstentzündlich, und Halogen, S-Gruppe.
Zi-, Za-Versuche. Gemische mit anderen Gasen.

2 Phosphorwasserstoff, selbstentzündlich, flüssig. (Darstellung s. 007.)
Zi-, Za-Versuche an Luft, O. Therm. Zersetzung (U-V-Licht), Verhalten zu Halogenen. S-Gruppe, S-Halogeniden usw.

3 Phosphorwasserstoff, selbstentzündlich, gasförmig. (Darstellung s. 007.) Darstellung aus Phosphiden: Blasengröße, Wassertiefe. 524, Drucküberwindung. (Torpedos, abgesackte 886.) Statt Wasser Lösungen usw. Kombinierte Lösungen usw. Vorkehrung (Riedel), um Entwicklung zu verzögern. Umwandlung von nicht selbstentzündlichem in selbstentzündlichen und umgekehrt.
Verhalten zu Luft, O. Zi- Za-Versuche.

4 Phosphorwasserstoff, selbstentzündlich, gasförmig und Halogene, S-Gruppe, S-Halogenide. Zi-, Za-Versuche.

5 Phosphorwasserstoff, fest. (Darstellung s. 007.) Zi-, Za-Versuche an Luft. O. Therm. Zers. (U-V-Licht). Verhalten zu Halogenen, S-Gruppe, S-Halogenide usw.

6 Phosphoroxyde. Verhalten zu Luft, O. Verhalten zu Halogenen, S-Gruppe, S-Halogenide.

7 Phosphorsulfide (ebenso Gemisch von P + S). (Schmelzen.) Verhalten zu Luft, O. (s. Zündsätze 471.)

8 Phosphorsulfide (ebenso Gemisch von S+P). Verhalten zu Halogenen, S-Gruppe, ($PSCl_3$dampf brennt).

9 Phosphor-N-Verbindungen. PH_3-verbb. mit Ammoniak, Piperidin usw. und Verhalten zu Luft, O, Halogenen usw.
Phosphame an Luft, O, Halogenen usw.

016 Arsen, Arsenverbindungen.

0 Arsen, graues, gelbes, Zi-Versuche an Luft, O. Produkte.

1 Arsen, graues, gelbes, Za-Versuche an Luft, O. dto.

2 Arsen, graues, gelbes, Zi-Versuche, Za-Versuche mit Halogenen (Cl-Flasche).

3 Arsen, graues, gelbes, und S-Gruppe, N-Gruppe (S-Halogenide, N-Halogene, N-Sulfide).

4 Arsenwasserstoff: Zi-Versuche an Luft, O. Therm. Zersetzung (U-V-Licht, Gasgemische). Za-Versuche (Röhrenmaterial usw.). (As-Nachweis.)

5 Arsenwasserstoff und Halogene, S-Gruppe, N-Gruppe usw. Zi-Versuche, Za-Versuche.

6 Arsensulfide (ebenso Mischungen von As+S), (Schmelzen.) und Luft, O.
Verhalten zu Halogenen, S-Gruppe, N-Gruppe.

7 As-Selenide, -Telluride und Luft, O, Halogene, S-N-Gruppe.

8 As-Nitride, As-Phosphide (Mischungen, Schmelzen).
Verhalten zu Luft, O.
Verhalten zu Halogenen, S-Gruppe, N-Gruppe.

9 Sonstige As-Verbindungen (Oxyde).
Verhalten zu Luft, O.
Verhalten zu Halogenen, S-Gruppe, N-Gruppe.

017 Antimon. Antimonverbindungen.

0 Antimon (Modifikationen, außer explosiv). Kurven auf Papier 503. Zi-Versuche an Luft. O.

1 Antimon wie eben. Za-Versuche an Luft, O.

Antimon. Versuche an Halogenen (Funken in Cl), S-Gruppe, N-Gruppe. 2
Explosives Antimon. Darstellung. Verhalten zu Luft, O (Zi- und Za-). 3
Explosives Antimon. Verhalten zu Halogenen. S-Gruppe. N-Gruppe. 4
Antimonwasserstoff: Zi-Versuche an Luft, O, Therm. Zersetzung (U-V-Licht, Gasgemische). Za-Versuche (Röhrenmaterial). (Sb-Nachweis.) 5
Versuche mit Halogenen, S-Gruppe, N-Gruppe.
Antimonsulfide (Mischungen, Schmelzen). (Zündsätze 471.) 6
Verhalten zu Luft O. Verhalten zu Halogenen, S-Gruppe, N-Gruppe.
Rohstoffmomente (vgl. 007. 011. 029. 047. 048. 087. 091. 080. 088).
Ersatz von Sb_2S_3 in Zündsätzen (s. 254, 471) durch ähnliche, leichter zugängliche Stoffe — periodisches System — As_2S_3.
Antimonselenide, -telluride (Mischung, Schmelze). 7
Verhalten zu Luft O. Verhalten zu Halogenen, S-Gruppe, N-Gruppe.
Sb-Nitride, Sb-Phosphide, Sb-Arsenide. 8
Verhalten zu Luft O. Verhalten zu Halogenen, S-Gruppe, N-Gruppe.
Sonstige Sb-Verbindungen (Oxyde). Verhalten zu Aktivatoren. 9

Silizium. Siliziumverbindungen. Silane. **018**
Si (aktives s. Hofmann). Zi-, Za-Versuche an Luft, O. Produkte (SiO?). 0
Si (auch aktives) und Halogene. 1
Si (auch aktives) und S-Gruppe, N-Gruppe (Silicocyan). 2
Siliziumwasserstoff an Luft, O. Zi-Versuche. Therm. Zersetzung. Za-Versuche. 3
Siliziumwasserstoff und Halogene, S-Gruppe, N-Gruppe. 4
Silane und Luft, O. 5
Silane und andere Aktivatoren. 6
O-haltige Silane, -Silicone und Luft, O. dto. und andere Aktivatoren. 7
Siliziumsulfide und Aktivatoren, besonders O. 8
Sonstige Si-Verbindungen. 9

Bor. Borverbindungen. Borane. **019**
Bor. Zi-Za-Versuche an Luft, O. Produkte. 0
Bor und Halogene. 1
Bor und S-Gruppe, N-Gruppe, Silizium. 2
Borwasserstoff an Luft, O. Zi-Versuche. Therm. Zersetzung. Za-Versuche. 3
Borwasserstoff und andere Aktivatoren außer O. 4
Borane und Luft, O. 5
Borane und andere Aktivatoren außer O. 6
O-haltige Borane und Aktivatoren, besonders O. 7
Borsulfide und Aktivatoren, besonders O. 8
Sonstige Borverbindungen. 9

Metalle. 02

Alkalimetalle. (Li, Na, K, Rb, Cs.) **020**
Zi-Versuche an Luft, O. 0
Lagerung, Ausschluß von Wasser.
Form: Kompakt (brennen schwer, weil Wärmeableitung). Blech, Band, Draht, Pulver, Kolloide (Staub bei Staubexplosionen, Dampf bei Gasexplosionen resp. hierselbst).
Za-Versuche an Luft, O: Brennweise, Brennzeit bei offenem Verbrennen auf verschiedenem Material (Metallrinnen). Wirkt N mit? (bei Verbrennung von K nicht. s. Lassaignes N-Nachweis!) Umsatzprodukte, Rauch (s. dort) (ev. Tetroxyde). Beschlagsproben. Brennversuche im Zylinder (ev. Abschluß). O-Bedarf. Druckbombenversuche (Glühen bei Neutralisation der Oxyde s. bei Glut). 1
Reaktion mit Wasser (s. H): Mengen, Temperaturen (Eis, Wasserdampf). Lösungen anorganischer und organischer Substanzen (Verdünnung des Wassers mit Alkohol, organischen Flüssigkeiten). 2
Wasserbomben (s. Stettb. 37).

Kurven des Metalls (s. Rückstoß 810). Leidenfrost-Phänomen beim Festhalten des Metalls (s. Explosion in engen Röhren bei Gasexplosion). Unter anderer Atmosphäre als Luft (welcher O oxydiert?). Geschmolzenes Metall in Wasser gießen. (Temp.)

3 Reaktion mit Halogenen (Halogen-H-verbb.). Luminiscenz nach Haber s. 594.) Produkte (Unbrennbarkeit). Halogene und Oxyde der betreffenden Metalle.

4 Reaktion mit S-Gruppe (SH-Verbb., S-Halogenide). Zündmöglichkeit des Metalls mit S (s. S+Fe). Reaktion im S-Dampf. Se-Te-Dampf. Entstehen Sulfate, wenn Luft-O nicht ausgeschlossen? Brennen in SH_2, SeH_2, TeH_2. Brennen in S-Halogeniden. Brennverhalten der entstandenen Verbindungen (Sensibilität). Brennen mit Luft, O, Halogenen?

5 Reaktion mit N-Gruppe.
Verhalten zu N (Rolle in Luft s. oben).
Verhalten zu aktivem N. (Lassaigne-Reaktion 058.)
Verhalten zu P-Modifikationen.
Verhalten zu As, Sb-Modifikationen. Welche Produkte entstehen? Nitride, Nitrite, Nitrate?
Verhalten zu H-Verbb. der N-Gruppe.
Verhalten zu Halogeniden der N-Gruppe.
Verhalten zu Verbb. der (S + N)-Gruppe.
Brennverhalten der entstandenen Verbindungen (Sensibilität, Amide explosiv?) ($CsNH_2$ gibt mit H_2O Feuer.) Brennen mit Luft, O, Halogenen, S-Gruppe. Stickstoffkalium NK_3 selbstentzündlich. Metallaminverbindungen, z. B. bei Cobalt.

6 Reaktion mit Silizium, Verhalten zu Silizium, SiH-Verbb., Si-Halogenverbb., Si-S-Gruppe, Si-N-Gruppe.
Brennverhalten der entstandenen Verbindungen zu Luft, O, Halogenen, S-Gruppe, N-Gruppe (Sensibilität).
Verhalten zu Bor, BH-Verbb., B-Halogenverbb., B-S-Gruppe, B-N-Gruppe.
Brennverhalten der entstandenen Verbindungen zu Luft, O, Halogenen, S-Gruppe, N-Gruppe, Si.

7 Legierungen mit Wasserstoff-Hydride. Bildung s. bei H.
Zi-Versuche — therm. Zersetzung — Metallspiegel (U-V-Licht).
Za-Versuche, Verhalten zu Wasser wie oben.
Verhalten zu Halogenen, S-N-Gruppe, Si, B.

8 Legierungen der Metalle untereinander.
Wird Widerstandskraft gegen Aktivatoren größer oder kleiner?
Legierung von K+Na fängt beim Herabtropfen Feuer.
Metallmischungen als Vergleich.
Zi-, Za-Versuche an Luft, O.
Brennversuche mit Halogenen, S-N-Gruppe, Si, B.

9 Metalldämpfe: Nur Brennen, keine Explosion (Explosion 110).
Verhalten zu Aktivatoren (Zi-Za-Versuche).

021 Erdalkalimetalle Ca, Sr, Ba, (Ra).
Wie vor.

022 Beryllium, Magnesium, Zink, Cadmium.
Mg ev. aktiviert mit Jod (besonders Mg-Nitrid!).
(Zn-Verbrennung durch Na.)

023 Aluminium, Scandium, Gallium, Indium, Thallium.
Al aktiviert mit $HgCl_2$, Jod (Elektron-Duralumin usw.).
Zwitternatur des Tl: Blei-Alkalimetall.
Al, elektrolytisch oxydiert — Seo-Fotoverfahren.

024 Edelerden: Y, La, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tu, Yb, Cp. Cerium, Thorium, Zircon, Hafnium.
Fein verteiltes Zr ist oxydationsempfindlich, entzündet sich (B. d. Chem. Ind. 1932, 14).

025 Titan, Germanium, Wismut, Zinn, Blei.
Bi = Metall auf Grenze zu Nichtmetallen.

Kupfer, Silber, Gold, Quecksilber, Platinmetalle: **026**
Os, Jr, Pt, Rh, Ru, Pd.
Amalgame.

Vanadium, Niob, Tantal. **027**

Chrom, Molybdän, Wolfram, Uran, Mangan, Masurium, Rhenium. **028**

Eisen, Cobalt, Nickel. **029**
Zi-Versuche bei Eisen: Rost (O-Verbrauch), Rostschutz, passives Eisen.
Anlauffarben, Glühspan (Ausbrennen unter Druck bei Motoren, Geschützen, s. 610, 615). Verzunderung (615).
Gefügeuntersuchungen, Magnetismus (Eisenverbrennung durch Erdschlußströme).
Verbrennung von magnetischem Eisen (Magnetismus?).
Rohstoffmomente (vgl. 007. 011. 017. 048. 080. 091. 087. 088).
Ersatz wichtiger Metalle und Legierungen durch einheimische mit ähnlichen Eigenschaften.
Umarbeitung, Veredlung einheimischer Metalle zu Ersatzmetallen mit gewünschten Eigenschaften.

Kohlenstoff. 03

Kohlenstoff, rein. **030**
Diamant. Zi-Versuche, Lagerung, U-V-Licht an Luft, O (Kohlenstoffmodell, Würfel-Tetraeder). (Künstliche Diamanten, Moissan. 058.) (v. Bolton.) **0**
Anodische Oxydation.
Za-Versuche (Zündungsmöglichkeit). Brennweise. Produkte. Asche.
Zi-, Za-Versuche mit Halogenen.
Zi-, Za-Versuche mit anderen Aktivatoren.
Grafit. Zi-Versuche, Lagerung, U-V-Licht an Luft, O (Kohlenstoffmodell s. eben). **5**
Anodische Oxydation. (Grafitschmiermittel.)
Za-Versuche (Zündungsmöglichkeit), Brennweise, Produkte—Asche. Grafittiegel.
Zi-, Za-Versuche mit Halogenen.
Zi-, Za-Versuche mit anderen Aktivatoren.

Kohle, gewonnen durch therm. Zersetzung = Inkohlung. **031**
Kohle, aschen-gas-teer-frei: = Retortenkohle. **0**
Therm. Zersetzung einheitlicher Kettenverbb., Ringverbb.
dto. von Gemischen von Ketten + Ringen.
dto. besonders N-haltige Ketten, Ringe.
Teerkohle beim Knacken des Teers (ev. U-V-Licht). (080)
Glanzkohlenstoff an heißen Wänden.
Kohle durch Erhitzen von Zucker, Weinsäure usw. (dto. + Zusatzsubstanzen) Emser Pastillen.
Verkokung von Schmierölen, Heißlaufen der Maschinen. s. 087.
Flüssige C-Verbb, durch heiße Röhren tropfen lassen (luftfrei?).
Menge, Zeit bestimmen!
Physikalische Eigenschaften: (Röntgenbild!) Aussehen (Form, Flocken), Mikrobild, Schliffbild. Dichte, Festigkeit, Bruch, Spez. Gew. (ändert sich je nach Verkohlungstemperatur). Farbe, Strichprobe.
Leitfähigkeit. Grafitierungsgrad nach Jenkner.
Verflüssigung des Kohlenstoffs. Schmelzen bei gewöhnlichem Druck unmöglich, da C dann verdampft.
Chemische Eigenschaften: Analyse — Kohlenstoffgehalt. Löslichkeit in Laugen usw.
Besonderes: Aschenuntersuchung — Spodogramm! (verschiedene Zusammensetzung sowie Anordnung der Aschenbestandteile je nach Art der Kohledarstellung!).
Aschenspektrum (578).
Rußkohle, asche-gasfrei, durch Verbrennen-Verflammen von gasigen, flüssigen, festen **1**
C-Verbb. (ev. U-V-Licht). (Druckerschwärze, Tusche) Tusche — Ruß aus CO durch Katalyse. Herd-Essen-Kohle: Atrium 174. Gasruß für Kautschuk. 088. (Inaktiver Gasruß.)
Temperatur, Menge, Zeit.
Einheitliche Kettenverbb., Ringverbb.
Gemische beider (Öle, Fette). Besonders: N-haltig.

Besonders: Kohle von Explosivstoffen.
Verbrennung an kalten Porzellanflächen, Metalldrahtnetzen, Lampen, Rußkammern.
Temperatur, Menge, Zeit, Eigenschaften wie oben! Gasmaskenkohle (982).

2 Rußkohle, asche-gas frei, durch Brennen in Chlor (U-V-Licht). (Stoffe wie eben unter 1.)

3 Rußkohle, elektrotherm. gewonnen. Asche-gas frei, ev. im U-V-Licht dargestellt.

4 Chemokohle, teilweise aschehaltig, entgast.
Reaktion von Metallen mit Kohlensäure.
Reaktion von Metallhydriden mit Kohlenoxyd.
Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure, Chlorsulfonsäure, Sulfomonopersäure usw. auf einheitliche C-Verbb. (Zucker, Glyzerin), auf Gemische (Pflanzen, Tierstoffe).
Einwirkung von Phosphorpentoxyd, Chlorzink usw. auf einheitliche C-Verbb., auf Gemische.
Chemokohle ev. im U-V-Licht.
Eigenschaften wie bei O (besonders Untersuchung der Asche): ist Asche bei Chemokohle anders als bei auf anderem Wege gewonnener Kohle? Ist Asche herauseliminierbar? Aschenbild. Spodogramm.

5 Kohle, aschehaltig, entgast als Anthrazit, Koks aus Naturkohle (Braun-Steinkohle).
Verkokungsprobe: Temperatur, Menge, Zeit (Tief-, Mitteltemperaturkoks).
Eigenschaften wie oben. Besonders: Unterscheidung von Braun-Steinkohlenkoks.
Asche: Spodogramm. Vgl. mit Asche bei völliger Verbrennung. (Wo ist Mg von Chlorophyll? Porphyrine aus Chlorophyll.)

6 Pflanzenkohle, aschehaltig, entgast.
Ganze Pflanzen, Pflanzenteile verkohlen (Blätter, Blüten, Wurzeln, Land- und Wasserpflanzen, niedere Pflanzen). Papier als reine Zellulose fast aschefrei (siehe Filterveraschung).
Meiler-Dampfverkohlung (Zeit, Menge, Temperatur). Rot-Schwarz-Kohle.
Edison-Verfahren für Glühlampenkohlen. (Bergius-Kohle.)
Zusammensetzbare Retorten wie Kempfs Vakuumsublimationsretorte. (080)
Eigenschaften wie oben. (Mg-Gehalt der Asche!)
Gasmaskenkohle (982).

7 Tierkohle, aschehaltig (Phosphate), entgast.
Ganze Tiere, große, kleine; Tierteile, äußere, innere. Blutkohle, Petroleumkohle.
Apparatur (Zeit, Menge, Temperatur).
Eigenschaften wie oben. Aschenbestimmung: Blutlaugensalz-N-Gehalt?
Gasmaskenkohle (982).

8 Braunkohle, gas-teer-aschen-haltig. Nachbildungsprozeß (Temperatur-Druck?) aus Holz. Eigenschaften wie oben. (Unterschied gegen Steinkohle).

9 Steinkohle, gas-teer-aschen-haltig. Nachbildungsprozeß, einmal aus Holz, dann aus Braunkohle.
Eigenschaften wie oben (Unterschied gegen Braunkohle). Grubenbrandbekämpfung 676.

032 Verbrennung von Kohle, aschenfrei, gasfrei, teerfrei.

Leichtere Reaktion mit O als bei Diamant, Grafit.

0 Anodische Oxydation — Brennstoffelement.

1 Therm. Zersetzung mit O = Starkgas.

2 Lagerung an Luft, Sauerstoff. Atmung der Kohle 990. Druckoxydation.

3 Zi-Versuche. Selbstentzündung (Apparat nach Jentzsch). (Entzündungstemperatur hängt von Kohle ab (s. 287).

4 Za-Versuche und Brennweise (kurz-, lang-flammig). Apparat von Hofmann. Feuerlose Rußverbrennung.

5 Verbr.-Produkte: Zwischenprodukte mit z. T. erheblichem O-Gehalt (Heizung s. 174).
Rückstand = Asche (vgl. mit Asche oben!). (Mg-Gehalt.) Spodogramm, pyrographische Untersuchung. Erweichung. Sinterung.
Besonders: Verbrennung des S in den Kohlen (s. Steinkohle).

6 Verhalten zu Halogenen. Kohle verbrennt in F. (Ch. Ztg. 1936, 874). Produkte.

7 Verhalten zu S-Gruppe.

8 Verhalten zu N-Gruppe.

9 Verhalten zu Silizium, Bor.

Verbrennung von Kohle, aschenhaltig, gas-, teerfrei. **033**
Einteilung wie eben. Zum Vergleich Kohle von 032, mit Asche gemischt. Kohle aschenfrei machen für Kohlenstaubmotor (s. 157). Entzündungstemperatur abhängig von Asche (Katalyse?). (s. 287)

Verbrennung von Kohle, aschenhaltig, gas-, teerhaltig. **034**
Einteilung wie eben. Zum Vergleich Kohle von 032, gemischt mit Teer.
dto. gemischt mit Teer + Asche.
Besonders: Verbrennung des S in den Naturkohlen. Entzündungstemperatur abhängig von Asche (Katalyse?). (s. 287)

Kohlenglutwirkung auf Wasserdampf = Wassergas. **035**
Alle Arten von Kohlen: aschenfreie-aschenhaltige, teerfreie-teerhaltige, gasfreie, gashaltige.
Statt reinen Wasserdampfes Lösungen von Stoffen in Wasser, resp. H_2S usw.
(Bedeutung für Löschzwecke s. dort.)

Kohlenoxyd. **036**
Vollständige, unvollständige Verbrennung 626, 628 (s. 031, Flammruß) (Motorenabgase 158). 0
Bei allen Verbrennungen von Kohlenstoff, Kohle, auch bei genügend O, entsteht CO.
Gleichgewicht (Explosionsreaktionen). (106) 1
Bildung von CO aus fertiger CO_2 durch C (Generatorgas).
Therm. Zersetzung von CO (ev. im U-V-Licht) durch Metalle, Nichtmetalle (s. o. bei Chemokohle). 2
Eigenschaften: physikalisch, chemisch, physiologisch. Physiologische Wirkung von CO s. 977. (Leuchtgasentgiftung 041.) 3, 4, 5
Brennbarkeit: Lagerung mit Luft, O: Brennstoffelement (ev. + Laugen). Verhalten zu Wasser. 6
Zi-Versuche. 7
Za-Versuche.
Brennweise: aus Röhren usw. Flammenspektrum. Zylinderversuch. Seifenblasenversuch. Produkte. 8
Analytische Bestimmung durch Verbrennung (s. 239, s. Schwaden 738, 084).
(CO-Anzeige durch katalytische Oxydation.)
(s. Oxydation mit Oxyden in Abschnitt 2.)
(Nascierender O greift CO nicht stärker an als gewöhnlicher.)
Dräger-CO-Messer. Elektr. CO-Messer. (Gasanalyse durch elektr. Widerstandsmessung.)
Anzeigeapparate mit J_2O_5. 9
CO-Anzeige durch katalytische Oxydation zu CO_2.
Automatischer Anzeiger für $CO+H_2$ neben H_2 nach Siemens und Halske.
Direkte CO_2- und CO-Bestimmung nebeneinander nach Ubbelohde und Dommer.
Monoverfahren.
CO und andere Aktivatoren.

Carbonylverbindungen. **037**
Bildung der Verbb. von Fe, Ni, Co, Mo, W. (Mondgas).
Therm. Zersetzung (U-V-Licht).
Zi-Versuche.
Za-Versuche.
Brennweise: Spektrum. Produkte.
Carbonylverbindungen u. Gasmaskenkohle 948, 978.

Kohlensuboxyde. **038**
Bildungsweisen der verschiedenen Suboxyde. (Therm. Zersetzung von Malonsäuregemischen.) (Andere 2-basische Säuren 046.)
Brennbarkeit — Produkte.

Kohlendioxyd. **039**
Bildung: Offene, geschlossene Stellen (Garagen) (158). Therm. Spaltung (s. bei CO).
CO_2-Wirkung auf Kupfer, unechter Grünspan.
CO_2-Wirkung auf Kalksteine, Marmordenkmäler.
CO_2 als Löschgas, s. bei Feuerlöschung.

Trockeneis, feste CO_2 als Löschmittel, zur Schädlingsbekämpfung (979).
CO_2 als Sicherheitssprengstoff: Zündung der in einem Stahlrohr befindlichen flüssigen CO_2 durch ein sogenanntes Heizelement, welches elektrisch gezündet wird. (Trockeneis-Sprengung 866.) (708.)
Rauchschwaden-Analyse (Orsat, Duplex-Mono-Apparat).

04 Kettenverbindungen, einheitliche.

040 Reaktion von Kohlenstoff, Kohle mit H.
Temperatur. Katalysator. Hochdruckhydrierung, Bergin-Verfahren. Produkte CH_4, C_2H_2. Reaktion von CO, CO_2 mit H (Katalyse).

041 Gesättigte Kohlenwasserstoffe. (Paraffine)
Gase: Methan bis Propan (103). (Freie Radicale.)
0 Therm. Zersetzung (U-V-Licht).
1 Methanoxydation (Kuhlmann-Verfahren).
2 Brennweise mit Luft, O: Zi-, Za-Versuche (Zündung s. Grubenlampe). Manometrische Untersuchung. (Nellissens Diffusiometer. 722, 925.)
3 Besonderes: Leuchtgas als Mischung (Leuchtgasentgiftung 997.) Stadtgas. Leuchtgas gemischt mit Kohlen = Naturkohle? (Zündbarkeit gegen Methan allein.) Öl-Blaugas. Ebenso andere Gase von Pflanzen, Holz, Tieren usw.
4 Verhalten zu anderen Aktivatoren: Halogene, S-N-Si-Gruppe (s. Rußabscheidung in Cl).
5 Brennbarkeit dieser C_xH_y-Gase, verflüssigt mit O, Halogenen usw.
Flüssige C_xH_y: (Butane, Pentane, Paraffinöle). Dampfdruck. Isomerieen! Therm. Zersetzung: Kette reißt am Ende ab: $C_4H_{10} = CH_4 + C_3H_6$ (153), Zersetzung, ohne, mit Sauerstoff!
6 Verhalten zu Luft, Sauerstoff.
7 Verhalten zu anderen Aktivatoren.
Feste höhere Kohlenwasserstoffe: leichtere Oxydationsmöglichkeit als bei niederen Kohlenwasserstoffen (Hexacontanbildung. Erstarren bei Kerzen).
8 Verhalten zu Luft, Sauerstoff.
9 Verhalten zu anderen Aktivatoren.

042 Ungesättigte Kohlenwasserstoffe.
0 Gase mit 1 Doppelbindung: Äthylen, Propene, Butene. (104)
Zi-Versuche — therm. Zersetzung. Dien-Synthesen (Diels, Ch. Ztg., 1936, 803). Bildung von 6-Ringen. Za-Versuche. Brennweise.
Mischung von Äthylen mit H (s. Decarburieren!).
Flüssiges Äthylen, Propen, Buten zu Luft, O;
1 Verhalten zu anderen Aktivatoren.
Äthylen-Propylenkunststoffe.
Flüssige Kohlenwasserstoffe mit 1 Doppelbindung: Pentene. Dampfdruck.
2 Verhalten zu Luft, Sauerstoff.
3 Verhalten zu anderen Aktivatoren.
4 Kohlenwasserstoffe mit mehreren Doppelbindungen: Allen, Isopren, Myrcen usw.
Verhalten zu Luft, Sauerstoff.
5 Verhalten zu anderen Aktivatoren.
6 Acetylen = Kohlenwasserstoff mit 3facher Bindung. Spannungszustand! (104)
Darstellung aus Carbiden (s. diese!) (Wassertiefe.)
Statt Wasser Lösungen usw.
Löslichkeit — Aufsaugbarkeit — Dissousgas.
Therm. Zersetzung: elektrotherme Spaltung in C (U-V-Licht).
7 Verhalten zu Luft, Sauerstoff.
Zi-, Za-Versuche. Zündung, Brennweise — Flamme, Produkte. Dissousgas. Fraktionierte Verbrennung. Diacetylen! Cupren = Gemisch von Kondensationsprodd. ($C_{11}H_{10}$ bis $C_{15}H_{10}$, Hofmann).
8 Verhalten zu anderen Aktivatoren. (s. Stoßexplosion mit K.) (429)
(Katalyse mit $SbCl_5$.)
9 Acetylenhomologe: Crotonylen. Verhalten zu Sauerstoff und anderen Aktivatoren. Kunststoffe aus Acetylenen, Vinylverbb.

Alkohole. **043**

Rohstoffmomente (007. 011. 017. 029. 048. 080. 091. 087. 088).
Künstliches Methanol nach dem Leuna-Verfahren aus Wassergas.

Sind schon teilweise O-Verbindungen.

Gesättigte 1-wertige Alkohole an Luft, Sauerstoff. Lagerung an Luft (Bier, reiner Alkohol), Dampfdruck. Therm. Zersetzung (U-V-Licht). Inkohlung? **0**
Zi-, Za-Versuche: Brennweise: Flamme farblos im Gegensatz zu Äther! Produkte: erst Aldehyd? Halb verbrannte Produkte?
Innere Verbrennung: Pt-Wunderlampe (s. 425) CH_3OH-Feuerzeug (425).

Besondere Arten: Hartspiritus. **1**
In flüssiger Luft gefrorener Alkohol unentflammbar!
Brennspiritus mit Pyridin (Brandstiftung: Nachweis).
Alkoholate: Spontane Selbstverbrennung von Na-Alkoholat an Luft (A. 318, 177).
Alkoholseifen, sulfonisiert, Salze mit Metallen.

Verhalten der Alkohole sowie ihrer Derivate zu anderen Aktivatoren. **2**

Höhere Alkohole, 1-wertig, mit isomeren Formen, Propyl- — ebenso mit optisch aktiven Formen — Amylalkohole. **3**
Höhere flüssige Alkohole mit C_8—C_{12} aus Pflanzenölen.
Verhalten zu Sauerstoff und anderen Aktivatoren.

Höhere feste Alkohole, 1-wertig (Cetyl-, Melissyl-, Myricyl-). **4**
Verhalten zu Sauerstoff und anderen Aktivatoren.

Sekundäre, tertiäre Alkohole (ebenso ihre Isomeren). **5**
Verhalten zu Sauerstoff und anderen Aktivatoren.

Ungesättigte 1-wertige Alkohole mit Doppel-3fach-Bindung (Allylalkohol, olefinische Kampfer: Geraniol, Linalool). Propargylalkohol = Acetylenalkohol. **6**
Verhalten zu Sauerstoff und anderen Aktivatoren.

Mehrwertige Alkohole: 2-wertige. Glycole-Pinakon. **7**
Verhalten zu Sauerstoff und anderen Aktivatoren.

3-wertige Alkohole: Glyzerin (Diglyzerin). **8**
Künstliches Glyzerin durch Verarbeitung neuer, noch nicht verwendeter Rohstoffe = biochemische Synthese. (Protol-Glyzerin aus Zucker.) (324.)
Verhalten zu Sauerstoff und anderen Aktivatoren (therm. Zersetzung: Acrolein).

Polyalkohole: Tetrite, Pentite, Hexite, Heptite. **9**
Verhalten zu Sauerstoff und anderen Aktivatoren.

Äther. **044**

Einfache Äther: O-Bindung im Gegensatz zu Alkoholen! **0**
Verhalten zu Luft, Sauerstoff: Autoxydation (428).
Dampfdruck — Dämpfe schwer! Lagerung an Luft.
Zi-Versuche, therm. Zersetzung. Elektrische Erregbarkeit!
Za-Versuche: Äther gegen glühendes Metall. **1**
Brennweise: Flamme leuchtend! (s. Alkohol.)
Produkte: entsteht Säure?

Brennverhalten von Oxoniumsalzen. **2**

Verhalten von Äthern zu anderen Aktivatoren. **3**

Gemischte Äther und Sauerstoff. **4**

Gemischte Äther und andere Aktivatoren. **5**

Besondere Äther und Sauerstoff. **6**

Besondere Äther und andere Aktivatoren. **7**

Flammenlose Ätherverbrennung (Peroxydbildung?) (Legler Ber. 14, 602 (1881), 18, 3345 (1885). (s. 131.)

Aldehyde. Ketone. Ketene. **045**

Einfache Aldehyde = teilweise verbrannter Alkohol. **0**
Therm. Zersetzung. Dampfdruck. Inkohlung.
Zi-, Za-Versuche an Luft, Sauerstoff. Entsteht Säure?
Polymere Produkte: Trioxymethylen, Met-Par-Aldehyd, Aldehydharz!

Verhalten zu anderen Aktivatoren. **1**

Höhere Aldehyde (Önanthol) zu Sauerstoff, zu anderen Aktivatoren. **2**

3 Ungesättigte Aldehyde (Acrolein, Citral) zu Sauerstoff, zu anderen Aktivatoren.
4 Mehrwertige Aldehyde (Glyoxal, Succinaldehyd) und Polymerisationsprodukte zu Sauerstoff, zu anderen Aktivatoren.
5 Ketone zu Sauerstoff, zu anderen Aktivatoren. Vergleich mit Aldehyden in bezug auf Brennbarkeit. Mesityloxyd = inneres Anhydrid. Acetonnatrium.
6 Höhere Ketonhomologe und Sauerstoff, andere Aktivatoren.
7 Diketone und Sauerstoff, andere Aktivatoren.
8 Triketone und Sauerstoff, andere Aktivatoren.
9 Ketene sowie Metallketyle (aus Ketenen + Alkalimetallen) zu Sauerstoff, zu anderen Aktivatoren.

046 Säuren.

0 Gesättigte Monocarbonsäuren zu Sauerstoff, anderen Aktivatoren.
Lagerung an Luft (Ameisensäure leicht oxydabel).
Dampfspannung. Therm. Zersetzung: Inkohlung-CO_2-Abspaltung (Versuche in Glyzerin, Schwefelsäure usw.).
Brennbarkeit (Dämpfe der Essigsäure).
Brennverhalten der Salze (pyrophores Metall), Feuerlöschung.
Verhalten der Säureanhydride.
Verhalten der Säuren und Derivate zu anderen Aktivatoren.
1 Höhere gesättigte Monocarbonsäuren (Laurin-, Palmitin-, Stearin-, Behen-Säure), ebenso Salze = Seifen und Sauerstoff, sowie andere Aktivatoren. (Seife brennbar, da Seifenexplosionen?)
2 Ungesättigte niedere Carbonsäuren (Acryl-, Crotonsäure) und Salze sowie Anhydride zu Sauerstoff, zu anderen Aktivatoren. Acrylester = Acrylharze (Kunstharze).
3 Ungesättigte höhere Carbonsäuren (Öl-, Eruca-Säure), sowie Salze, Anhydride zu O, anderen Aktivatoren. (Ölsaure Magnesia = Richterol. 091.)
4 Gehärtete ungesättigte Carbonsäuren und O, Aktivatoren.
Vergleich mit normalen Säuren.
5 2-basische gesättigte Säuren und O, Aktivatoren. Oxal-, Malon-, Bernstein-, Tricarballylsäure. Ebenso Salze, Anhydride. (Hg-Oxalat, Ag-Oxalat s. thermeplosiver Zerfall 397). (382.) (Bildung von Kohlensuboxyd, 038.)
6 3- und mehrbasische Säuren und O, Aktivatoren. Salze.
7 2- und mehrbasische ungesättigte Säuren (Fumar-, Aconit-S.). Ebenso Salze, Anhydride und O, Aktivatoren.
8 Oxysäuren, 1- und mehrbasisch: Milchsäure, Tartron-, Äpfel-Weinsäuren. Besonders Naphtensäuren. Ebenso Anhydride = Lactone, Salze zu O, Aktivatoren.
9 Aldehyd-, Ketonsäuren: Brenztrauben-, Acetessig-, Mesoxal-, Oxalessigsäure. Verhalten zu O, Aktivatoren.

047 Ester. (Vgl. mit Brennbarkeit der Komponenten.)

0 Ester niederer Säuren mit 1-wertigen Alkoholen. Dampfspannung. Alle Aktivatoren.
1 Ester niederer Säuren mit sekundären, tertiären Alkoholen. Alle Aktivatoren.
2 Ester höherer Säuren mit 1-wertigen Alkoholen. Wachse. Alle Aktivatoren.
3 Ester niederer Säuren mit mehrwertigen Alkoholen. Glycole, Glyzerin usw. Triacetin. Alle Aktivatoren.
4 Ester höherer Säuren mit mehrwertigen Alkoholen. Alle Aktivatoren.
5 Ester ungesättigter niederer Säuren mit Alkoholen aller Art. Alle Aktivatoren.
6 Ester ungesättigter höherer Säuren mit Alkoholen aller Art. Alle Aktivatoren.
7 Fette, feste und alle Aktivatoren. Ranzigwerden. Thermoleometrie. (Tournantöl = türk. Rotöl (s. 098).
8 Fette, flüssig = Öle. Alle Aktivatoren wie eben (s. 087).
9 Kohlensäureester. Alle Aktivatoren (s. CO_2 feuerlöschend).
Estergemische = Alkoholgetränke, Rum, Kognak, Liköre.

048 Zucker, Stärke, Kohlenhydrate

Rohstoffmomente (vgl. 007. 011. 017. 029. 047. 087. 091. 080. 088).
Weglassen von Arbeitsgängen zur Verschönerung des Produktes (ungebleichter Zucker).

Veredlung der Bodenkultur (Rübenauswahl). Süßlupine 971. Pflanzenvitamine isolieren. (996.)
(Vgl. Hellriegels Bodenimpfung.)
Neue Fabrikationsverfahren: Umwandlung von Holz in Holzzucker.
Zucker synthetisch (zu teuer).
(vgl. auch Mechanismus der Verdauung 999.)

Monosen: Triosen, Tetrosen an Luft, Sauerstoff. 0
Therm. Zers.: Huminsubstanzen. Verhalten zu anderen Aktivatoren.

Monosen: Pentosen. Alle Aktivatoren. 1
Therm. Zers.: Furfurol! Huminsubstanzen.

Hexosen, Heptosen = Aldosen. Alle Aktivatoren. 2
Therm. Zers.: Huminsubstanzen.

Hexosen, Heptosen = Ketosen. Alle Aktivatoren. 3
Therm. Zers.: Huminsubstanzen.

Bisaccharide und alle Aktivatoren. 4
Therm. Zers.: Huminsubstanzen (Aldehydharz). Rohrzucker (katalyt. Verbr 427). Milchzucker (s. Leuchtsätze 560, 580).

Trisaccharide und alle Aktivatoren. Therm. Zers.: Huminsubstanzen. 5

Stärke, Sorten und alle Aktivatoren. Therm. Zersetzung. 6

Dextrin und alle Aktivatoren. 7

Inulin, Glycogen usw. und alle Aktivatoren. 8

Ester der Kohlehydrate und alle Aktivatoren (Glucoside, N-frei, N-haltige Glucoside). 9

Cellulosen. **049**

Cellulose (Reinheit). Therm. Zersetzung. 0
Eigenschaften. Verhalten zu allen Aktivatoren.

Cellulose-Umfällungen und alle Aktivatoren. 1
Umgefällt aus Acetat-, Viscose-Seiden, Auflösungen.

Oxycellulosen und alle Aktivatoren. Therm. Zersetzung. 2

Hydrocellulosen und alle Aktivatoren. Therm. Zersetzung. 3

Hemicellulosen und alle Aktivatoren. Therm. Zersetzung. 4

Celluloseester mit Essigsäure und alle Aktivatoren. 5
Therm. Zersetzung (vgl. mit Viscose).

Celluloseester mit Benzoesäure sowie anderen Säuren (hier eigentlich nur Ketten!) und alle Aktivatoren. Therm. Zersetzung. 6

Kunstseiden, Zellwollen aus reinen Kettencellulosen und alle Aktivatoren. Therm. Zersetzung (vgl. mit Cellulose allein). Brennbarkeit: Zi-, Za-Versuche. Zündmöglichkeit. Brennweise. Produkte. Temperatur. 7

Papier aus Kunstseidenmaterial und alle Aktivatoren wie oben. 8

Filme = mit Ag-Salzen imprägnierte Papiere und Aktivatoren. Brennbarkeit gegenüber reinem Papier. Brennweise: Zündbarkeit (Kinolampen). Produkte. 9

Heteroketten, einheitliche. 05

Halogenverbindungen. **050**

Gesättigte Kohlenwasserstoffe (Brennbarkeit mit zunehmendem Halogengehalt abnehmend). Explosion von CF_4 (Ruff, Ch. Ztg. 1936, 803). (CCl_4 Feuerlöschmittel.) Verhalten zu Luft, Sauerstoff. (Dampfdruck.) Zi-, Za-Versuche. Brennweise: Flamme grün-Beilsteinprobe. Produkte HCl s. K-Stoßexplosionen 429). Gemische mit einfachen C_xH_y (105). Verhalten zu anderen Aktivatoren. 0
Al-Amalgam scheidet aus $CHCl_3$ C ab.

Ungesättigte Kohlenwasserstoffe. Wie vor. 1

Alkohole aller Art: Epichlorhydrin brennt besser als Glyzerin. Wie vor. 2

Äther jeder Art. Wie vor. 3

Aldehyde, Ketone jeder Art. Wie vor. 4

Halogensäuren jeder Art. Wie vor. 5

Säurehalogenide jeder Art. Wie vor. 6

Ester von HCl usw. jeder Art. Wie vor. 7

Zuckerhalogenide, Stärkehalogenide. Wie vor. 8

Cellulosehalogenide. Wie vor. 9

051 Schwefelverbindungen.

0 Schwefelkohlenstoff. Bildungsweise und Eigenschaften. Dampfdruck (Dämpfe schwer). Therm. Zersetzung (an Metallen usw.). Verhalten zu Luft, Sauerstoff.

1 Zi-Versuche. (Zündung an heißen Wänden, s. Selbstentzündung 411.) (s. Explosion!) Za-Versuche: Flamme, Abscheidung von S. Flamme aus Röhre auf Wasser. Zylinderversuche (S-Abscheidung). Wann entsteht SO_3? S in Schwarzpulver! Brandstätters Versuche mit Flammenumkehrung (528) — CS_2 in Gur-Venoxil (Initiierbarkeit!) Gemische mit CxHy.

2 Verhalten zu anderen Aktivatoren.

3 Kohlenoxysulfid. Bildung. Verhalten, im Gegensatz zu CS_2. Flammenprodukte. Verhalten zu anderen Aktivatoren.

4 Kohlenstoffsubsulfide: CS, C_3S_2. Bildung. Verhalten zu O, anderen Aktivatoren im Gegensatz zu CS_2.

5 Thioalkohole = Mercaptane. Verhalten zu O, anderen Aktivatoren. Produkte (105).

6 Thioäther. Verhalten zu O, anderen Aktivatoren.

7 Thioaldehyde. Thioketone. Verhalten zu O, anderen Aktivatoren.

8 Thiosäuren, Sulfone, Sulfosäuren. Verhalten zu O, anderen Aktivatoren. (Feuerlöschmittel.)

9 Ester mit CS_2: Xanthogenate aller Art, Thiocarbonate mit O, anderen Aktivatoren.

052 Selen-Tellur-Verbindungen.

Anordnung wie eben bei S-Verbindungen.
Selenschwefelkohlenstoff. — Tellurschwefelkohlenstoff.

053 N = Cyanverbindungen.

0 Dicyan-Darstellung durch therm. Zers. von Hg-Cyanid. Verhalten zu Luft. Sauerstoff. Zi-, Za-Versuche. Brennweise: Flammenfarbe. Produkte (NxOy). Brennen aus Rohr, aus Zylindern. Unterschiede. Heißeste Flamme. Initiierungsmöglichkeit. Vermag Dicyan als aktive Komponente zu wirken? (Halogencharakter?) Verhalten zu Halogenen, anderen Aktivatoren.

1 Paracyan. Bildung aus Dicyan. Aus HgC_2N_2 + Persulfat. Ringstruktur? Brennverhalten. Unterschied gegen Dicyan. Verhalten zu anderen Aktivatoren.

2 Cyanwasserstoff: Verhalten zu Luft, Sauerstoff. Lagerung, Polymerisation. Zi-, Za-Versuche. Zündung. Initiierung. Flammen. Explosion. Verhalten zu anderen Aktivatoren. Verhalten von Salzen zu O, Aktivatoren. Einfache, Doppelsalze, Komplexsalze, Nitroprussidsalze (Lassaignes Reaktion, s. 058).

3 Oxycyanide. Verhalten zu O, Aktivatoren (Explosivität s. 396).

4 Cyanwasserstoffester-Nitrile, Isonitrile. Verhalten zu O, Aktivatoren.

5 Cyansäure, Isocyansäure sowie Ester. Verhalten zu O, Aktivatoren.

6 Cyanursäure, Isocyanursäure als Polymere (Cyamelid). Ringstruktur? Verhalten zu O, Aktivatoren. Verhalten der Ester zu O, Aktivatoren.

7 Cyanamid, Dicyanamid, Dicyandiamid (Melamin). Verhalten zu O, Aktivatoren (s. 266, 295).

8 Rhodan, Rhodanwasserstoff. Verhalten zu O, Aktivatoren. Produkte. Brennverhalten der Salze (Pharaoschlangen). Brennverhalten der Ester (Isothiocyansäure-Senföle).

9 Persulfocyansäure. Flavean-, Rubean-Wasserstoff (Darstellung aus Rhodaniden mit Persulfat 224). Verhalten zu O, Aktivatoren.

054 N-Verbindungen, außer Cyanverbindungen.

0 Ammoniumalkyle. Darstellung. Brennverhalten zu O, Aktivatoren (s. 059).

1 Amine, primäre, sekundäre, tertiäre, quaternäre von gesättigten Verbindungen. Dampfdruck. Therm. Zersetzung. Brennverhalten zu O, Aktivatoren. Brennverhalten der Salze. Brennverhalten ungesättigter Amine. Brennverhalten von Diaminen, von gesättigten, ungesättigten Salzen (105).

2 Oxyamine = Alkamine (Cholin, Neurin, Muscarin). Brennverhalten zu O, Aktivatoren. Brennverhalten von Salzen. Taurin = S-Verbindung.

3 Aldehydammoniak. Hexamethylentetramin. Verhalten zu O, Aktivatoren.

Säureamide. Verhalten zu O, Aktivatoren. 4
Amide der Kohlensäure. Harnstoff. Ester des Harnstoffs, der Carbaminsäure = Urethane. Harnstoffacyle (Ureide - Parabansäure, Murexid). Imidoharnstoff - Guanidin. Sulfoharnstoff. 5
Puringruppe. 6
Aminozucker-Glucosamin. 7
Aminosäuren. S-Aminosäuren: Cystin, Cystein. Polypeptide. (Eiweiß 089, 097.) 8
Hydroxylamin, Hydrazin-Abkömmlinge. 9
Alkylhydroxylamine. Aldoxime. Ketoxime. Hydrazone. Hydroxamsäuren. Säurehydrazide. Harnstoff-Guanidinderivate.

Phosphorverbindungen von Ketten. **055**
Phosphor-Kohlenstoff-Verbindung? (105). 0
Phosphine, primär, sekundär, tertiär, quaternär. Brennverhalten. Produkte. 1
Dialkylphosphine. Brennverhalten. Produkte. 2
Phosphinsäuren. Brennverhalten. 3
Cyanphosphor P (CN_3). Entzündung bei Berührung mit glühendem Glasstab. 4
Lecithin, Kephaline. 5
Sonstige P-Verbindungen. 6

Arsen-, Antimonverbindungen von Ketten. **056**
Arsen-Kohlenstoff-Verbindung? (105) 0
Arsine, primäre, sekundäre, tertiäre, quaternäre. Brennverhalten. Produkte. 1
Dialkylarsine. Brennverhalten. Produkte. 2
Kakodyl-Kakodyloxyd. Cadets brennende Flüssigkeit. Darstellung. Brennverhalten. 3
Sonstige As-Verbindungen. 4
Antimon-Kohlenstoff-Verbindung? 5
Stibine, primäre bis quaternäre. 6
Dialkylstibine. 7
Sonstige Antimonverbindungen. 8

Siliziumalkyle. Boralkyle. **057**
Siliziumkarbid. Carborundum. Brennverhalten zu O, Aktivatoren. 0
Siliziumalkyle. Darstellung. Beständiger als Silane. Dampfdruck. Brennverhalten zu O, Aktivatoren. 1
Mehrfach alkylierte Si-Verbindungen. Brennverhalten zu O, Aktivatoren. 2
Si-O-Verbb., Si-Alkohole, Silicole. Brennverhaten zu O, Aktivatoren. 3
Sonstige Si-Verbindungen. Brennverhalten. 4
Borkarbid. Brennverhalten zu O, Aktivatoren. 5
Boralkyle. Darstellung. Dampfdruck. Brennverhalten zu Aktivatoren (105). 6
Mehrfach alkylierte B-Verbindungen. Brennverhalten zu O, Aktivatoren. 7
B-O-Verbb., Boralkohole. Brennverhalten. 8
Sonstige B-Verbb. Brennverhalten. 9

Karbide. **058**
Alkalimetalle und C, C-Verbb. Brennverhalten. 0
Erdalkalimetalle und C, C-Verbb. Brennverhalten. 1
Erdmetalle und C, C-Verbb. Brennverhalten. 2
Schwermetalle und C, C-Verbb. Brennverhalten. 3
Edelmetalle und C, C-Verbb. Brennverhalten. 4
Alkalimetalle und N-haltige C-Verbb. 5
Lassaignes Reaktion zum N-Nachweis: Kettenverbindungen. Ringverbindungen. N- und S-haltige Ketten-Ringverbindungen. Verbb. mit N und noch anderen Elementen als S (s. Elementaranalyse 239). (Umkehrung s. Azide 385.)
Zementieren des Eisens. 6
Verbrennung von C im Eisen, Stahl (Karbid, z. T. gelöst im H). Marsofen (Sarnströmapparatur 245). 7

059 Metallalkyle.

Auffällige Brennbarkeit.

0 Alkalialkyle: Darstellung. Eigenschaften. Dampfdruck. Brennbarkeit mit Luft, O. Zündung: Selbstzündung 424. (Vgl. 079.) Brennweise: Flamme (Spektrum!). Produkte. Verhalten zu anderen Aktivatoren (Ammoniumalkyl s. 054).

1 Erdalkalialkyle. Wie eben.

2 Magnesiumalkyle. Wie eben.

3 Alkyle von Zink, Beryllium, Cadmium. Wie eben.

4 Quecksilberalkyle. Wie eben. Merkarbide gesättigter, ungesättigter Verbb. Wie eben.

5 Alkyle von Aluminium, Thallium. Wie eben.

6 Alkyle von Zinn, Germanium. Wie eben.

7 Alkyle von Blei. Wie eben.

8 Alkyle von Wismut. Wie eben.

9 Alkyle von Kupfer, Silber, Gold, Platinmetallen. Wie eben.

06 Ringverbindungen, einheitliche.

(Hier keine Gase mehr wie bei Ketten!)

060 Drei-, Vier-, Fünf-, Sieben-Ringe.

0 3-Ringe an Luft, mit Aktivatoren.

1 3-Ringe do., mit Seitengruppen (C-H-Gruppen).

2 4-Ringe mit O, Aktivatoren.

3 4-Ringe do., mit Seitengruppen (C-H-Gruppen).

4 5-Ringe mit O, Aktivatoren.

5 5-Ringe do., mit Seitengruppen (C-H-Gruppen).

6 7-Ringe mit O, Aktivatoren.

7 7-Ringe do., mit Seitengruppen (C-H-Gruppen).

8 Ungesättigte Ringe wie Zyklopentadien mit O, Aktivatoren.

9 Ungesättigte Ringe wie eben, do., mit Seitengruppen. (C-H-Gruppen).

061 Benzol und Homologe.

Rohstoffmomente: (007. 048. 080. 150.)

Benzol: Steinkohlenteer, Solventnaphtha. Aus Leuchtgas-Benzorbonverfahren (926).

Einteilung: Bestimmter Anteil für Motorenstoffe, bestimmter Anteil für Sprengstoffe.

0 Benzol. Eigenschaften. Dampfdruck.

1 Zi-, Za-Versuche. (Therm. Zers.: Azetylen.) O, Luft.

2 Zi-, Za-Versuche mit Aktivatoren außer O.

3 Toluol. Äthylbenzole usw. An Luft, Sauerstoff. Mit anderen Aktivatoren.

4 Xylole = Benzole mit zwei Seitenketten (o-, m-, p-). Verhalten zu Luft, Sauerstoff.

5 Verhalten zu anderen Aktivatoren.

6 Benzole mit ungesättigten Seitenketten (o-, m-, p-). Verhalten zu Luft, Sauerstoff.

7 Verhalten zu anderen Aktivatoren.

062 Phenol und Homologe.

0 1-wertige Phenole. Phenole mit Seitenketten: Kresole usw. Therm. Zersetzung. Verhalten zu O und anderen Aktivatoren.

1 2-wertige Phenole (Stellung: o, m, p). Therm. Zers. Verhalten zu O, Aktivatoren.

2 3-, 4-wertige Phenole (Stellung!). Therm. Zersetzung. Verhalten zu O, Aktivatoren.

3 Phenoläther: 1- und mehrwertige (Anisol usw.) Verhalten zu O, Aktivatoren. Ringe und Ketten, nur Ringe.

4 Phenolester (Phenylcarbonat). Verhalten zu O, Aktivatoren.

5 Bakelite aller Sorten Phenole. Therm. Zersetzung. Verhalten zu O, Aktivatoren.

6 Chinone. Hydrochinon. Chinhydron. Verhalten zu O, Aktivatoren.

7 Ringe mit gesättigten, ungesättigten Seitenketten. Ringalkohole. Verhalten zu O, Aktivatoren.

8 Phenole mit gesättigten, ungesättigten Seitenketten. Oxyringalkohole. Verhalten zu O, Aktivatoren.

9 Aldehyde, Ketone. Verhalten zu O, Aktivatoren.

do. von Phenolaldehyden.
do. von Aldehyden mit ungesättigten Seitenketten.
do. von Ketonen nur aus Ringen.
do. von Ketonen aus Ring und Kette.
do. von Ketonen mit besonderen Seitenketten.

Carbonsäuren. **063**

1-wertige Carbonsäuren. 1-wertige Oxysäuren (o-, m-, p-). Therm. Zersetzung. Verhalten zu O, Aktivatoren. Verhalten der Salze. 0

Monooxycarbonsäuren (o-, m-, p-). Therm. Zersetzung. Verhalten zu O, Aktivatoren. Verhalten der Salze. Besonderes: Salicylid, Salicylidchloroform. 1

Äthoxycarbonsäuren (Anis-, Kresotin-). Verhalten zu O, Aktivatoren, Salze.

Di-, Tri-Poly-oxycarbonsäuren (Gallus-). Therm. Zers.: Welches CO_2 geht weg? Verhalten zu O, Aktivatoren. Verhalten der Salze. 2

Depside (Lecanor-, Chlorogen-, Ellagsäure). Verhalten zu O, Aktivatoren. Verhalten von Derivaten. 3

Fettaromatische Säuren (Mandelsäure, Phenylessigsäure). Verhalten zu O, Aktivatoren. Verhalten von Salzen, Derivaten, Anhydriden. 4

Säuren mit ungesättigten Seitenketten (Zimt-). Verhalten zu O, Aktivatoren. (Truxillsäure U-V-Licht.) 5

Oxysäuren mit ungesättigten Seitenketten. Oxyzimtsäure, Phenylpropiolsäure. Verhalten zu O, Aktivatoren. Verhalten von Salzen, Derivaten. 6

Mehrbasische Säuren (Phtalsäure, Trimesin-, Mellithsäure (o-, m-, p-). Therm. Zersetzung. Verhalten zu O, Aktivatoren. Verhalten von Salzen, Derivaten (Anhydride). Verhalten von Phtaleinfarbstoffen. 7

Mehrbasische Oxysäuren. Verhalten zu O, Aktivatoren. 8

Mono-, bizyklische Naphtensäuren. Verhalten zu O, Aktivatoren. Verhalten von Salzen, Derivaten. 9

Ester der Ringcarbonsäuren. **064**

Ester 1-wertiger Carbonsäuren. Alkohol-, Phenolester. Verhalten zu O, Aktivatoren. Dampfdruck. 0

Ester nach dem Aspirinprinzip. 1

Ester 1-wertiger Oxysäuren. 2

Ester von fettaromatischen Säuren. 3

Ester von Säuren mit ungesättigten Seitenketten. 4

Ester von Oxysäuren mit ungesättigten Seitenketten. 5

Ester mehrbasischer Säuren. 6

Ester mehrbasischer Säuren mit ungesättigten Seiten. 7

Kohlensäureester. 8

Ester besonderer Säuren. 9

Hydrierte Ringverbindungen. **065**

Hydrierte Benzole. Darstellung. Di-Tetra-Hexa-Hydrobenzol. Verhalten zu O, Aktivatoren. 0

Hydrierte Ringalkohole. Cyclohexanol. Chinit, Inosit. Verhalten zu O, Aktivatoren. 1

Hydrierte Ringketone (-aldehyde?). Cyclohexanon. Verhalten zu O, Aktivatoren. 2

Hydrierte Ringsäuren. Hydrophtalsäure, Mellithsäure, Chinasäure. Verhalten zu O, Aktivatoren. 3

Terpene (s. olefinische Terpene), Menthangruppe (Menthan, Limonen, Terpinen). 4

Oxydationsprodukte der Menthangruppe. Menthol = Alkohol (083), Menthon = Keton. (Ebenso Cineol, Pulegon, Thujon, Thanaceton.) 5

Pinangruppe. Pinen. 6

Oxydationsprodukte der Pinangruppe. 7

Campfangruppe. 8

Oxydationsprodukte der Campfangruppe: Borneol, Kampher (s. 336, 341). 9

Se-Dehydrierung (Diels, Ch. Ztg. 1936, 803) s. 072.

Mehrkernige Benzolderivate. **066**

Diphenyl und Derivate. 0

Diphenylmethan und Derivate. 1

2 Fluoren, Fluorenon.
3 Triphenyl (3-wertiger Kohlenstoff!). Derivate. (Metallketyle mit 3-wert. C s. u.!)
4 Triphenylmethan und Derivate.
5 Triphenylmethanfarbstoffe, N-frei.
6 Tetraphenylmethan und Derivate.
7 Diphenyläthylen. Stilben. Diphenylbutadien. Diphenylpolyene.
8 Diphenylacetylen. Derivate.
9 Benzoine, Derivate.

067 Naphtalin. Inden.

0 Naphtalin. Pyrogene Bildung aus Äthylen. Verhalten zu O, Aktivatoren. Ein Ring brennt leichter weg als der andere. (s. 354.)
1 Naphthaline mit gesättigten Seitenketten.
2 Naphthaline mit ungesättigten Seitenketten.
3 Naphthole.
4 Naphthoesäuren.
5 Naphthochinone und Derivate.
6 Hydronaphthaline (Flüssigkeiten!). Darstellung und Brennverhalten zu O, Aktivatoren, Tetralin, Hexalin, Decalin (Palatinol).
7 Indengruppe (6-Ring + 5-Ring).
8 Hydrindengruppe.

068 Anthracen. Phenanthren.

0 Anthracen. Anthracene mit Seitenketten.
1 Anthrole.
2 Anthracensäuren.
3 Anthrachinone, -oxychinone (Alizarin).
4 Hydrierte Anthracenderivate.
5 Phenanthren, Phenanthrene mit Seitenketten.
6 Phenanthrole. (Morphole.)
7 Phenanthrensäuren. (Diphensäure.)
8 Phenanthrenchinone, -oxychinone.
9 Hydrierte Phenanthrenderivate.

069 Mehrringkörper (mehr als 3 Ringe).

0 Perylen.
1 Pyren.
2 Chrysen.
3 Picen.
4 Rubren.
5 Gallensäure. (Cholesterin?) (s. 088, 099.)

07 Heteroringe, einheitlich.

070 Halogene an den Ringen.

(Halogene in den Ringen nicht bekannt!)

0 3-, 4-, 5-, 7-Ringe und Halogene. Einfach, mehrfach halogeniert.
Halogen direkt am Kohlenstoff, Halogen in längerer Kette C_6H_5Cl, $C_6H_5CH_2Cl$.
Dampfdrucke und Brennverhalten in bezug auf Grundkörper! Brennverhalten zu O, Aktivatoren.
1 3-, 4-, 5-, 7-Ringe mit Halogenen und anderen Gruppen! Brennverhalten zu O, Aktivatoren.
2 6-Ring und Halogene, direkt am Ring, in Seitenketten.
Brennverhalten zu O, Aktivatoren.
Explosive Jodverbb. s. 269.
3 6-Ringe mit Halogenen, außerdem O-haltig: Phenole, Aldehyde, Ketone, Säuren.
Brennverhalten der halogenierten Verbb. zu Aktivatoren.
4 6-Ringe, halogeniert, mit anderen Gruppen außer O-Gruppen.
Brennverhalten zu O, Aktivatoren.

6-Ringe, hydriert, halogeniert. Brennverhalten. 5
Diphenyl-Triphenyl-Derivate halogeniert. Brennverhalten. 6
Cyclische Terpene-Kampfer, halogeniert. Brennverhalten. 7
Naphthalin, -Derivate-, halogeniert. Brennverhalten. 8
Anthracen, Phenanthren, halogeniert. Brennverhalten. Derivate. 9

Schwefel, Schwefelgruppen an Ringen. **071**
3-, 4-, 5-, 7-Ringe mit S an Ringen. 0
3-, 4-, 5-, 7-Ringe mit S und anderen Gruppen an Ringen, auch mit Halogenen. 1
6-Ringe mit S an Ringen. Phenylmercaptane, Tolyl-, Xylylmercaptane. 2
Ebenso diese Ringe mit noch anderen Gruppen, z. B. halogeniert.
6-Ringe mit S, außerdem O-haltig. 3
Phenole, Aldehyde, Ketone, Säuren. Thiophenole, Thiosalicylsäure.
Ebenso diese Ringe außerdem halogeniert usw.
Sulfosäuren, also Ringe mit S-O-Gruppe. Salze. 4
Ebenso halogenierte Sulfosäuren usw.
Hydrierte S-haltige Ringe (außerdem Halogen-haltige). 5
Diphenyl-Triphenyl-Derivate mit S (auch halogeniert). 6
Cyclische Terpene-Kampfer, S-haltig (auch Halogen-haltig). 7
Naphthalin, -Derivate, S-haltig (auch Halogen-haltig). 8
Anthracen, Phenanthren-, -Derivate, S-haltig. Außerdem auch Halogen-haltig. 9

Se-, Te-Verbindungen von Ringen. **072**
Se-, Te-Verbb. von 3-, 4-, 5-, 7-Ringen. (Se-Dehydrierung. 065.) 0
Se-, Te-Verbb. von 3-, 4-, 5-, 7-Ringen mit noch anderen Gruppen, z. B. Halogenen, S. 1
6-Ringe mit Se, Te (außerdem Halogene, S daran). 2
6-Ringe, O-haltig, mit Se, Te (außerdem Halogene, S daran). 3
6-Ringe, mit Se, Te, besondere Gruppen (Säuren usw.). 4
Außerdem Halogen-haltige, S-haltige Ringe.
Hydrierte 6-Ringe mit Se, Te (außerdem Halogene, S daran). 5
Diphenyl-, Triphenyl-Derivate mit Se, Te. Außerdem Halogene, S daran. 6
Cyclische Terpene-Kampfer mit Se, Te (außerdem Halogene, S daran). 7
Naphthalin, -Derivate mit Se, Te (außerdem Halogene, S daran). 8
Anthracen, Phenanthren, -Derivate mit Se, Te (außerdem Halogene, S daran). 9

Stickstoffverbindungen von Ringen. **073**
Ammoniumaryle (s. 078). Darstellung. Brennbarkeit. 0
Ringnitrile (Cyanate, Isocyanate, Rhodanide von Ringen). Dampfdruck. Brennverhalten zu O, Aktivatoren. Außerdem Halogen-S-Se-Te-haltige. 1
Amine, 1-wertig. Anilin, Toluidin, Xylidin. 2
N-Alkylamine-Dimethylaniline. Anilide-Acetanilid.
Dampfdruck. Brennverhalten zu O, Aktivatoren.
Außerdem Halogen-S-Se-Te-haltig.
Amine, mehrwertige, wie eben.
Diphenylamin und Derivate (auch Halogen-S-Se-Te-haltig). 3
Hydroxylamin-Derivate von Ringen (Halogen-S-Se-Te-haltig). Azoverbindungen. 4
Azoxyverbindungen. Azofarbstoffe.
Amino-Derivate von 1- und mehrwertigen Phenolen. 5
Aminoringaldehyde, Aminoringketone, Aminoringchinone.
Aminosäureringverbindungen.
Aminoverbb. von ungesättigten Ringsäuren.
Aminoverbb. von Ringestern.
Alle diese Körper auch Halogen-S-Se-Te-haltig.
Arylharnstoffe. Arylsulfoharnstoffe. Saccharin.
N-Verbb. von Diphenyl-Triphenyl-Derivaten (Nitrile? Amine). 6
Alle diese Körper auch Halogen-S-Se-Te-haltig.
N-Verbb. von cyclischen Terpenen, auch Halogen-S-Se-Te-haltig. 7
N-Verbb. von Naphthalin, -Derivaten, auch von Halogen-S-Se-Te-haltigen. 8
N-Verbb. von Anthrazen, Phenanthren, -Derivaten. Auch von Halogen-S-Se-Te-haltigen Derivaten. 9

074 Heterocyclische Ringe mit O, S, Se, Te im Ring.

0 5-Ringe mit O: Furan, Methylfuran.
1 Furfurylalkohol, Hydrofurfurylalkohol, Furfurol.
2 Kondensierte 6+5-Ringe: Benzofuran. Cumaron.
3 6-Ring mit O-Atomen: Pyrane, Pyrone.
4 Kondensierte 6-Ring-Systeme: Benzopyrane, Chromone.
5 Flavane, Flavone. Anthocyane. Xanthene.
6 Naphthalinring, Anthrazenring, Phenanthrenring mit O-Atomen.
7 S im 5-, 6-Ring: Tiophen, Thiotolen.
8 Kondensierte S-Ringe: Benzothiophen, Thionaphthen. Thianthrazen. Thiophenanthren.
9 Se-, Te-Atome in Ringen, 5-, 6-Ringe.

075 Heterocyclische Stickstoffringe.

0 Pyrrol = 5-Ring. Pyrroline (ev. hydriert), Pyrrolidine (Prolin). Blut-Gallen-Farbstoffe. Chlorophyll.
1 Pyrazol. Pyrazolin. Pyrazolon (Im, Diazole, Triazole, Tetrazole.)
2 N-haltige 6-Ringe, kondensiert:
Indol. Oxindol-Isatin-Indigo. Carbazol. Oxazol. Isoxazol.
3 S-haltige N-Ringe: Thiazol, Isothioazol. Benzothiazol.
4 Pyridin. Alkylpyridine: Picolin, Lutidin, Collidin.
Pyridone — Hydropyridine — Piperidine.
5 Chinolin. Isochinolin. Alkylchinoline. Oxychinoline. Hydrochinoline.
6 Diazine. Triazine. Tetrazine.
Pyrimidine. Pyrazine. Chinoxaline. Phenazine. Naphthophenazine. Indanthrene.
7 Acridin. Acridon. Hydroacridin.
8 Naphthalin-Anthrazen-Phenanthren-Verbb. mit S+N.
9 Alkaloide (verschiedene Typen).

076 Phosphor-Arsen-Antimon-Verbb. von Ringen.

3-, 4-, 5-, 7-Ringe mit P, As, Sb.
Benzolverbindungen aller Art mit P, As, Sb.
Hydrierte Benzolverbindungen aller Art mit P, As, Sb.
Diphenylmethan-, Triphenylmethan-Verbb. mit P, As, Sb.
Cyclische Terpene mit P, As, Sb.
Naphthalinverbb. mit P, As, Sb.
Anthrazen-, Phenanthren-, Mehrringverbb. mit P, As, Sb.

077 Silizium-, Bor-Verbindungen von Ringen.

3-, 4-, 5-, 7-Ringe mit Si, B.
Benzolverbb. aller Art mit Si, B.
Hydrierte Benzolverbb. aller Art mit Si, B.
Diphenylmethan-Triphenylmethan-Derivate mit Si, B.
Cyclische Terpene mit Si, B.
Naphthalinverbb. aller Art mit Si, B.
Anthrazen-, Phenanthren-, Mehrringverbb. mit Si, B.

078 Metallaryle.

Auffällige Brennbarkeit (vgl. mit Metallalkylen 059).
0 Alkaliaryle: Darstellung. Eigenschaften, Dampfdruck.
Brennbarkeit mit Luft, O. Zündung-Selbstzündung (424).
Brennweise: Flamme-Spektrum. Produkte (Ammoniumaryl s. 073).
Verhalten zu anderen Aktivatoren.
1 Erdalkaliaryle wie eben.
2 Magnesiumaryle wie eben.
3 Aryle von Zink, Beryllium, Cadmium. Wie eben.
4 Quecksilberaryle. Wie eben. Merkarbide wie bei Alkylen?
5 Aryle von Aluminium, Thallium. Wie eben.
6 Aryle von Zinn, Germanium. Wie eben.
7 Aryle von Blei. Wie eben.
8 Aryle von Wismut. Wie eben.
9 Aryle von Kupfer, Silber, Gold, Platinmetallen. Wie eben.

Metallalkyl-Aryle. 079

Kombination von Metallalkylen mit Metallarylen, bei denen am Metall sowohl Alkyl- wie Aryl-Reste sitzen. Ist ihre Brenneigenschaft zusammengesetzt aus denen der einzelnen Komponenten?

Phytostoffe (Pflanzenstoffe). 080

Teer aus Braunkohle, Steinkohle (vgl. Kohle 031).

Isolierung des Braunkohlenteers. Zeit. Menge. Temperatur. 0
Tieftemperaturteer. Schwelung (Wasserdampf, Anilindampf zur Destillation!).
Hochtemperaturteer, Verkokung (Verwandlung beider ineinander).
Destillation der Kohlen mit Zusatzstoffen (Nichtmetalle, Metalle, Verbindungen). Zeit, Menge, Temperatur.
Destillation der Kohlen mit H: Berginverfahren.
Knacken des Teers = therm. Zers. = Spaltung = Vorstufe d. Brennens. Apparate. Heizform. Druck. Katalyse. Druckdestillation. Therm. Abbau. Therm. Aufbau.
Teerpech als Rückstand = Gemisch von Kohle mit Teer. (Überall Gasmengen ermitteln! Gas s. 041.)
Zusammensetzretorte analog Kempfs Vacuumsublimationsretorte.
Rohstoffmomente (007. 011. 017. 029. 043. 048. 080. 091. 087. 088).
Künstliche Motorentreibstoffe (155) durch Knacken des Braunkohlenteers (Bergin-Verfahren).

Physikalische, chemische Eigenschaften: 1
Farbe (feine Kohle verteilt).
Reibungsversuche. Voltolöle! (087). Viskosität und Bau des Moleküls (vgl. mit Bau u. Brennbarkeit 620, 621). Packung d. Moleküle — zytobaktischer Zustand — Schichtung. (Öl u. Kohle, Jahrgang 12, 917.) 821. Halbflüssige Reibung. (Seßhaftigkeit von Nebeln 929, 955.) (Vgl. Viskosität von Nitrocellulose 336.
Chem.: Isolierung einzelner Stoffe — Fraktionierung (Mg-Gehalt des Chlorophylls?).

Brennverhalten des Braunkohlenteers an Luft, O: 2
Zi-Versuche (Selbstzündung), Dieselmotor!

Alterungsprüfung. Oxydationsverfahren in feiner Verteilung.
Katalysiert die feine Kohle? Produkte.
Za-Versuche. Produkte.

Brennverhalten der Schmieröle aus Braunkohlenteer: Zdg. durch umlaufende Maschinen während Schmierwirkung? 3
Reibungsversuche. Voltolöle! (087). Vgl. mit Petroleum!

Brennverhalten des Teers wie der Schmieröle aus Braunkohle zu anderen Aktivatoren. 4

Isolierung des Steinkohlenteers: Zeit, Menge, Temperatur. 5
Tieftemperaturteer (Wasser-Anilindampf zur Destillation).
Hochtemperaturteer (Verwandlung beider ineinander).
Destillation d. Kohlen mit Zusatzstoffen (Nichtmetalle, Metalle, Verbindungen). Zeit, Menge Temperatur.
Destillation der Kohlen mit H: Berginverfahren.
Knacken des Steinkohlenteers nicht möglich. Dagegen als besonderes Verfahren: Extraktion der Steinkohle = Treib-, Schmieröl.
(Überall Gasmengen ermitteln. (Gas s. 041.)

Physikalische, chemische Eigenschaften. 6
Farbe (Kohle fein verteilt). Chromatograph. Adsorptionsanalyse.
Chem.: Isolierung einzelner Stoffe — Fraktionierung. (Mg-Gehalt des Chlorophylls?)

Brennverhalten des Steinkohlenteers an Luft, O: 7
Zi-Versuche (Selbstzündung). Dieselmotor s. oben!
Katalysiert die feine Kohle? Produkte.
Za-Versuche. Produkte.
Conradsonsche Zahl: Menge der bei Verbrennung von Ölen zurückbleibenden Kohle. Soll einen Anhalt geben für Verbrennung der Öle im Motor (zweifelhafte Begutachtung?). Schmierölverkokung. Kennziffer für Schmieröl. H einblasen in Schmierkammer? (154, 157). Viscositätspolhöhe.

Brennverhalten besonderer Teere (kohlefrei usw.). 8

Brennverhalten der Steinkohlenteere jeder Art zu anderen Aktivatoren. 9

081 Pflanzen. Pflanzenteile an Luft, O bei gewöhnlicher Temperatur. Fäulnis.

Ganze Pflanzen, Land-, Wasser-, niedere Pflanzen.
Pflanzenteile: Wurzeln, Blätter, Blüten, Stengel, Früchte usw.
Laub-, Nadelholz. Niedere Pflanzen, Algen-, usw.

0 Reifungsprozeß an Luft (ist dabei O beteiligt?)
Herbstlaubfärbung (Pflanzenalter) (999).

1 Früchtefärbung (O beteiligt?)

2 Trocknung: Heu, Herbarien usw.

3 Trocknung unter etwas höherer Temperatur: Zuckerrohr.

4 Trocknung ev. unter Druck: Vertorfung (vgl. Adipocire). (090)
Wasserdruck = feuchter Druck.

5 dt. unter Druck trocknen mit feuchten Lösungen usw. an Stelle des Wassers. Reals Presse. Vgl. Selbstreinigung der Flüsse!

6 Fäulnis der Pflanzen an Luft, O: Einzelpflanzen, Pflanzengemische.
Im Boden (Art des Bodens, Sand, Ton, Tiefe des Bodens). Humusbildung, Mitwirkung von Bakterien.

7 Abdrücke in Gesteinen: Versteinerung. Künstliche Versteinerung.
Melaninbildung in Pflanzen. Schwarze Kartoffelknollen. Kalimangel? (Wissen u. Fortschritt 1936, 517.) Äpfel, Kohl. Mosaikkrankheit des Tabaks. (Panaschierung von Pflanzen (s. Schmalfuß: O-Nachweis 203).
Huminsubstanzen. Humussäuren.

8 Verwesung = weitergehende Fäulnis unter Mitwirkung von O.
Bei Pflanzen keine riechenden Produkte, sondern nur CO_2, H_2O.

9 Konservierung von Pflanzen = Verhinderung von Fäulnis (s. 978).
Abtötung von Bakterien. Oligodynamische Wirkung von Cu, Ag, usw.

082 Pflanzen, Pflanzenteile bei höherer Temperatur. Verbrennung.

0 Rösten (Flachsröste, Kaffeeröste. Malz, Cerealien usw.). Kräuter getrocknet

1 Inkohlungsbeginn beim Erhitzen in Glyzerin, Paraffin usw.

2 Verteerung. Tieftemperatur wie oben bei Braunkohle (Inkrusten). Destillation (251).
Hochtemperaturteer wie oben bei Braunkohle (Wasserdampf bei frischen Pflanzen gibt Aldehyd). Pflanzenarten wie bei 081.

3 Verbrennung dieses Teers im Vergleich mit Braunkohlenteer.

4 Verbrennung der Pflanzen (-teile) mit Luft, O.
Zi-Versuche (Selbstzündung bei Heu s. 420).
Za-Versuche. Brennweise (weißer Rauch bei feuchten Pflanzen). Hofmanns Apparat.
Großbrände: Steppen, Prärien. Gras-Waldbrände, ebenso Schilfrohr usw.

5 Besonderes: Strohhalmverbrennung (vgl. mit Röhrenpulver).

6 Torfverbrennung.

7 Schwer verbrennliche Pflanzen (Erklärung).
Petunien an Bahndämmen. Japanischer Lackbaum, Bruyereholz (084).
Equisetaceen mit $CaSO_4$, SiO_2 (Feuerschutz). (Bagasse mit Zucker besser brennbar.)

8 Umsatzprodukte: Rauch (s. 911).
Geben Pflanzen mit besonderen Stoffen besonderen Rauch? Datura-Arten bei Asthma (Giftrauch?) (s. u. Nikotin bei Tabak).
Schwadenanalyse (s. bei Sprengstoffen).
Umsatzprodukte: Asche.
Pottasche! Besondere Asche: Cu-Asche (Mineralienböden als Heimat der Pflanzen).
Hat Pflanzenasche dieselbe Zusammensetzung wie die der Kohlen?
Spodogramm usw. s. bei Kohlen.
Brandstiftungsuntersuchung s. u. bei Holz!

9 Verhalten von Pflanzen zu anderen Aktivatoren.

083 Besondere Saugverbrennung beim Rauchen.

Art von beschleunigter Verbrennung (vgl. 174).

0 Zi-Versuche. Za-Versuche an Luft, O mit Rauchwaren (Wiederanzünden). Flamme dabei.

Brennweise: Glimmen, Glühen (Glimmstengel). 1
Brenndauer, Glimmdauer. Verglimmen der weggelegten Zigarre (Unterlage Metall, Nichtmetall). Glühzonenstärke (Brennen in reinem O!).
Art der Luftzuführung: 2
Lose, fest gestopfte Zigarre. Einfluß d. Mundstücks. Geschwindigkeit des Saugzuges (CO-Gehalt b. Rauchen. Rauchen mit Spitze. Kurze, lange Pfeifen. Wasserpfeife — Hukka).
Umsatzprodukte: Rauch (s. 917). 3
Farbe — Feinheit (kalter Rauch). Pfeife = Gasfabrik.
Untersuchung des Rauchs. Schwadenanalyse. CO-Gehalt. Nikotingehalt.
Tabakwertbestimmung.
Entnikotinisierungsverfahren. Ergebnis?
Physiologische Wirkung (s. Giftkampfstoffe).
Teeruntersuchung (nur in Spitze, Pfeife). 4
Rauchen = trockne Destillation, aber nur teilweise, weil hier Luft hinzutritt (vgl. mit obiger Notiz von Fischer, wonach bei Zutritt von Luft CO-haltiges Gas entsteht). Teer verbrennt nicht mit bei Saugverbrennung.
Teerfänger (vgl. mit anderen Glimmteeren: Meilerteer).
Besonderer Teer: Geruch von erlöschender Zigarre in Lederetui: Buttersäure. Wasserpfeife: Parfümöl, um Teer abzufangen! 5
Aschenuntersuchung (wie bei Kohlen). (Gehalt an Rb, K!) 6
Besondere Zigarren: Asthma-Zigarren (Verhalten d. Belladonna beim Rauchen!) (939). 7
Kartoffelkraut, Rüben usw.
Mentholzigarette (970).

Holz. **084**
Laub-, Nadelholz (Maserungsbilder). 0
Kurvenbilder von Schmelzen — Wärmeleitfähigkeit. Feuchtigkeitsbestimmung 648.
Künstliche Alterung durch O, Ozon (wird Ligninbildung behindert oder befördert?). befördert?). Metallholz.
Teerbildung: Inkohlungsbeginn durch Erhitzen in Glyzerin, Paraffin usw. Wie bei 1
Pflanzen. Tief-, Hochtemperaturteer. Unterschiede. Wie bei Pflanzen. 2
Teerverbrennung. Produkte. Unterschied gegen Kohlenteer? 3
Zi-Versuche mit Holz an Luft, Sauerstoff. Therm. Zersetzung s. eben. 4
Vorstadium: Brandmalerei. Ankohlen von Pfählen.
Holz mit glühenden Stempeln brennen, glühende Metalle auf Holz.
Za-Versuche mit Holz an Luft, Sauerstoff. Zündholz über brennender Petroleumlampe. 5
Brennweise: (Apparat von Hofmann).
Form von angebranntem, dann gelöschtem Holzklotz (vgl. geometrisches Abbrennen von Pulver).
Blitzverbrennung.
Kieselreiches Holz — Schachtelhalm — schwer verbrennbar (Pockholz, Balsaholz). (Zusammenhang mit Kohleentstehung gerade aus diesen Pflanzen?) (s. o. Petunien schwer brennbar!)
Schwer brennbarer japanisch. Lackbaum, ferner Bruyereholz für Tabakspfeifen! (082).
Leicht brennbar irgendwie ölreiches Holz, Weihrauch usw.
Besondere Hölzer: Farbhölzer, Metallholz.
Großbrände: Wie erfolgt Brand von Häusern usw., d. h. von Mischungen, die aus 6
Holz mit Steinen, Metall bestehen? In welcher Reihenfolge geht Verbrennung vor sich? Z. B. bei Fußbodenbrand?
Wie muß beabsichtigter Brand angelegt werden, z. B. in Feindesland? (vgl. beabsichtigte Munitionsverbrennung).
Umsatzprodukte bei Holzbränden. 7
Rauch (grünes Holz beim Räuchern. Nadelholz. Wacholder). Schwaden (s. 036. 738). Brandschwaden = Qualm (900).
Asche: (s. Untersuchung wie bei Kohlen).
Katalytische, magnetische Eigenschaften von Holzaschen.
Veraschung in Platintiegeln wie bei Papier (Mg?).

8 Nachweis von Brandspuren.
Untersuchung bei Brandstiftung. Ursprungstelle bei Doppelbrand.
Entdeckung von Brandschichten der Vorzeit aus ausgegrabenen Runen. (1500 Jahre alter Brandgeruch?) Wie werden unbrennbare Stoffe, z. B. Steine, verändert, wenn Feuer auf ihnen entsteht?
Materialuntersuchung durch Brandproben (vgl. 894: Material-Sprengprüfung).
9 Holz und andere Aktivatoren.

085 Lignin. Kork. Linoleum.

0 Entstehung des Lignins.
Ringstruktur des Lignins. Verholzung der Zellulose.
Umwandlungsprozeß thermischer Art?
Mitwirkung von Bakterien, Vitaminen? In lebender und toter Pflanze?
1 Trennung von Zellulose: Diaphanol.
Physikalische, chemische Eigenschaften (Nachweis).
2 Verteerung von Ligninen? Brennbarkeit dieser Teere.
3 Brennbarkeit von Lignin an Luft, O (Unterschied gegen Cellulose?)
4 Verhalten von Lignin zu anderen Aktivatoren.
5 Verteerung von Kork.
6 Brennbarkeit von Korkteer.
7 Brennbarkeit von Kork.
8 Verhalten von Kork zu anderen Aktivatoren.
9 Linoleum. Verteerung. Brennbarkeit des Teers. Brennbarkeit des Linoleums. Verhalten von Linoleum zu anderen Aktivatoren.

086 Verarbeitete Pflanzenfasern-Kleidung. Papier. Pappe.

0 Faserstoffe, lose, versponnen, präpariert. Vistrafaser, Stapelfaser, Verteerung. Brennbarkeit des Teers.
1 Brennbarkeit der Fasern. Zi-Za-Versuche. Produkte.
2 Faserstoffe und andere Aktivatoren.
3 Papier, ungeleimt, geleimt. Beschwerung. Vergilbung. Verteerung. Brennbarkeit des Teers. (Druckpapier-Wiederlesbarmachen nach Brand. 031)
4 Brennbarkeit des Papiers an Luft, O: Zeit. Produkte.
5 Filterveraschung — Tiegelmaterial.
6 Besondere Papierarten — Brennbarkeit. Buntpapiere. Metallpapiere usw. Produkte.
7 Verhalten der Papiersorten zu anderen Aktivatoren.
8 Pappe — Verteerung.
Pappe. Brennbarkeit an Luft, O. Produkte.
9 Pappe und andere Aktivatoren.

087 Pflanzenöle, -fette (trocknend, nicht-). Pflanzenwachse.

0 Nichttrocknende Öle: Verteerung. Brennbarkeit des Teers.
1 Brennbarkeit an Luft, O. Thermoleometrie (H_2SO_4-Sulfomonopersäure) (s. 047).
2 Tournantöl. Türkischrotöl! Verhalten zu anderen Aktivatoren.
3 Trocknende Öle. Verteerung. Brennbarkeit des Teers. Firnis! Pflanzenlacke.
4 Brennbarkeit an Luft, O. Thermoleometrie wie eben.
5 Verhalten zu anderen Aktivatoren.
Vestafeuer (098, 540).
6 Öle, gehärtet. Unterschiede gegenüber vorhergehenden Ölen.
7 Riechstoffe — Räucherpflanzen. Apfelsinenschale. Verteerung. Brennbarkeit. (970) (911).
8 Brennbarkeit an Luft, O. Thermoleometrie. Dictampflanze (Gegensatz zu Petunien).
9 Verhalten zu anderen Aktivatoren.
(Schmieröl-Verkokung, Untersuchung s. 080.)
Rohstoffmomente (vgl. 007. 011. 017. 029. 048. 091. 080. 088).
Strecken von Fett durch Zusatzstoffe.
Margarine. (998.)
In Nahrung Fettersatz durch Kohlehydrate. (998.)
Flüssige Fette härten.

Pentosane. Gummiarten. Harze. Sterine. Kautschuk. **088**

Pentosane. Verteerung. Brennbarkeit an O, anderen Aktivatoren. 0

Gummiarten (Kirschgummi usw.). Pektinstoffe 048. Verteerung. Brennbarkeit an Luft O, anderen Aktivatoren. 1

Harze (Sesquiterpene). Benzoeharz. Siegburgit usw. Verteerung = trockene Destillation. 2

Brennbarkeit an Luft, Sauerstoff. 3

Verhalten zu anderen Aktivatoren. 4

Wachs. Balsam (Wachswichse 087).

Sterine — von Pflanzen-Verteerung. Brennbarkeit an Luft, O. (s. 099.) 5

Verhalten zu anderen Aktivatoren. 6

Kautschuk. Verteerung (Isopren). 7

Rohstoffmomente (vgl. 007. 011. 017. 048. 080. 091).

Kautschuk durch Pflanzenauswahl:

Gewöhnung der Pflanze an anderes Klima, anderen Boden.

(Eukalyptus im italienischen Sumpfgebiet.)

Überpflanzung von Vitaminen (Überimpfung).

Ertragsteigerung (entsprechende Düngerzufuhr).

Totalsynthese des Kautschuks durch Chemie und physikalische Chemie (Polymerisierung zu Fadenmolekülen — Kolloidisierung).

Brennbarkeit von Naturkautschuk an Luft, O. Kautschukfackeln. 8

Verhalten zu anderen Aktivatoren. 9

Kunstkautschuk (Butadien-). Buna. Brennverhalten gegenüber natürlichem. Fadenstruktur. (Ascaudruck s. 094.) Kautschukfüllstoffe — Factis.

Bitterstoffe. Huminstoffe. Flechten-Gerbstoffe. Eiweißarten. Glucoside. **089**

Bitterstoffe. Verhalten zu Luft, O. Verteerung. 0

Verhalten zu anderen Aktivatoren. 1

Huminstoffe (s. o. Bildung). Bildung aus Pflanzenstoffen (toten?). Oxydation? 2

Verteerung. Brennbarkeit an Luft, O. Verhalten zu anderen Aktivatoren. 3

Flechtenstoffe. Verhalten zu Luft, O. Verteerung. 4

Verhalten zu anderen Aktivatoren. 5

Gerbstoffe. Verhalten zu Luft, O. Verteerung. 6

Verhalten zu anderen Aktivatoren. 7

Eiweißarten (054, 097).

Glucoside (s. einzelne Komponenten). Verhalten zu Luft, O. Verteerung. 8

Verhalten zu anderen Aktivatoren. 9

Zoostoffe (Tierstoffe). 09

Petroleum. **090**

Nachbildung: Aus Karbiden. Aus Kohle + HJ (Berthelot). Porphyrine darin? 0

Entsteht auf künstliche Weise kaukasisches oder amerikanisches Öl? Amerikanisches + Naphtha = russisches Öl? Feueranbeterkultus — Persien. 1

Rohstoffmomente (vgl. 007. 011. 017. 048. 080. 087. 043. 088).

Erschließung neuer Petroleumquellen durch Lagerstättenforschung.

Physikalische Eigenschaften, bzl. Brennbarkeit. Siedepunkt — Dampfdruck — Siedekurve. 2

Chemische Eigenschaften. (Wo ist N der Tiere geblieben? Warum entsteht aus Tieren keine Kohle?) Veränderung von Na unter Petroleum (= fettsaure Salze, durch Oxydation aus Petroleum entstanden). (Alterungsprüfung 080.) 3

Knackprozeß = therm. Zersetzung des Petroleums. Produkte. Cracken (080) von Petroleum, Solventnaphtha liefert Ring-KW. (s. 350. Kast 231). 4

Brennbarkeit an Luft, O. Zi-Versuche. Dieselmotor-Zündung (s. 156). 5

Za-Versuche an Luft, O. Flamme (Unterschied zw. russ. und amerikanischem Petr.). 6

Flammpunkt s. 446. Verbrennung in Lampen, s. Dochtverbrennung (520). Brennprodukte.

Brennen von Festpetroleum (Unterschied gegen flüssiges). 7

Verhalten von Petroleum gegen andere Aktivatoren. 8

091 Benzin (russisches, amerikanisches).

0 Isolierung aus Petroleum (Explosionsgefahr). Destillation.
(Künstliches Benzin s. 080. 091.)

1 Physikalische Eigenschaften bzl. Brennbarkeit. Siedepunkt — Dampfdruck — Siedekurve. Dämpfe kriechen am Boden hin.

2 Elektr. Erregbarkeit (Selbstzündungsmöglichkeit!) (vgl. Graphit bei Schwarzpulver — hier Richterol! Andere Stoffe als Richterol?) Kleider mit Metall = Kondensatoren. Temperatur des Benzins dabei wichtig?

3 Chemische Eigenschaften (Unterschied gegen Petroleum?) Nachweis von Benzol in Benzin. Lagerung unter Sauerstoffdruck.

4 Zi-Versuche (s. eben: elektr. Erregbarkeit!).

5 Za-Versuche. Brennweise gegenüber Petroleum. Wie wird Leuchtkraft der Flamme beeinflußt? Flammpunkt, Verbr. in Lampen — Dochten. Produkte (Benzinlötlampe s. 148).

6 Brennweise von Festbenzin (Gegensatz zu flüssigem!).

7 Verhalten von Benzinen aller Art zu anderen Aktivatoren.

092 Griechisches Feuer. Petroleumbrandmittel.

Nachbildung des griechischen Feuers von Kallinikos.
do. der Carcassen von Leonardo da Vinci. = Mischungen von ungelöschtem Kalk mit Wasser und Petroleum. Andere Mischungen, andere Brennstoffe. Naphthamischungen usw. (Vgl. 287.) (507.)

093 Vaseline. Petroleumschmieröle. Masut.

Entstehung der Schmieröle = Kettenkörper gerade aus russ. Petroleum, welches Ringnaphthene enthält! (Alterungsprüfung 080.)
Eigenschaften, physikal., chemisch, verglichen mit denen der Braunkohlenschmieröle. (Schmieröluntersuchung — Verkokung s. 080.)
do der Vaseline.
do. des Masuts.
Brennbarkeit der Schmieröle (vgl. mit der der Braunkohlenschmieröle) an Luft, O. Brennweise. Produkte.
do. der Vaseline.
do. von Vaselinsalben.
do. von Masut usw.
Verhalten dieser Petrolprodukte zu anderen Aktivatoren.

094 Bitumene-Brandschiefer. Ozokerit. Erdwachs. Asphalt.

0 Bitumene. Nachbildung. Eigenschaften. (Malthen = Bergteer!)

1 Brennverhalten zu O, anderen Aktivatoren. Produkte.

2 Brandschiefer. Nachbildung, Eigenschaften (Brennsteine).

3 Brennverhalten an Luft, O. Andere Aktivatoren. Esthnischer Brandschiefer leichter brennbar als Steinkohle — Kuckersit. Rußt stark! Produkte — Asche.

4 Schieferöle. S-haltig. Nachbildung. Eigenschaften.

5 Brennverhalten zu O, anderen Aktivatoren. (Vergleich mit Mischung von Ölen mit Schwefel.)

6 Ozokerit. Nachbildung. Eigenschaften.

7 Brennverhalten zu O, anderen Aktivatoren.

8 Asphalt. (S-haltig! Vgl. Schieferöle!) Nachbildung. Eigenschaften. Brennverhalten zu O, anderen Aktivatoren. (Ascaudruck — Lichtempfindlichkeit! s. 088.) Katalysiert feine Kohle im Asphalt bei Verbrennung? Produkte — Asche.

9 Bernstein. Einteilung wie eben.

095 Tiere, Tierteile an Luft, O bei gewöhnl. Temperatur.

Ganze Tiere (tot, lebend?).
Tierteile, äußere, innere.
Zellenwachstum — im Alter Stillstand desselben (999).

0 Trocknung (Fische an der Sonne, Fleisch in Tropen).

Trocknung unter Druck: Adipocire, unter Wasserdruck. Statt Wasser andere Flüssigkeiten, Lösungen? (Vgl. Vertorfung bei Pflanzen.) 1
Adipocire in Erdarten selten.

Fäulnis an Luft, O: Warm-, Kaltblüter. Unterschied gegen Pflanzen: N-Produkte, Ptomaine. (Geruch.) Insekten geben kaum Fäulnisgeruch! Tierstoffe faulen leichter als Pflanzenstoffe. Tierstoffe gemeinsam mit Pflanzenstoffen. 2

In Bödenarten: Mitwirkung von Bakterien? Abdrücke in Gesteinen — künstliche Nachbildung. Versteinerung. 3

Melaninbildung: Tierfarbstoffe. Vgl. O-Nachweis nach Schmalfuß (203). 4

Verwesung = weitergehende Fäulnis unter Mitwirkung von O. Hier nur CO_2, H_2O, Ammoniak. 5

Leichenkonservierung (vgl. 978, 999). Erdarten und Leichen. Mumien mit Arsenik. Bremer Ratskeller — Radioaktiv! Sterile Aufbewahrung von Tieren in Spiritus. (Abtötung von Bakterien, also Desinfektion!) Leichen mit Pikrinsäuretüchern. Metallisierung von Leichen. Oligodynamische Wirkung von Metallen wie bei 081. Leichengift. 6

Leichenzerstörung auf chemische Weise. 7

Tiere, Tierteile bei höherer Temperatur: Verbrennung. **096**

Fettbraten in Pfanne, Schmoren von Fleisch: Akrolein-empyreumatische Dämpfe. Braten in eigenem, fremdem Fett. Bratspieß. Geschmack brenzlich bei starkem Braten. Ansengen von Gänsen. Anbrennen von Milch (Geruch). 0

Räuchern brennt die zu räuchernden Stoffe an. Speck, Wurst, Fische, Kasseler Braten. Tierische Räucherstoffe: Ambra. Röst-Räuchergase. 1

Inkohlungsbeginn bei Erhitzen in Glyzerin, Paraffin, Fett. Harn als sympathetische Tinte: Über Lampe schneller braun als Papier, Leim. 2

Verteerung von Tieren, Tierteilen: Tief-Hoch-Temperatur. 3
Direkt, eingeschlossen in Gesteinen, Metallen.

Verbrennung dieses Teers. (Vgl. mit Pflanzenteer.) 4

Verbrennungen am Tier-, Menschenkörper: Welche Tempp. verträgt Mensch, Tier? (Vgl. mit Pflanze.) Brandzeichen: Pferdestempel. Hexenverbrennung. Henker von Lille. Brennschere. Orientalische Moxe-Glimmkegel auf Haut. 5
Verbrennungsgrade: Ursache des Verbrennungstodes vgl. Hautatmung (972). — Blitzverbrennung. (Vgl. mit Gelbkreuz!) Poren-Öffnung mit Glyzerin. Sonnenbrand (U-V-Licht). (999.)
Elektr. Verbr.: Diathermiewellen verbrennen Haut, Kurzwellen dagegen durchdringen alle Organe gleichmäßig. (458, 492, 999).
Medizinische Heilbehandlung: Früher Brenneisen, Ausbrennen von Schlangenbiß, Galvanokaustik. 508. Pasteurs Gärverschluß mit verbrannter Watte. Brandserum. Hautverbrennung durch Schuß (Selbstmord). Brandwundenheilung. Allantoin für Brandwunden. Hautpulver heilt.

Verbrennung ganzer Tiere: Zi-, Za-Versuche. (Warm-, Kaltblüter.) Brennweise. Flamme. 6

Menschenverbrennung: Krematorien. Vgl. historische Einäscherungen. Indische Sati! Mit, ohne Sarg. (Einzelne Organe, wie Leber, Lunge brennen nur von Oberfläche her.) Zusammenfallen des Körpers, Durchtritt der Brenngase u. d. Verbr.-Luft. 7

Untersuchung der Umsatzprodukte: Rauch weniger wichtig. 8
Asche: Gleiche wie die der Tierkohle? Spodogramm vgl. bei Kohle. Bei Vergiftungen Metalle (Tl), As usw. in Asche. (Aschengehalt eines normalen Menschen an Metallen: Tabelle.) Blutlaugensalzbildung.

Verhalten von Tieren, Tierteilen zu anderen Aktivatoren. 9

Verarbeitete Tierstoffe: Haut, Pergament, Leder, Pelz. Haare. Federn. Faserstoffe, Wolle, Seide. **097**

Brennversuche mit Eiweiß aller Art, do. mit Eigelb. Brennweise. Produkte. (054, 089.) Tierischer Leim — Brennbarkeit. 0

Brennweise von Haut, Horn, Leder, Pergament. Produkte. (Chitingehalt.) 1

Brennweise von Haaren, Federn, Pelz. Produkte. Haare verschiedener Tiere, Menschenrassen, verschiedener Altersstufen. Gibt Kohle nach Verbrennen Struktur wieder? 2

3 Faserstoffe, lose, versponnen, präpariert. Chitingehalt! Wolle, Seide von Pflanzenfasern zu unterscheiden durch Brennverhalten! Geruch? Mikrodestillation?! Welche Fasern sind leichter zu zünden, welche verbrennen schneller? Vgl. mit Färbevermögen! In Lampen nur Dochte aus Pflanzenfasern, meist tierische Öle verbrannt.
4 Wolle: Zündung, Zi-, Ansengapparate, Webereien. Za-Versuche. Produkte.
5 Verkohlung beim Plätten durch glühenden Bolzen.
6 Seide: Beschwerung. Zi-Versuche.
7 Za-Versuche. Brennweise. Produkte.
8 Verhalten von tierischen Faserstoffen zu anderen Aktivatoren.
9 Müllverbrennung.

098 Tierische Öle direkt aus Organen.

Land-, Wasser-Tiere, niedere Tiere.
Fette aus Fettsäuren + (Alkoholen) Glyzerin (s. 047).
Fette aus besonderen Säuren + besonderen Alkoholen, z. B. Tierwachse.
0 Speck, Schmalz usw.
Speck, Schmalz usw. Physikal. Eigenschaften: Thermoleometrie. Chem. Eigenschaften: Brennverhalten zu Luft, O: Zi-, Za-Versuche. Brennweise. Produkte. (Vgl. mit Mineralölen.) Verhalten zu anderen Aktivatoren.
1, 2 Wollfette der Schafe. — Lanolin, Lanolinsalben. dto.
3, 4 Bienenwachs. dto.
5 Hummelwachs, Blattlauswachs. dto.
6, 7 Schellack = besonderes Blattlauswachs. dto.
8 Mückenfett, Maikäferfett. dto.
9 Bürzeldrüsensekret. dto.
Vestafeuer (087. 540).

099 Tierische Öle, durch trockene Destillation und Fraktionierung aus Organen.

(Vgl. Verbrennung des Rohteeres eben, hier reine Teerfraktionen!)
Landtiere: Eieröl. Klauenöl. Leberöl.
Physikal. Eigenschaften: Thermoleometrie. Chem. Eigenschaften: Brennverhalten zu Luft, O. Zi-, Za-Versuche. Brennweise. Produkte. (Vgl. mit Mineralölen, mit Ölen eben.) Verhalten zu anderen Aktivatoren.
Sterine (Cholesterin) (s. 088).
Seetiere: Trane = Leberöle (gemeine, gehärtete Trane). Wichtig: Phosphorgehalt.
Schmieröl-Verkokung (s. 080).

Geschwindigkeit der Verbrennung. 1

Geschwindigkeitssteigerung durch Änderung der Passivstoffe.

Gase: Brenngrenzen. Gasheizung. 10

Gasförmiger Aggregatzustand ist der reaktionsfähigste für passive sowie für aktive Brennstoffe. Daher von Aktivatoren am geeignetsten: O, F, Cl, weil sie als Gase den passiven Stoff völlig umgeben bzw. durchdringen können. Für die Geschwindigkeit einer Verbrennung ist in erster Linie das richtige Mischverhältnis zwischen aktiven und passiven Brennstoffen maßgebend. (Gase in Mischung immer homogen — Gegensatz zu Flüssig-, Feststoffen.)

Wasserstoff, Brenngrenzen. **100**

Welche Menge H verbrennt mit welcher Menge Luft? 0
Zylinderversuche: Cyl von Vol a mit h Vol H, a—h ccm Luft. O-Gehalt bei Brenngrenze.

Mischzeiten: Innerhalb welcher Zeit haben sich zwei Gase von spez. Geww. s, s_1 gemischt? 1

Nach welcher Zeit ist H, aus Zylinder offen ausströmend, nicht mehr zündbar? 2

Molekulargeschwindigkeit von H, mittlere Weglänge (s. 108, 709, 759), Stoßzahl. Bei Gasen homogene Mischung. (Modell mit Kugeln, farbig, O, H, N.) Steht Brenngrenze in Beziehung zu Molekulargeschwindigkeit? (709) (Vgl. bei spez. Wärmen der einzelnen Gase.) (646). 3

Seifenblasenversuche mit H: Brenngeschwindigkeit. Seifenblasen = aneinanderliegende Kugeln, die wieder selbst mit kleinen Kugeln = Molekülen gefüllt sind. 4

Brenngrenzen bei Mischung von H und inerten Gasen wie N, CO_2, He, Ar, und Luft. 5

Deuterium — Brenngrenzen.

H-Verbb. von Nichtmetallen, Gase. Brenngrenzen. **101**

H_2S, H_2Se, H_2Te.
NH_3, PH_3, AsH_3, SbH_3.
SiH_4, BH_3.
Ausführung wie eben.
Mischungen dieser Gase mit Wasserstoff.
Mischungen dieser Gase untereinander.

H-Verbb. von Metallen, Gase. Brenngrenzen. **102**

BiH_3 · Bleiwasserstoff usw. Ausführung wie eben.
Mischungen dieser Gase untereinander.
Mischungen dieser Gase mit Wasserstoff.
Mischungen dieser Gase mit Metalloidhydriden.

Gasige gesättigte Kohlenwasserstoffe (Ketten). Brenngrenzen. **103**

CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10} (n-, i-Verbb.). (041)
Ausführung wie bei 100.
Mischung dieser Gase mit H.
do. mit H-Verbb. von Nichtmetallen.
do. mit H-Verbb. von Metallen.
Mischungen dieser Gase untereinander (Leuchtgas), diese Mischung wieder gemischt mit H.
do. mit H-Verbb. von Nichtmetallen.
do. mit H-Verbb. von Metallen.

104 Gasige ungesättigte Kohlenwasserstoffe. Brenngrenzen.

Äthylen, Propylen, Butylen (m-, i-). (042).
Trimethylen, Dimethyläthylen (042).
Azetylen. Alyllen (042).
Ausführung wie bei Wasserstoff. Gemische wie eben.
Azetylen-Sauerstoff-Signale (550).

105 Heterokettenverbindungen, gasige. Brenngrenzen.

Chlormethyl (050).
Methylmercaptan (051).
Methylamin, Methylphosphin, Methylarsin (054, 055, 056).
Bortrimethyl (057).
Ausführung wie bei Wasserstoff. Gemische wie eben.

106 O-haltige, also bereits teilweise oxydierte Kohlenstoffverbindungen. Brenngrenzen.

Kohlenoxyd (036).
Dimethyläther. (Methylnitrit enthält aktive Gruppe, also nicht hierher.)
Ausführung wie bei Wasserstoff. Gemische wie eben.
Gasige Ringverbindungen existieren nicht (s. o.!).

107 Brenngrenze sämtlicher vorgenannter Gase unter Zumischung von besonderen Stoffen.

Inerte Gase wie N, CO_2, SO_2, Edelgase usw.
Zusatz von $^1/_{1000}$ an Jod, Brom macht CH_4-Luftgemenge unentzündlich (Dixon). (Auffällig, da Jod, Brom Aktivatoren!)
Brenngrenze vorgenannter Gase bei Gegenwart von Wasser. (Versuche mit Gasen in Zylindern über Wasser.)
Wasser notwendig; auf 24 000 Mol CO mindestens 1 Molekül zur Entflammung nötig.

108 Gasheizung.

Technische Gasheizung. Luft-Mischeinrichtung im Bunsenbrenner.
Heizgase: Wasserstoff, Leucht-, Generator-, Wassergas. Flamme kann oxydierend, reduzierend wirken.
Ofenkonstruktionen: Muffel-, Flamm-, Schacht-Ofen. Hempel-, Perrot-, Rößler-, Sulfrian-Ofen. (Windzügeanordnung.) Öfen mit waagerechten, aufsteigenden, überschlagenden Flammen, tangential, radial. Schießofen. Aluminiumheizblock. Heizblock für Verpuffungsprüfung der Sprengstoffe (350).
(Vgl. bei Flamme; dort auch Flammrohrkessel.) (s. flammenlose Oberflächenverbrennung 515.)
Rauchgasanalyse mit Zubehör. Automatische Kesselheizungs-Analyse. (s. 175,738.)

109 Steigerung der Heizbrenngeschwindigkeit.

Höhere Molekulargeschwindigkeit durch Vorwärmung. Feuerung. Steigerung der Molekularbeweglichkeit.
R-G-T-Regel: Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit bei 10° Temperatursteigerung um das Doppelte (101, 629).
Versuche mit Landolts Uhr in der Wärme.
Vorwärmen des Brenngases. Vorwärmen der Luft. (Recuperativ-Regenerativheizung.) (Winderhitzer.) (2. Schuß aus Rohr 614. 842.)
Stillstand von Reaktionen s. bei Feuerlöschung!
Steigerung der Verbr.-Geschwindigkeit durch Druckwirkung auf Mischung: Verbr. von Gasen unter höherem Gasdruck = Beschleunigung der Verbrennung.
Leuchtgas unter normalem Druck (Manometermessung!).
Stärkerer Druck: Stärkeres Ansaugen oder Gas statt aus Leitung aus Bombe.
Gase unter besonderem Druck s. Gasmotor. 154.
Gebläse. (s. 174.) (s. 143.)
Lötrohr (Luft unter stärkerem Druck). (Wichtig, welche Stelle der Flamme durch Luftstoß getroffen wird, Oxydations-, Reduktionskegel.) Benzinlötlampe 148.
Ablenkung, Umbiegen der Flamme.

Gebläse, mit dem wie beim Lötrohr Luft unter Druck in Gas geblasen wird.
Preßluft in Bunsenbrenner hinein: Flammengröße geändert? Flammentemperatur! (Andere Gase, auch indifferente, in Flamme hinein?)
Preßluftgebläse, Sauerstoffgebläse (s. 143, 174).
Während beim Lötrohr, auch bei Gebläsen, z. T. Luft resp. O in die brennende Flamme geblasen werden, also Mischung während des Brennens erfolgt, erfolgt diese Mischung beim Knallgasgebläse, Schneidbrenner usw. vor dem Verbrennen.
Düsenformen! Querschnitte! Mischverhältnis muß hier berücksichtigt werden, während dies beim Lötrohr nicht nötig ist.
Starkgas direkt mit O hergestellt.

Gasexplosionen. 11

Explosionsgrenzen gegenüber Brenngrenzen.

Gasexplosionen bei anorganischen Gasen. **110**

Reine Gase, Mischungen untereinander.
Explosionsgrenzen. (Verschiebung bei Mischungen??)
Versuche nicht an, sondern mit Luft, d. h. verbrennen, nachdem Gas mit Luft gemischt ist: jetzt nicht mehr schichtenweise Verbrennung von oben her, sondern Raumverbrennung!
Welche Mengenverhältnisse am besten? (Wärmeableitung an viel Luft hinfällig.) (Überschuß an reinem O verlangsamt wie auch ein Unterschuß an O!)
Zylinder mit H unter einem Zylinder mit Luft: Misch-Wartezeit bis zum Anbrennen. (Vgl. o. Brenngrenzen!) Trennungsplatte aus Glas, Trennungsplatte aus porösem Material.
Verschieden dimensionierte Zylinder. (In engen, hohen Zylindern vorzeitiges Erlöschen.)
Zylinder vor Anbrennen auf Zentrifuge. Mischzeit!
Besondere Brennerscheinungen: fauchende Verbrennung im Gegensatz zu ruhiger Verbrennung an viel Luft.
Wellenstreifen an Zylindern.
Wirbelnde Gasverbrennung und Analogie mit astronomischen Erscheinungen. (Meunier, Centralbl. 1913 I 500.)
Besonderes Verhalten: Explosionsgefährliche Gase mit Luft gemischt im Feld hochgespannten Gleichstroms. (Vortrag von Schleicher in Würzburg.)
Explosivität von Gasen unter Druck (s. u. Azetylen!).
Explosionsgrenzen des Gases an Luft.
Ebenso bei Mischungen: kleine Mengen brennbarer Gase erhöhen Explosionsgefährlichkeit von Ammoniak. (Hofm. 100.)
Größere Explosionsversuche in Kammern.
Explosionsversuche in langen Röhren. (Explosionen im Bunsenbrenner.) (524, 525).
Fortpflanzungsgeschwindigkeit (s. auch 119). Explosionsgeschwindigkeit (s. 750).
Anfangsstadien: Flammengeschwindigkeit während der ersten gleichförmigen Bewegung. Tönende Flammen. (529.)
Wasserstoff — Unterschied gegen Deuterium.

Explosionen bei organischen Gasen. **111**

Reine Gase sowie Mischungen, auch mit anorganischen Gasen. (Einteilung wie eben.)
Besonders wichtig: Grubengas, Leuchtgas, Azetylen.
Besonders wichtig das Verhalten von Azetylen unter Druck: unter 2 Atmosphären explosiv! Bei 7 atü wieder unexplosiv! Azetylen zerfällt dabei wie Bleiazid, verbrennt also nicht! (Hofmann, 326.) (s. 398).

Explosionsflaschenversuche. Selbsttätige Mischung mit Luft. **112**

(Hofmann 40.)
Übergang zur Explosion. Explosionsgrenzen!!
Mischzeiten bei verschieden dimensionierter Flasche, do. bei verschieden dimensioniertem Steigrohr. Einströmungsgeschwindigkeit der Luft. (Explosionskraft = Hochschleudern eines Balles s. 119.)
Veränderung der Flamme während des Einströmens von Luft; Flamme grün (s. bei

Flammenfarbe) = CO-Flamme? Änderung der Flammengröße! Abdrosselung, wenn grüne Flamme herunterschlägt, Untersuchung des explosiven Gasgemisches.
Versuche, bei denen in Flasche noch Flüssigkeit: brennbare, unbrennbare.
(Vgl. Explosionen im Schallmeßrohr von Rubens.)
Umsatzprodukte bei dieser Explosion (Knall s. 119). (Besonders Leuchtgasversuche. Grubengas.)

113 Seifenblasenversuche mit Gasen und Luft.

Gasarten von 10. Bestimmte Mischverhältnisse: Brenngeschwindigkeit.
Änderung der Flammenform, -größe.
Fortpflanzungsgeschwindigkeit in Seifenblasen bei Explosionen (s. Lindner-Stevens).
Umsatzprodukte.
Buntgefärbte Seifenblasen verwenden.
W. P. Jorissen (Ch. Ztg. 1932, 96) stellt die in Gasgemischen festgestellten explosiven Reaktionen in Analogie zu den Reaktionen in gelatinösen Mischungen von Sprengstoffen. Die gleiche Analogie wurde festgestellt in Mischungen pulverisierter Substanzen, wobei keine Gasbildung auftritt.

114 Knallgasexplosion, d. h. Verbrennung von reiner O-H-Mischung.

Zylinderbrennversuch (Seifenblasenversuch u.)
Apparaturen (immer auf Abwesenheit von Luft bei Gegenwart von Wasserstoff prüfen!). Explosion von H-Entwicklern zeigen.
Mischungsverhältnisse: Molekulare Mengen O + H stärkste Explosion.
Explosionswirkung? Abnahme der Wirkung bei Mengenänderung.
Überschuß, Unterschuß von O verlangsamt (in beiden Fällen gleich??).
Besondere Knallgasexplosion: H entwickelt aus Na+Wasser (Drahtnetzlöffel falsch). (s. Alkalimetall und Wasser.)
Explosion in engen langen Röhren mit entwickeltem H; bei welcher Enge Explosion nicht mehr möglich?
Knallgas unter vermindertem Druck.
Elektrolytisches Knallgas ozonhaltig, jedenfalls nascierend. (Knallgasmotor s. 119!)
Knallgaszündung und -verbrennung nach Zusatz besonderer Gase (He, Ar).

115 Explosion anderer brennbarer Gase außer H mit reinem O.

Zylinderversuche wie eben mit H. Gase wie unter 10, besonders Grubengas, Leuchtgas.
Mischungsverhältnisse wie eben.
Nascierender Sauerstoff wie eben; Unterschiede gegenüber gewöhnlichem O.
Fortpflanzung durch enge Röhren wie eben.

116 Seifenblasenversuche mit brennbaren Gasen u. reinem Sauerstoff.

Versuche wie bei 113, nur mit reinem O statt Luft.
Mengenverhältnisse (andere als molekulare versuchen).
Alle Arten brennbarer Gase wie unter 10.
Besonders: elektrolytisches Knallgas (s. 114).
Explosion, keine Detonation, da keine Seifenlösung herausspritzt.
Blasen erst mit H füllen, dann O zuleiten: Explosion beim Anzünden? (Diffusion — Wartezeit.)

117 Explosionsversuche im Eudiometer, in Explosionspipette.

Versuche im Eudiometer vgl. mit Motor! (vgl. mit Knackfunken bei Sprengstoffen).
Feuererscheinung; Kürze der Zeit.
Explosionsdruck — Glasdicke (s. u. Explosionswirkungen).
Gas-O-Mengenverhältnisse.
Besondere elektr. Zündung im Eudiometer wie in Pipette (Grisoumeter).

118 Fraktionierte Gasverbrennung, Verbrennung dünner Schichten.

Beziehung zu Explosionen, wenn dünne Schichten verbrennen.
Fraktionierte Verbrennung: Leichtigkeit, mit der die verschiedenen brennbaren Gase verbrannt werden. Glühdrahtpipette. (508.)
Woher Unterschiede bzgl. Verbrennbarkeit?
Gase, bzw. Gasgemische an glühender Platinspirale vorbeileiten, wobei ruhigere Verbrennung. Produkte.

Wirkung bei Gasexplosionen. **119**

Flammengeschwindigkeit — Oszillograph (Arbeit von Schnauffer).

Fortpflanzung der Gasexplosion: Vorrichtung aus 2 Hälften, verbunden durch enge Öffnung, die regulierbar ist, ev. auch durch Drahtnetz, Glasfiltertiegel usw. Beide Hälften mit demselben explosiven Gas-Luft-O-Gemisch gefüllt in der einen Hälfte gezündet: wann schlägt Explosion in die andere über?

Explosionsgeschwindigkeit: Dixons Wellenmessungen. Wellenstreifen am Knallgaszylinder. Stehende Explosionswellen im Bunsenbrenner beim Zurückschlagen der Flamme. 525. Fortschreiten einer Explosionswelle in einer Explosionsflamme (Mallard-le Chatelier).

Knallgas, Grubengas explodieren lassen in geraden, gebogenen, gewinkelten Röhren (s. Bollés Kasemattenversuche).

Treten bei Gasexplosionen Elektronen auf? (s. Flammenionen! 518, 671).

Berechnung des Gasdrucks und Messung desselben (Sprengung mit verflüssigten Gasen s. bei Flüssigkeiten).

Sprengwirkung-Schußwirkung: Knallgaskanone (vgl. mit Motor, Gewehr, da auch hier Art von Progressivwirkung, d. h. Nachgiebigkeit des Verbrennungsraums. Vgl. Ballistik).

Kugelwurf bei Gasexplosionsflasche-Rückstoßmessung.

Knallgaspatrone: elektrisch Knallgas entwickelt, nach Kompression gezündet. (708.) Kann Blitz Wetterwolken in Knallgas spalten, zünden?

Knallgasmotor! (vgl. Motor!) Gasexplosionsturbine. (159) (Hohe Temp.: Materialbeanspruchung.)

Verhinderung von Knallgasexplosion, Leuchtgasexplosion: Zwischenschaltung von Drahtwolle; Drägerschutzpatronen (s. Feuerlöschung!).

Zu erwähnen ist, daß es sich bei den Gasexplosionen teils um ungerichtete, teils um gerichtete Explosionen handelt!! (vgl. A 7 resp. A 8). Explosion von Leuchtgas in einem Zimmer ist ungerichtet, dagegen ist Explosion von Gas in einem Motor gerichtet! (vgl. auch bei Nebel-Staubexplosionen!!).

Gasxeplosionen mit anderen Aktivbrennstoffen als O (Halogene, S, N). 12

Reaktion von Fluor mit brennbaren Gasen (Reihenfolge von 120 bis 129 wie bei 10). **120**

Brenn-Zünd-Explosionsgrenzen! Mengenverhältnisse!

Versuche in Zylindern, Glaskugeln, Seifenblasen, ev. buntfarbig; welche Farbe die reaktionsfähigste? Reaktion: Feuererscheinung, Geschwindigkeit.

Reaktion von Fluor mit unbrennbaren (!) Gasen. **121**

Reaktion mit $CHCl_3$, CCl_4 bei gewöhnl. Temperatur negativ, beim Erhitzen Explosion. (vgl. 162) (625).

Ev. Zumischung eines indifferenten Gases! Produkte!

Chlorknallgas. **122**

Brenn-, Zünd-, Explosionsgrenzen (verschiedene Mischungsverhältnisse). (Molekulare Mischung von Cl + H.) (511.)

Versuche in Zylindern, Glaskugeln, Seifenblasen (welche Farbe ist die reaktionsfähigste?). Reaktion: Feuererscheinung, Geschwindigkeit.

Reaktion von Chlor mit Gasen der Nichtmetalle, Metalle. **123**

(auch Mischungen untereinander sowie mit H). Produkte. (F + Cl —.)

Reaktion von Chlor mit gesättigten C-H-Gasen. **124**

(auch Mischungen untereinander sowie mit H, ferner mit Gasen von 123).

Versuche wie vor. Produkte. (F + Cl.)

Reaktion von Chlor mit ungesättigten C-H-Gasen. **125**

(auch Mischungen untereinander sowie mit H, ferner mit Gasen von 123, 124).

Versuche wie vor. Produkte. (F + Cl.)

126 Reaktion von Chlor mit heterogenen C-H-Gasen.
(auch Mischungen untereinander sowie mit H, ferner mit Gasen von 123, 124, 125).
Versuche wie vor. Produkte. (F + Cl.)

127 Reaktion von Bromdampf mit sämtlichen vorgenannten Gasen.
(auch Mischungen untereinander sowie mit H, ferner mit indifferenten Gasen.)
Versuche in Zylindern. Produkte.
(U. U. höhere Temperatur vorhanden, wenn Brom verdampft wird!)
Bromdämpfe zusammen mit F resp. Cl.

128 Reaktion von Joddämpfen mit sämtlichen vorgenannten Gasen.
(auch Mischungen wie eben.)
Versuche wie eben. Produkte. Höhere Temperatur!
Joddämpfe zusammen mit F, Cl oder Br.

129 Reaktion brennbarer Gase mit anderen Aktivgasen: Dicyan. S-Dampf. N.
Versuche wie eben. Produkte. Ev. höhere Temperatur!
(Auch Mischungen wie eben.)

13 Geschwindigkeit beim Verbrennen von Flüssigkeiten. Geschwindigkeitssteigerung.

Bei brennbaren Flüssigkeiten verbrennt Dampf mit! Aggregatzustand?

130 Flächenbrenngeschwindigkeit.
1 Dimension groß gegenüber den anderen, deshalb einfacher als Tiefenbrenngeschwindigkeit. Verdampfung! Dampftensionen! Zeitmessung. Art der Flamme usw. Entzündungsformen nach Mache. Schleichbrand (Äther). Flüssigkeit bildet mit Luft stets eine Niveaufläche (Gas gibt homogenes Gemisch, Feststoff bildet unregelmäßige Fläche).
(In Röhren ausgeschwenkte Flüssigkeiten abbrennen — Gas, Dämpfe s. 150.)
Rinnenversuche: Rinnen aus Metall, Glas, Ton, Holz, Papier.
Langrinnen, Rundrinnen (Spirituskocher).
Rundverhaue auf Quecksilber (vgl. Pulverbrenngeschwindigkeit).

0 Anorganische brennbare Flüssigkeiten. Welche?
Versuche nach obiger Anordnung.

1 Flüssige Kettenverbindungen. Versuche nach obiger Anordnung. Ev. Gemische mit Flüssigkeiten unter Nr. 0. Gemische untereinander. (531.)

2 Flüssige Heteroketten. Versuche nach obiger Anordnung (besonders Metallalkyle).
Gemische ev. mit Nr. 0, 1. Gemische untereinander.

3 Flüssige Ringverbindungen, isocyclische. Versuche nach obiger Anordnung.
Gemische untereinander, sowie mit Nr. 0, 1, 2.

4 Flüssige Heteroringverbindungen. Versuche nach obiger Anordnung (besonders Metallaryle).
Gemische untereinander, sowie mit Nr. 0, 1, 2, 3.

5 Flüssige Phyto-Zoostoffe. Versuche nach obiger Anordnung.
Gemische untereinander, sowie mit Nr. 0, 1, 2, 3, 4.

6 Extreme Ausgangstemperaturen bei Versuchen nach vorstehenden Nummern 0—5.
Besondere Erwärmung der verwendeten Rinnen, ebenso vorgewärmte Flüssigkeiten.
Abkühlung, d. h. die im Abschnitt Gase genannten Gase verflüssigt: Welche Brennunterschiede gegenüber der reinen Gasverbrennung? Flüssiges Azetylen.
Geschmolzene feste Stoffe aus allen vorhergehenden Gebieten (Gegensatz zu unschmelzbaren wie Kohlen usw.).

7 Geschwindigkeitsänderungen beim Vermischen vorgenannter Flüssigkeiten von Nr. 0—6 mit unbrennbaren Flüssigkeiten, z. B. Wasser, CCl_4 usw. (Feuerlöschung).
Mengenverhältnisse.

8 Geschwindigkeit beim Verbrennen von Mischungen bzw. Lösungen von festen Stoffen, Gasen, in vorgenannten Flüssigkeiten von Nr. 0—6. Die festen Stoffe seien brennbar, Gase ebenfalls. Mengenverhältnisse! (Azetylen in Azeton-Dissousgas).

9 Versuche wie eben in Nr. 8, nur unbrennbare feste Stoffe, unbrennbare Gase.
Mengenverhältnisse!
Unterschied zwischen Explosion und Verbrennung — Schwadeneffekt (731, 811).

Tiefenbrenngeschwindigkeit. **131**

Verbrennung in Schalen, Tiegeln (Material: Glas, Quarz, Porzellan, Metall, Holz). 0—9
Abbrennen nach parabolisch verkürzten Schichten, zylindrische Schichten, Schichten in zugestopften Trichtern — mathematische Berechnung.
Ruhende, gewellte Oberfläche: Änderung der Brenngeschwindigkeit? (s. Verdunstung!)
Einfallende Kaltluft wellt brennende Niveaufläche einer Flüssigkeit auf, erhöht Verdampfungsgeschwindigkeit?
Oft bleibt bestimmte Menge Flüssigkeit unverbrannt; einfallende CO_2-Menge, am Tiegelrand Kohle abgeschieden. Katalyse? Mengen?
Tiegel mit Einsatz von Metall-Glas-Blechen, die unten seitlich durchbohrt sind, um Kommunikation beider Tiegelhälften zu ermöglichen: Unterschiede in der Verbrennung gegenüber gewöhnlichem Tiegelversuch.
Nummern der Teile der Tiefenbrenngeschwindigkeit genau dieselben wie eben bei 130 — Flächenbrennzeit.
Brennprodukte bei vorzeitigem Auslöschen der Flammen (s. 522).
Peroxydbildung? (Vgl. Rieche, Alkylperoxyde, Ozonide 1931, 63.) (Flammenlose Ätherverbrennung s. 044.)

Brenngeschwindigkeit von Flüssigkeiten, adsorbiert an festen Stoffen. **132**

Einteilung wie bei Teil 130.
Kieselgur, Ton, Talkum, Schwamm, Bimsstein usw. Vorläufer des Dochtes. 0—9

Brenngeschwindigkeit von Flüssigkeiten in porösen Tonzylindern. **133**

Luft kann seitlich eintreten, Windströmung! Nr. 0—9 von Teil 130. (544.) 0—9

Besondere Geschwindigkeitssteigerung: Zentrifugenverbrennung. **134**

Brennstoffe nach Nr. 0—9 in Schälchen, auch geschmolzene feste Stoffe, auf bewegter Zentrifuge verbrennen. Brennzeit? Flackerflamme?
Schälchen dabei auf bestimmte Temperatur gebracht!

Geschwindigkeit bei besonderer Luftzuführung: Schornstein. **135**

Brennzeiten der Brennstoffe nach 0—9 bei Verwendung von übergestellten Zylindern resp. Schornsteinen (vgl. u. bei festen Stoffen). Zylinderform, -dimension. Zylinderabstand. Rost. Rost + Schornstein (s. 175).
Gleiche Versuche auf Zentrifuge (wie bei Teil 134).
Flammenänderung!
Heizung mit flüssigen Brennstoffen (s. 108, 136, 174).

Geschwindigkeit beim Verbrennen von Flüssigkeiten in Dochten. **136**

Flüssigkeitsarten wie bei Nr. 0—9, Teil 130.
Art des Dochtes: Material, Dimension, Saugfähigkeit. (544.)
Verdunstungsfähigkeit bei kaltem, heißem Docht (bei brennender Lampe). Stundenverbauch an Brennstoff. Besondere Dochtlampen (s. Beleuchtung 520).
(Petroleumlampen explosiv bei Benzinverbrennung.) Flammenart.
Heizung mit flüssigen Brennstoffen in Dochten (vgl. 108, 135, 174).

Geschwindigkeit beim Dochtbrennen von Schmelzstoffen. **137**

Kerzen. Materialien und Dimensionen von Kerze + Docht. Dochtarten (s. 521, 541).
Art des Anbrennens einer frischen Kerze.
Stundenverbrauch der Kerze: Briefwagenmessung (linear).
Hohlkerzen, gekehlte Kerzen. Luftzuführung.
Parabel? Kurve beim Abbrennen des Kerzenmaterials. Um Docht-Material Schmelzung durch Wärmestrahlung, Wärmeabnahme mit Quadrat. (Nachtlicht schwimmend mit Nagel.) Kerze beim Brennen von außen kühlen!

Brenngeschwindigkeit von Flüssigkeiten mit reinem O. **138**

Flüssigkeiten wie bei 0—6 Teil 130, nur Brennen in O statt in Luft.
Sämtliche Versuche von Teil 130 bis Teil 137.

Brenngeschwindigkeit von Flüssigkeiten mit anderen Aktivstoffen als O. **139**

Sämtliche Teile wie eben mit F, Cl, Br-J-S-Dampf usw.

14 Nebel-Sprühverbrennung in offenen Räumen.

(In diesem Kapitel Flüssigkeiten, keine Dämpfe!)

140 Fallende Tropfen von Brennflüssigkeiten in Flamme.

In waagerecht ausgespannte Flamme Tropfen brennbarer Flüssigkeit oder geschmolzenen festen Brennstoffs fallen lassen! Brennweise. Fällt Tropfen beim Brennen noch? Auftreten jedesmaliger Flammenhelligkeit.

Ebenso fallende Tropfen durch glühenden Draht zünden usw.

Innenzündung: Tropfen durch außen angeheizte Röhren fallen lassen (vgl. Kohlengewinnung auf diese Weise (031).

141 Fall brennender Tropfen durch Luft.

Tropfen = aufgeteilter Brennstrahl, durch Luft fallen lassen: schnellere Verbrennung, weil mehr O herantritt? (s. 859). (s. Flintenschrot. 807.)

Ebenso brennende Tropfen durch Röhren fallen lassen: Röhrendimension.

Bei C-Verbb. Rußabscheidung! Hier bewegt sich Brennstoff im Gegensatz zu Versuchen, bei denen Preßluft heranbewegt wird (Vorläufer für Verbr. im Motor, wo auch Brennstoff zum Zündort bzw. weiter bewegt wird). (s. Staub.)

Ausschütten brennender Tropfen aus Schale: Erscheinung.

Brausen beim Fallen brennender Siegellacktropfen. (Brausende Flamme 512, 514.)

142 Flammen-Feuerstrahl.

Strahl = Summe von Tropfen. Feuer nur als Flamme möglich.

Feuerstrahl senkrecht, waagerecht — Parabel. Stichflammen! (vgl. besondere Schußkurve! 838)

Historisch: Feuer auf Köpfe der Feinde.

Aus Faß usw. Brennflüssigkeit auslaufen lassen, zünden: es dringt Luft ins Faß hinein, wann Explosion? Oder schützt miteindringende Kohlensäure?

Flammbomben im Kriege, Füllung mit Brennöl, Zündung durch Abreißzündung. Hinrollen oder Abwerfen auf Feindgraben. Versuch mit Zinkäthylfläschchen!

143 Nebel-Sprühfeuerung = Flüssigkeits-Gebläsefeuerung.

Im Gegensatz zum Motor wird hier versprühter Brennstoff an großer Luftmenge, d. h. in offenem Raum verbrannt, beim Motor dagegen Verbrennung in abgeschlossenem Raum.

Aufwellen einer Brennflüssigkeit unter Durchleiten von indifferenten Gasen (Fön), Inhalationsapparate. Wie ändert sich Brenngeschwindigkeit?

(Zerstäubungseinrichtungen wie bei 177.) Vgl. Nebel 902.

144 Nebel-Sprühfeuerung in Sauerstoff.

Versuche wie eben, nur unter Durchleiten von Luft, O (Dürrsches Fackellicht als Vorläufer s. u.).

Preßluft, Bomben-O. O unter besonders hohem Druck.

Brennflüssigkeiten vorher mit O anreichern!

145 Nebel-Sprühfeuerung zur Lichtbereitung.

Beim Keroslicht wird Petroleum durch flüssige CO_2 vernebelt und dann nach Mischung mit der erforderlichen Luftmenge unter intensiver Lichtwirkung verbrannt (Ullmann, Encycl. 7, 47).

Dürrsches Fackellicht (905).

146 Flammenstrahlen unter Druck = Flammenwerfer.

Brennöle, ev. besondere Zusammensetzung, ev. Mischung mit Benzin, CS_2 usw. Verschieden für Sommer, Winter (s. 523).

Zündung: Schw.-P. zündet Brennöl meist nach Zusatz von Benzin, CS_2. Thermit zündet auch schwere Öle.

Spargasflamme von H, die selbst durch Batteriefunken gezündet wird.

Konstruktion: Rückentraggerät, Treibmittel getrennt von Brennstoff, da sonst zu schwer. Reduzierventil.

Treibmittel: Preßluft CO_2, N (Wehrtechn. Monatshefte 1935, 373).

Verwendung zur Bekämpfung von Heuschreckenschwärmen.

(Vgl. Dominik: Stählernes Geheimnis. Ullmann, Encyc., Bd. 9.)
Versuche mit Petroleumspritze usw. (Explosionsgefahr).
do. mit Chloräthylröhren.
Stichflammenuntersuchung.
Reichweite (bei Kriegsgeräten 30—80 m) abhängig von Preßdruck, spez. Gew. des Brennöls, Durchmesser des Mundlochs.
Über bestimmten Druck hinaus sprüht der Strahl auseinander, Reichweite sinkt. (Vgl. Schoop-Verfahren.)
Flugbahn (s. Schußbahn) Kurvenform (838).
Wieviel % Öl brennen auf Flug ab, wieviel kommen an?
Wirkung am Ziel! Besonders: Verbrennen von Gelbkreuz nach Versuchen von Stoltzenberg.

Strahlversuche mit angewärmten Brennflüssigkeiten. **147**
Verwendung eines Föns mit Warmluft. (650, 652.)
Vgl. Spiritus-, Petroleum-Glühlicht (547).
Vergrößerung der Brenngeschwindigkeit. Wieviel? Direkte Abhängigkeit von der Temp.!

Benzinlötlampen. **148**
Versprühungsmechanismus. Andere Systeme. (Vgl. Löten 110.)

Sprüh-Nebelverbrennung an anderen Aktivatoren. **149**
Hineinsprühen in Chlor, S-Dampf usw. Brennmöglichkeit??

Nebel-Sprühverbrennung in geschlossenem Raum. Motor. 15

Flüssigkeiten ohne Druck in Luft. Brenngrenzen. **150**
Abbrennen in geschlossenem Raum, also Vorstufe zur Motorverbrennung, nur fehlt hier Druck. Brennen von ausgeschwenkten Flüssigkeiten in Glas-, Metall-, Röhren. Dämpfe. (Vgl. 130.)
Flüssigkeiten in Zylinder bei Zimmertemp. verdampfen lassen, ev. in Glaskugeln eingeschmolzen, diese durch Schütteln zertrümmert. Verdunstungszahl! Dampfdruck! (Glas-, Metall-Zylinder: Katalyse? s. u.!) (151)
Zündung: Zi-Versuche (Zylinder von außen erwärmen, dann fällt hier Versuch mit Vorwärmung fort). Za-Versuche: Glühender Draht-Ohmann. Elektr. eingebaute Funkenzündung. (Zündgeschwindigkeit s. 16.) Oxydationsmechanismus von C_x-H_y
Kalorimeterbombe, ohne Druck (mit Druck s. 600, 606).
Untere, obere Explosionsgrenze! (Übereinstimmend mit Grenze bei Druckverbrennung im Motor?) (726.) (180.)
Berechnung der Explosionsgefährlichkeit aus Verdunstungszahl, Dampfdichte, unterer Explosionsgrenze (Deckert).
Brenngrenzenermittlung mit Hilfe des Interferometers. (Berl-Fischer, Z. f. Elektroch. 30, 29, 1924.)
Anorganische brennbare Flüssigkeiten (Silane, Borane). Therm. Zersetzung (019). 0
Therm. Zersetzung prüfen durch Wärmeleitfähigkeit vor und nach dem Versuch.
Organ. reine Kettenverbb., gesättigt (nur CH-Verbb.). Therm. Zersetzung (vgl. u. mit Zers. unter Druck!) Nach Haber (Habilitationsschrift, München 1896) wird bei hoher Temp. immer ein kleiner aliphat. Rest abgespalten, größerer hinterbleibt. Eine C-H-Bindung löst sich schwerer als eine C-C-Bindung. (Anders ist Zerfall bei Anwesenheit von überschüssigem O. Danach zunächst H abgespalten, verbrannt zu H_2O oder H_2O_2; Rest bildet u. U. Peroxyd, das dann zerfällt. Chemische Kettenreaktionen? (626) 1
Mischungen verschiedener Kettenverbb. untereinander. Dopingmischungen. (CHO-Verbb.)
Organische reine Kettenverbb., ungesättigt. CH-Verbb. Therm. Zers. wie eben. 2
Mischungen von diesen untereinander sowie mit gesättigten Kettenverbb. (CHO-Verbb.) Dopingmischungen.
Organische Heteroketten (Zinkäthyl), gesättigt. CH-Verbb. Therm. Zers. wie eben. 3
Mischungen untereinander sowie mit vorhergehenden Stoffen. CHONS-Verbb. Dopingmischungen.

4 Organische Heterokettenverbb., ungesättigt. CH-Verbb. Therm. Zers. wie eben.
Mischungen untereinander sowie mit vorhergehenden Stoffen. CHONS-Verbb. Dopingmischungen.

5 Ringverbindungen, reine, ohne Seitenketten, mit CH-Verbb. Benzol, Zyklohexan, Tetralin, Hexalin, Decalin usw. Therm. Zers. wie eben.
Mischungen untereinander sowie mit vorhergehenden Stoffen. CHO-Verbb.
Ringverbindungen schwerer zersetzbar als Kettenverbb., deshalb im Diesel (s. u.) Zusatz von Kettenölen zu Schwerölen als Zündöle.

6 Ringverbindungen, reine, mit gesättigten Seitenketten. Therm. Zers. wie eben.
Mischungen untereinander sowie mit vorigen Stoffen. CHONS-Verbb. Reichskraftstoff. Dopingmischungen.

7 Ringverbindungen mit ungesättigten Seitenketten. Therm. Zers. wie eben.
Mischungen untereinander sowie mit vorigen Stoffen. CHONS-Verbb. Dopingmischungen.

8 Heteroringverbindungen, ohne Seitenketten. Therm. Zers. wie eben.
Mischungen untereinander sowie mit vorigen Stoffen. CHONS-Verbb. Dopingmischungen.

9 Heteroringverbindungen mit Seitenketten, gesättigt, unges. Therm. Zers. wie eben.
Mischungen untereinander sowie mit vorigen Stoffen. CHONS-Verbb. Dopingmischungen.

151 Besondere Momente bezl. der Brenn-Explosions-Grenzen in Luft.

0 Strömungsbilder bei verschiedenem Einlaßventil usw.

1 Rolle des Feuchtigkeitsgehaltes.
Allgemein: Rolle des Wassers bei chem. Reaktionen, also bei Verbrennungen ebenfalls. Besondere Zündung in diesem Falle: Motoren arbeiten schlechter, Nachhilfe durch kräftige Vorzündung.

2 Einfluß des Wandmaterials. Glas, Metall, Quarz usw. Katalytischer Einfluß?

3 Besondere Beeinflussung des Wandmaterials. Glatte, rauhe Wandungen. Katalyse? Verbr. an rauhen Wänden leichter. (Hofmann, 23.)

4 Vorwärmung von außen. Dadurch wird allerdings auch Druck z. Teil verstärkt, aber man kann auch den Überdruck ablassen!
Wird therm. Zersetzung der Stoffe (gegen oben) verändert?
Brennstoffgruppen wie unter 150.

5 Sonstige besonderen Momente.

6 Explosionsramme mit Benzol-Luftexplosionszylinder (s. Explosion!). 844. Explosionsgaspumpe — Humphrey.

152 Brenn-Explosions-Grenzen in besonderer Luft, in indifferenten Gemischen.

Versuche wie unter 150 mit den dortigen Brennstoffgruppen statt mit Luft mit N-angereicherter Luft, mit besonderen Mengen von CO_2, Edelgasen.

Verschiebung der Brennstoffgrenzen gegen 150?
Zumischung von indifferentem Gas, welches die Zündung unmöglich macht: Feindliche Motoren zum Stillstand bringen durch Ansaugenlassen eines indifferenten resp. negativen Katalysators aus der Luft?

153 Brenn-Explosions-Grenzen an Luft unter Druck.

Belastung und Kompression: Einfluß des Verdichtungsverhältnisses auf Verbrennung.

Anstatt Luft Preßluft nehmen (z. B. Flugzeuge in großen Höhen). Brennstoff-Luft-Gemisch nach Mischung verdichten!
Ist therm. Zers. der Brennstoffe anders als ohne Druck? Vgl. mit 150. (041.)
Therm. Zersetzung ohne, mit Sauerstoffgegenwart 156.

Zylinder mit geführtem, belastetem Deckel (ev. Vorverdichtung?).
Versuche in Kalorimeterbombe (mit Luft) unter Druck.
Drucksteigerung von Explosion zu Detonation? (Bei letzterer spielt Einschluß keine Rolle.)

Druckmessungen ausführen! Beobachtung im Interferometer. (Berl-Fischer, Z. f. Elektrotech. 30, 20 [1924]).

154 Gasmotor.

Motor ist Maschine mit Art Progressivverbrennung, wie es das Gewehr ist, da auch hier eine nachgiebige Wand, der Kolben, wie dort das Geschoß vorhanden ist.

Besondere Arten des Gasmotors:
Motor mit vorhandenem Gas: Otto-Langen, Deutz (Leuchtgasmotor. V. d. I. 1936, 627).
Motor mit erst gebildetem Gas: Heutiger Holz-, Torf-Gasmotor. Ölgasmotor. 544.
(Konstruktion s. u. bei Flüssigkeitsmotor!)
Schmieröl-Verkokung, 080, 087, 031. Besonders Heißlaufen (031) der Motoren unter bzw. über der kritischen Drehzahl. (Technik für alle, 1936, 172.)
Nutzeffekt (842, 865).

Flüssigkeitsmotor-Glühkopfmaschinen. **155**
Im Gegensatz zu 153 nicht 1-malige Explosion unter Druck, sondern wiederholte Reihe von Explosionen. Die 2. Explosion findet mit bereits erwärmtem Material statt!
Modelle! Zündung = Glühkopf 163 (Kerzeneinrichtung), 2-4-Takt-Motor! Wie erfolgt die therm. Brennstoffzersetzung? (s. 783.) (530.)
Vergasereinrichtungen nachdemonstrieren: Einblasen, Einspritzen, Wirbelbildung. (Vgl. Bollés Kasemattenversuche.) Wirbelkammermotoren. (Wirbelung 658.)
Therm. Zersetzung der Brennstoffe unter Druck (vgl. mit gewöhnl. therm. Zersetzung). (153, 156, 159, 163, 621.)
Brennstoffstrahl in verdichteter Luft: Widerstandsmessungen. Zähigkeit der Luft besonders wichtig! Zerstäubungsfeinheit prüfen! Druck des Strahles, Widerstand der Luft, Dicke des Strahls usw.! Temperaturmessungen!
Schmieröl-Verkokung 080. 031. (s. 154.)
Nutzeffekt (842, 865).

Dieselmotor-Schwerölmaschinen. **156**
Vgl. therm. Zersetzung: Vor Verbrennung erfolgt keine Verdampfung oder Vergasung der Brennstoffe, da Zeit zu kurz; pyrogene Zersetzung ist sogar zu vermeiden, weil Kohleabscheidung eintritt. (Vgl. Sprengstoffe!)
Unterschied im Verhalten der Ketten gegenüber den Ringen im Diesel beruht darauf, daß Ketten leichter zu sprengen sind. Ferner nimmt Gehalt an H in Ringen gegenüber den Ketten ab; allerdings H zur Einleitung der Verbrennung nicht geeignet, weil sein Zündpunkt bei 580°—590° liegt. Andererseits wird von zwei Brennölen dasjenige am leichtesten zu zünden sein, welches den größten H-Gehalt hat. (153, 621.)
(Anlauf mittels bestimmter Zündöle s. 16.) (s. 150, 166.) (s. Kompressionszdg. 403.)
Therm. Zerstz. ohne, mit O unter Druck (vgl. 041, 153).
Flammenbilder beim Dieselmotor (vgl. 710).
Conradsonsche Verteerungszahl (s. 080, 783, 187).
Schmieröl-Verkokung, 080. 031. (s. 154.)
Nutzeffekt (842, 865).

Kohlenstaubmotor (andere Stäube). **157**
(Vor Kapitel: Staub vorweggenommen!)
Motor von Pawlikowski (Z. VdI. 1928 Bd. 72, 1283; VdI. 1934, 795).
Motor von Pott Glückauf 1933, 903 Bd. 69) verwendet extrahierte Kohle, die aschefrei ist. (s. Kohle!)
Verschleiß im Zylinder durch die bei Verbr. des Staubes zurückbleibenden Aschteilchen.
Nutzeffekt (842, 865).

Auspuffgase der Motoren. Rückstände. **158**
Gasuntersuchung (s. CO-Prüfung) in geschlossenen Räumen.
Ist der Luft-N immer unverändert darin enthalten? Menge?
Strömung in Verbrennungsmaschinen bei Ausspülung der Verbrennungsgase, damit sich keine Spülschatten bilden, d. h. Stellen, an denen verbrannte Gase zurückbleiben.
Reinigung der Abgase durch im Auspuff anzubringende Füllkörper von großer Oberflächenwirkung.
Unschädlichmachen von Auspuffgasen — Entgiftung (s. Giftkampfstoffe):
Tetraäthylblei in Auspuffgasen 169.
Katalytische Beseitigung von CO. (Ch.-Ztg. 1930, 717.)
Auspuffgeschwindigkeit vgl. mit Raken 789.
Rückstandsbildung im Motor (s. 166).

159 Wirkung bei Flüssigkeitsexplosionen, Motorexplosionen.

Flammenionen (518) — Flamm-Geschw. = 10—25 m/sec.
(Vgl. mit Gasexplosionen!)
Untersuchung des Explosionsvorganges in der Explosionsbombe mit Braunscher Röhre. (Vgl. Kalorimeterbombe.) (755.) Untersuchung mit Toeplers Schlierenmethode.
Herstellung disperser Systeme durch Explosionen. (Kolloid-Zeitschr. 1934, Bd. 1.)
Druckwirkung bei Gas-Flüssigkeitsmotoren.
Explosionswind (s. Wind). Prandtls Versuche. Stoßstärke.
Knall: Ununterbrochene Knallreihe. Nachknalle in Auspuffleitung: Gerichtete Explosionen?! (Vgl. auch 119!) Messung des Knallgeräusches bei Motoren (s. Schuß. 740. Frequenzband-Spektrometer.)
Knalldämpfer (749): Dralldüse (834), Reflexionsdämpfer, Interferenz-, Absorptions-Filter (Kombinationen).
Geräuschbeseitigung (749) durch Unterdrücken der hoch- und niederfrequenten Schwingungen.
Auspuffrohre mit vielen Löchern versehen, um die regelmäßig erfolgenden Explosionen zu einem unregelmäßigen Geräusch zu machen, um Geräusch zu mindern und Abhorchbarkeit zu vermeiden. (Luftgewehr, Jg. 1934, 282.)
Allgemeines über Fortpflanzung von Nebelexplosionen.
Antrieb durch Explosion — Gasexplosionsturbine (119).
Hohe Temperatur, Materialbeanspruchung.

16 Besondere Zündgrenzen von Flüssigkeiten: In O, Halogenen. Zündgeschwindigkeit, Zündverzug. Klopfen des Motors.

160 Brenngrenzen, Explosionsgrenzen in reinem Sauerstoff, ohne Druck.

Brennstoffe wie mit Luft bei 150.
Untere, obere Explosionsgrenze.

161 Brenn-Explosionsgrenzen in reinem Sauerstoff, unter Druck.

Brennstoffe wie eben. Untere, obere Explosionsgrenze. Kalorimeter unter O-Druck. Therm. Spaltung anders als in Luft: Arbeit von Haber-Berl.

162 Brenn-Explosionsgrenzen in gasigen Halogenen.

Brennstoffe wie mit Luft in 150. (F und CCl_4, $CHCl_3$ s. 121.)
Untere, obere Explosionsgrenze. Therm. Zersetzung, verglichen mit Luft, O.

163 Zündgeschwindigkeit.

Maßgebend sowohl Zündung wie Brennstoff. Zusammengehörigkeit von Brenn- und Zündgrenzen (404, 410, 411, 416, 437.) Gase. (Leichter, schwerer Wasserstoff [s. 004].)
Flüssigkeiten, Feststoffe.
Entzündungsgeschwindigkeit e im Innern einer Bunsenflamme ist Quotient aus Ausströmungsgeschwindigkeit v des Gases und Fläche des Innenkegels F .... $e = v/F$. e ferner abhängig von Art des brennbaren Gases, ferner von dessen Mengenverhältnis zur Primärluft.
Maximale Zündgeschwindigkeit eines Dampfes i. A. um so größer, je niedriger der Siedepunkt bzw. je höher der Dampfdruck ist. Benzol und Benzin, die zl. nahen Siedepunkt haben, stimmen auch in Zündgeschw. ziemlich überein.
Werte verschiedener Gasgemische weichen ziemlich voneinander ab. (Journal Gas und Wasser 58, 73, 1915; 56, 1225, 1913; Stahl u. Eisen 1933, 123; Z. mathem. naturwiss. Unt. 1918, 348.)
Flächen-Randgeschwindigkeit der Zündung (Nusselts Gleichung).
Entzündlichkeit dünner Schichten (vgl. Grenzladung).
Zünd-Brenntemperaturen an verschiedenen Stellen des Motors. Verbr. Temp. u. Gasdruck (Poisson) (629, 719). Zündwilligkeit (und Zündkopfform!) (155).

164 Zündung unter vermindertem Druck.

Gase, Flüssigkeiten, Feststoffe.
Bei Flüssigkeiten Zylinder mit Stempel; nach Verdampfung Kolben etwas herausziehen, dadurch Verdünnung. Motoren in großer Höhe, Motorenasthma (s. o.).

Gase haben bestimmten unteren Zünddruck (Stavenhagen).

Explosible Gasgemische sind nicht mehr zündbar, sobald der Druck unter eine bestimmte Grenze sinkt, d. h. sie haben einen kritischen Zündungsdruck. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Explosionsflamme verringert sich mit abnehmendem Druck. Bei Drucken unterhalb des kritischen Zündungsdruckes tritt langsame und flammenlose Vereinigung ein. Der kritische Zündungsdruck steht in Beziehung zur stofflichen Natur der Gase, zum Mischungsverhältnis, zur Feuchtigkeit und zum erteilten Initialimpuls. Eine in einem geschlossenen Raume stattgefundene Explosion schließt nicht die Möglichkeit späterer Explosionen aus, wenn in dem Mischungsverhältnis nachträglich keine Veränderung erfolgt. Die Möglichkeit von Nachexplosionen ist um so größer, je geringer der Druck bei der ersten Explosion war, oder je mehr der Druck durch die erste Explosion (Volumverminderung) herabgesetzt wurde. (Ztschr. angew. Chem. 1920, I, S. 286.) (s. 159.)

Die Größe des kritischen Zündungsdruckes ist von dem Lumen des verwendeten Rohrs abhängig: Er sinkt mit dem zunehmenden Durchmesser des Versuchsrohres. Wird der Druck unter den Zündungsdruck erniedrigt und wirkt der Induktionsfunken längere Zeit auf das expandierte Knallgasgemisch ein, so vereinigen sich Wasserstoff und Sauerstoff langsam und ohne Lichterscheinung. (Ztschr. angew. Chem. 1921, S. 114.)

(Vereinigung von Knallgas ohne Lichterscheinung.) Vgl. besonders: Clusius: Reaktionsketten in Fortschr. für Physik, physikalische Chemie, Bd. 21, Heft 5 (626). (Vgl. Leuchten des P bei Unterdruck, s. 596, 626.)

Selbstzündung im Gegensatz zur Fremdzündung (s. 420, 422).

Zündgeschwindigkeit bei erhöhtem Druck. **165**

S. vorhergehende Versuche bzl. Motor!

Einfluß eines verschiedenen Verdichtungsverhältnisses.

I. A. wird Zündtemp. erniedrigt durch Vergrößerung des äußeren Druckes und erhöht bei Verkleinerung des Volumens infolge der damit verbundenen relativen Vergrößerung der Oberfläche.

Nach Neumann ist Zündpunktsherabsetzung durch Druck auf die die Wärmeleitung beschleunigende Wirkung der größeren Luftdichte d zurückzuführen; Gleichung:

$$T = C \cdot d^{-m},$$ worin für Kettenstoffe $C = 709$, $m = 0{,}16$ ist.

In Druckluft bei Verdichtung der Dieselmaschine zünden Gasöle nach Tausz-Schulte bei ca. 200°, während in der Maschine die Verdichtungstemp. ca. 500—550° ist. Dieser Temperaturüberschuß ist nötig, um die Öltröpfchen in der kurzen hierfür verfügbaren Zeit auf die Zündtemp. zu bringen. Zwischen Einspritzbeginn und Zündung vergeht eine gewisse Zeit, die als Zündverzug bezeichnet wird. (s. folgend!)

Selbstzündung im Gegensatz zur Fremdzündung (420, 422).

Zündverzug. **166**

Gase: Besonders beobachtet bei Grubengas (s. 728): verschiedene Verzögerungen nach der jeweiligen Zusammensetzung der Grubengas-O-Mischung.

Zündverzug, d. h. kritische Zündgrenzen vor allem bei Reaktionen, die unter Molverminderung verlaufen (bei CH_4, C_2H_6 — Molvermehrung) (s. Clusius, Kettenreaktionen, p. 57).

Andere Brenngasmischungen.

Stufenweise Zündung.

Flüssigkeiten (Arbeit von Hartner-Seberich).

Zünd = Verpuffungsbremse = Verzögern des Verpuffungsvorganges im Motor (437). Besondere Wirkungen bei J-Se-Te-Verbb.! (Beziehung des Zündverzuges zum Klopfen s. u.)

Für das Zündverhalten liefern die Elementaranalyse, Anilinpunkt und Selbtentzündungspunkt nur ein ungefähres Bild. Wichtiger ist die Messung des Zündverzuges, da das Klopfen des Dieselmotors auftritt, wenn der Treibstoff zu langsam zündet. Ferner sind Öle, die zu langsam zünden, u. U. im Diesel im laufenden Betrieb überhaupt nicht zu verwenden. Die Messung des Zündverzuges kann man zwar in Laboratoriumsapparaten vornehmen, doch ist der Zusammenhang zwischen derartigen Messungen und dem praktischen Betrieb noch nicht klargestellt. Im allgemeinen wird die Prüfung des Zündverhaltens in Motoren vorgenommen. Das Zündverhalten

wird ausgedrückt in Cetenzahlen, d. h. es wird festgestellt, wieviel % Ceten ($C_{16}H_{34}$) in einem Gemisch von Ceten und Methylnaphthalin enthalten sein müssen, damit dieses Gemisch denselben Zündverzug ergibt wie das zu prüfende Öl. Die Zündung geht im Dieselmotor überhaupt nicht von dem unveränderten Öl aus, sondern von Ölgas, das sich durch die Zersetzung in der Wärme bildet. Darauf beruht auch die Anwendung von besonderen „Zündölen", mit denen man die Motoren — besonders bei Teerölbetrieb — anlaufen läßt und die man weiterhin bei schwer entzündlichen Ölen in kleinen Mengen dauernd zusetzt.

Ferner Anwendung besonderer Zündöle für Dieselmotor! (150, 156.)

Zündverzug bei Feststoffen: Hier wohl seltener als bei Flüssigkeiten und Gasen; liegt an der Stoffkompressibilität des Aggregatzustandes!?

(Vgl. Clusius: Reaktionsketten. Fortschr. f. Physik, physikal. Chemie, Bd. 51, Heft 5, p. 40 usw.)

Oxydation der Brennstoffe eine Kettenreaktion, denn:

1. gehemmt durch O-Überschuß (s. 626).
2. gehemmt durch Antiklopfmittel (chem. Bremse).
3. gesteigert durch Katalysatoren = Promotoren.

Zündverzugsanzeiger (vgl. Zündwertprüfer 410) (437).

Zündverzug-Induktionsperiode bei Sprengstoffen (484, 700, 785).

167 Versuche zur Spät-, Früh-, Vor-Zündung.

Spätzündung = Zündverzug (s. 166).

Bei allen benzinähnlichen Brennstoffen, die aus Petroleum gewonnen werden, geht Explosion der Frühzündung voraus, die im Verfolg der Explosion auftritt. Bei anderen Stoffen, wie Äther, CS_2 (bei niederem Verdichtungsverhältnis), auch reinen aromatischen C_xH_y und bei Spiritus (bei hohem Verdichtungsverhältnis) kann Frühzündung eintreten, auch ohne daß Explosion vorhergeht. In bezug auf Explosion verhalten sich Benzine am ungünstigsten, aromatische C_xH_y am günstigsten.

I. A. gradlinige Beziehung zwischen Mischungsverhältnis zweier oder mehrerer Kohlenwasserstoffe u. dem Verdichtungsverhältnis, bei welchem Explosion einsetzt.

Selbstzündung — Gegensatz zur Fremdzündung (s. 164, 165, 420, 422). (437.)

168 Klopfen der Motoren.

Demonstration des Vorganges. Erklärung: Zündverzug? (s. o.) (s. 783) (621).

Beobachtung mittels Quarzfensters (vgl. Kalorimeter mit Quarzfenster).

Piezoquarz zum Indizieren schnellaufender Maschinen.

Explosion als physikal. und als chemisches Problem.

(Detonation falscher Ausdruck. s. 700.)

Bildung der Verbrennungswelle in Zylindern.

Wichtig: Brennstoffart, Zündart, Verdichtung, Temp. von Luft und Brennstoff, Strömungsform des Gemisches. Wandkatalyse?

Bei Klopfdetonation Geschwindigkeit ca. 1000 m/sec, gegenüber 5—10 m/sec normal im Motor.

Zündpunkt i. A. dem Prüfstandsversuch parallel.

Klopfen um so stärker, je langsamer der Motor läuft!

Aufspringstift-Indikator (Midgley). Strobophonometer.

Für Prüfung Verdichtungsverhältnis ändern durch Kolbenverschiebung (Verhältnis 4 : 1 = Verdichtung auf ¼).

I. A. klopfen gerade Ketten, verzweigte nicht:

n-Octan, n-Heptan klopfen nicht, Octanwert, HUC-Wert.

i-Octan = Trimethylpentan klopft!

Prüfungsvergleich mit Rußen: Klopfen vergleichbar mit Rußneigung; aber hier nicht zutreffend; denn n-Octan rußt nicht, i-Octan rußt. (534.)

Crackbenzin gibt klopffesteres Benzin, als es Naturbenzin ist. Möglicherweise komprimiert Flamme das Restgas im Motor so, daß Selbstentzündung eintritt?

Peroxydtheorie (Rieche: Alkylperozide, Ozonide, 1931, p. 65).

169 Antiklopfmittel.

Brennstoffe selbst:

Alkohole, z. B. Methyl-, Äthyl-Alkohol, weisen hohe Klopffestigkeit auf, erhöhen auch Klopffestigkeit anderer Stoffe.

Besonders konstituierte Antiklopfmittel, vor allem Metallverbindungen (Fe-, Cu-, Ni-, Co-, Pb-).
Tetraäthylblei (giftig!), Fe-Pentacarbonyle usw. (427.)
Das Klopfen verhüten als Zusatz zu Benzin pro Liter:

360 ccm Benzol,	3,6 ccm Co-Carbonyl
150 ccm Alkohol	2,2 ccm Ni-Carbonyl
40 ccm Xylidin,	1 ccm Fe-Carbonyl
22 ccm Anilin	0,1 ccm Bleitetraäthyl. (Sehr giftig!)
310 ccm Dimethylanilin	(Metallalkylverbb. z. T. in Auspuffgasen 158.)
15 ccm Monomethylanilin (?)	

Zersetzung an Aktivkohle 948.
Ob dadurch gerade Ketten in verzweigte umgelagert werden?
Beim Dieselmotor gerade umgekehrt (s. o.): Ceten-Zumischung gut, Mesitylen schlecht.
Verbrennung dieser Zusatzstoffe mit den Treibmitteln in offenem Tiegel, Zusatzmengen ausprobieren durch einfache Brennversuche.

Brennzeiten, Brenngrenzen bei Festbrennstoffen. 17

(Brennstoffe in vulgärem Sinne.)

Brenngrenzen, Brennzeiten bei Feststoffen, kompakt, anorganisch. **170**
Brenngrenzen bei Schwefel, Selen, Tellur, Phosphor, Arsen, Antimon. (Si, B.)
Grenzen in Luft, in reinem Sauerstoff.
Grenzen in Halogenen.
Grenzen bei Metallen in Luft, Sauerstoff, Halogenen.
Brennzeiten bei vorgenannten Stoffen, dto. bei Mischungen derselben.
Genannte Körper senkrecht durch Feuer fallen lassen.

Brenngrenzen, -zeiten bei Kohlenstoff, Kohlearten. **171**
In Luft: Verbrennung von Kohlenstück erfolgt von Oberfläche zum Kern hin. Oberflächenreaktion langsam, weil Oberfläche klein im Verhältnis zum Inhalt. Vgl. mit Staub (s. u.!).
Kohlenstücke durch Feuer fallen lassen.
Die Ergebnisse der Modellversuche lassen sich mit überraschender Gültigkeit auf den strömungstechnischen Teil der Verbrennung fester Brennstoffe auf dem Rost übertragen und zeigen, daß die physikalisch-aerodynamischen Bedingungen die Geschwindigkeit der Verbrennung diktieren.
Ebenso in reinem Sauerstoff.
Ebenso in Halogenen.

Brenngrenzen, -zeiten bei festen C-Verbb., Ketten, Ringen. **172**
Stoffe sind hier nicht als Staub, sondern in kompakter Form anzuwenden.
Senkrecht durch Feuer fallen lassen.
(Z. B. Block aus geschmolzenem Naphthalin anbrennen usw.)
Besonders: Verfestigte flüssige, gasige Stoffe: Azetylen (nicht explosiv).
Maches Versuche bzgl. Flächen- und Randgeschwindigkeit der Entzündung (343).
In Luft, in reinem Sauerstoff.
In Halogenen.

Brenngrenzen, -zeiten bei Phyto-Zoostoffen (Holzarten). **173**
In Luft, in reinem Sauerstoff.
In Halogenen.
Senkrecht durch Feuer fallen lassen (s. brennender fliegender Pfeil).
Stoffe in kompakter Form anwenden.
Glattes Holz brennt schwerer an als rauhes. Anpackungsfläche; in letzterem Fall sind mehrere Fasern von Luft umgeben, also schnelleres Brennen (dasselbe bei roher Schießwolle; Gelatinieren drosselt ab durch Glätten der Oberfläche). (s. 343).
Dünnes Holzbrettchen (Dicke = 0, verschwindet als Dimension) brennt leichter an als Kloben, weil Sauerstoff besser anpacken kann. Bovist-Zunder, Feuerschwamm nehmen in ihren Poren (vgl. Schießwolle) Feuer leicht auf.

174 Steigerung der Verbrennungsgeschwindigkeit durch besondere Luftzuführung: Roste. Heizung. (Vgl. 108, 135, 136, 435.)

Winderzeugung als Mittel für Brennbeschleunigung, Wind zum Brennstoff hin, nicht von ihm weg.

Holzhaufen auf Erde, unten anzünden. Feuer in Erde eingraben.

Offener Herd, Holzknechtherd. (Römisches atrium. s. Ruß.)

Späne richtig scheitern (Meiler).

Fidibus für Zigarre (Luft ansaugen, Zündholzschachtel gegen Wind mit Loch versehen). (Vgl. 083).

Luftüberschuß gegenüber C-Staubverbrennung — 80% bei Braunkohle — Oberflächenberührung.

Herd mit Rost (s. Docht bei Flüssigkeiten). (Falsch, richtig.) (Eisenoxydrostschutz.) (Früher Dreifuß oder Topf über Feuer.) (Vgl. Treppengaze 682.)

Ofentür aus Stäben (Abstand derselben voneinander). Brennstoffbett (durch offene Ofentür zieht Zigarrenrauch aus Zimmer). Wann Ofen zumachen? Glut halten. Nachschütten, ev. Feuer ersticken. Dauerbrandofen.

Feuerzüge: Berechnung (Siegertformel).

Feuerbrücke. Zonenwanderroste. Muldenroste. (Rostbraten. Grillen.)

Wander-Dreh-Treppen-Stufen-Rost. Plan.-Schräg-Bündel-Rost.

Roststäbe: Form, Dicke, Anordnung, Kühlung, Reinigung.

Stromlinienführung? Stromlinien und Strömungswiderstand an Brennstoffschicht, wenn Wind von unten heranströmt.

Innenfeuerung, Unterfeuerung, Vorfeuerung. (Besondere Zündfeuerung 177, 439.)

Dampfschleierfeuerung (s. u.). Rosttemperaturen! Rostverschleiß durch Asche!

Zugregler: Kaminklappe. Saugzug-Oberwind, Druckzug-Unterwind.

Saugfeuerung: Absaugen der Brenngase mit Wasserstrahlpumpe, dadurch Ansaugen von neuer Luft.

Gebläsefeuerung (s. Gebläse): Blasebalg-Alchemistenherd.

Tret-Kapsel-Gebläse. Hochofen in Afrika.

Schmiede: Jenaer Kurz-Langfeuer. (Der Betrieb Maschinenbau 1934, 133.)

Steigerung des Wirkungsgrades durch Rauchgaswirbler. (s. 109, 143.)

Turbolüfter bei Kesseln, z. B. bei Schiffskesseln. Ventilatoren über Kesseln.

Aufnahme von Luft bei fahrenden Lokomotiven (in Fahrtrichtung).

Bei brennenden fahrenden Eisenbahnwagen, Luftschiffen Verstärkung eines Brandes.

Im Kreis geschwungene Fackel (Osterräder). (s. Anfachen, Fächer.)

(Vgl. fallende brennende Flüssigkeitstropfen.) (Vgl. auch Kapitel Wind!) (650.)

Preßluft vgl. Verbr. in Bessemer-Birne — Zeitersparnis.

Saugzugverblasen. Hochofenskizzen. (Technik für alle, 1936, 187.)

Vgl. Stadien der Eisengewinnung — Regulierung des C-Gehaltes: Frischen, Puddeln. (Hochofen.)

175 Schornstein (s. 135).

(Vgl. mit Zylindern bei Lampen usw.)

Esse, Kamin, Schlot. Kamin direkt über Herdstelle (Bauernhaus). (Rauchfang.) (914.)

Material, Form (rund, konisch, elliptisch, gerade, gekrümmt, z. B. am Zimmerofen). Schornstein mit Einschnürungen.

Dimensionen des Schornsteins. Für Versuche Trichter verwenden!

Mehrere Züge in 1 Kamin!

Formel bzgl. Zugstärke (s. vorher bei Rost), d. h. Formel für Schornstein mit Rost, ohne Rost. Mündungsgeschwindigkeit des Schornsteins (Rauchfahnen s. bei Rauch!).

Werden b kg in der Stunde verbrannt, die $b \cdot v$ cbm Verbrennungsgase (bei 0°) liefern, und ist $t_s = 200$—$300°$ die Schornsteintemperatur, so berechnet sich, wenn die mittlere Geschwindigkeit der Rauchgase im Schornstein c cm/sec. beträgt, der

$$\text{Schornsteinquerschnitt } O = \frac{b \cdot v}{1800\ c}$$

Setzt man $c = 3$ m/sec., $t_s = 250°$, $v = 16$ cbm, so wird der obere lichte Durchmesser: $d = 0{,}06\ b$

Die Höhe der Mündung des Schornsteins über dem Rost kann man nehmen:

$h = 25 - 30\ d$ für d kleiner als 2,5 m

$h = 20\ d$ für d größer als 2,5 m.

Flammenform, -temperaturen mit, ohne Schornstein.
Während großer Feuersbrünste kann Wind entstehen oder der bestehende verstärkt werden, weil erhitzte Luft aufsteigt und kältere nachströmt.

Besondere Momente betr. Schornstein. **176**
Auftrieb, Luftströmungsgeschwindigkeiten außen am Schornstein(Versuch bei warmen Öfen).
Auftrieb bei verschiedener Windrichtung.
Verschiedene Erwärmung: Schornstein zieht nicht, wenn Sonne daraufscheint.
Schornsteinaufsatz (Regen).
Schornstein mit Seitenöffnungen: Dissipator.
Rußfangapparat, Funkenfänger s. 681.
Reinigung, Schornsteinbrand, Löschung (Polizeivorschrift).
Schornsteine als Frischluftzuführer bei Gasangriffen! (989)

Steigerung der Brenngeschwindigkeit von Feststoffen durch feine Verteilung: Kohlenstaubfeuerung. **177**
Ist l = Länge des Feuerraums, -weg, den Feuergase bis zu ihrem Austritt zurücklegen, so ist Zeit des Verweilens eines Feuergasteilchens im Verbrennungsraum

$$Z = \frac{l}{c}$$

Diese Zeit muß gleich oder größer sein als die Zeit Z_0, die zur vollständigen Verbrennung jedes Brennstoffteilchens erforderlich ist. (V. d. I. 1927, 411. Allner: Verbr.-Geschwindigkeit u. Gasgleichgewicht.) Z_0 sehr abhängig von Gasgehalt der Kohle. Kohle mit 20% Gasgehalt hat etwa 3fache Brenndauer wie Kohle mit 40%. Gas.
Feinverteilung = Oberflächenvergrößerung (s. 910).
Feinverteilung in Fläche: P in CS_2; dann im Raum, damit O besser anpacken kann.
Feinverteilung: Kolloidmühle, Schoops Spritzverfahren, 890, 905, Kathodenzerstäubung (Untersuchung der kolloidalen Stoffe!). Ultramikroskop. Brownsche Bewegung. Feinheit s. 920.
Staubteilchen müssen schweben (Stokes-Gesetz). (920, 964.)
Wirbelung notwendig: Stückkohle verbrennt langsam, gepulverte Kohle, auf Haufen liegend, noch langsamer, erst verstäubte verbrennt schnell.
Welcher Zwischenraum kann zwischen einzelnen Körner bleiben, damit schnelle Verbrennung noch möglich?
Bei Verbrennung verhält sich C-Staub nicht wie ein Gas; allerdings ist seine Oberfläche ca. 800 mal so groß wie vordem, ferner wird Staubteilchen schneller auf seine Verbrennungstemperatur gebracht. Damit C-Staub voll ausgenutzt wird, müssen Entgasungsprodukte und Koks gleichzeitig verbrennen.
C-Staub muß sofort verbrennen, ehe sich C-Staubexplosion ausbilden kann. Stichflammen beim Einschütten in Feuerung.
Vorrichtung zur C-Staubfeuerung:
Preßluft-Transportschnecke (ihre Drehzahl bestimmt die C-Staubmenge).
Luftmischung durch Ventilator (Gemisch durch Düsen pressen).
Schlitz-Rohr-Düsen-Zerstäuber, Zentrifugalzerstäuber (vgl. Krause-Milchtrocknung).
(648.) Iring-Forsunka-Brenner (Masut).
Verstäuben mittels Dampfstrahls (Körting-Injektor) oder mittels Luftstrahls.
O-Vernebelung.
Besondere Zündfeuerung (174, 439).
Besonders: Dampfschleierfeuerung.

Besondere Momente der Kohlenstaubverbrennung. **178**
Zusammenhang zwischen Brennzeit, Oberfläche, Staubkorngewicht (Rosins Formel).
Von Bedeutung: Art der Kohle (Versuche mit verschiedenen Sorten, auch mit Tierkohlen). Adsorbieren Kohlenarten (besonders Tierkohle) während der kurzen Verstäubungszeit O? (Unterdruck in geschlossenen Mühlen bei Feinmahlen.) Einwirkung von komprimierter Luft auf C-Staub?
Hohe Temp. bei C-Staubverbrennung, begrenzt durch Haltbarkeit des Wandmaterials; flüssige Asche greift auch an.
Langer Flammenweg (7—7,5 m), Grenze: bei zu langem Flammenweg Herausfallen von Staub. Flamme arbeitet mit Rückführung.

Temperatur der C-Staubflamme verschieden in Mitte, an Rändern?
Zwischen Temperatur der Oberfläche des Brennstoffkorns und der Reaktionsgeschwindigkeit besteht bestimmtes Verhältnis.
Temperatur, Gasgehalt, Abbrand hängen nur von Brennzeit ab. Bei Erstluftbetrieb keine eigentliche Entgasung. Austreibung der flüchtigen Bestandteile dauert lange, weil einzelnes Korn mit Schlacken umhüllt wird. Verbrennungsgeschwindigkeit wird von O-Konzentration und Schlackenbildung beeinflußt (Archiv Eisenhüttenwesen 1931, 291).

179 Brenngeschwindigkeit von Feststoffen außer Kohle bei Verstäubung (mit Ausschluß von Explosion).
Nach 177, 178 andere Stoffe, die auch Träger von Staubexplosionen sein können (s. u.!), nach Verstäubung verbrennen, also nach Art der C-Staubfeuerung.
Unterschiede gegenüber Kohlenstaub.
Reinkohlenstoff: Grafit?
Liegen die Explosionsgrenzen bei anderen Stoffen näher an den Staubbrenngrenzen als bei Kohlen?

18 Staubexplosionen bei Kohlenstoff, Kohlenarten, C-Verbb.

180 Explosion von reinem Kohlenstoffstaub: Grafitstaub.
0 Apparatives: Röhrentrommel — Marsofen. Aufwirbelung.
1 Eigenschaften des Staubes, physikal., chemische.
Feinheitsmessung, Apparate (s. 920).
2 Explosionsgrenzen, verglichen mit Brenngrenzen. (726, 150.)
Menge des Staubes im Luftraum. Zündgrenzen.
Ev. elektrische Zündung — Aufladung — Riemenelektrizität. 431.
Größe der Staubpartikelchen.
3 Verschiebung der Explosionsgrenzen durch Vorwärmung. Sommer, Winter.
4 Katalytische Wirkung durch in geringer Menge zugemischte Substanzen, feste, flüssige.
Indifferente Stoffe. Rolle der Feuchtigkeit.
5 Produkte bei Staubexplosion (verschieden von Verbrennung?).
6 Grafitstaub-Explosionsgrenzen in Luft von geringerem O-Gehalt als in gewöhnl. Luft.
7 Grafitstaub in reinem Sauerstoff.
8 Grafitstaub in Halogenen, gasigen, ev. gemischt mit O.
9 Grafitstaub in Luft, gemischt mit brennbaren Gasen, z. B. mit Methan (je mehr flüchtige brennbare Bestandteile, um so leichter erfolgt Explosion).
(Grafit, kolloidaler, in Ölen = grafitierte Brennstoffnebel!)

181 Explosion von Anthrazit-, Koksstaub.
Einteilung wie eben.

182 Explosion von Braunkohlen-, Steinkohlenstaub.
Einteilung wie eben.
Je magerer Kohle, umso weniger zur Explosion neigend. Werden zuerst immer brennbare Gase gebildet, die dann weiter zünden? Kohlenstaub besonders explosiv, weil hier Gase dabei sind. Staub mit 22—33% Gasgehalt am gefährlichsten. Danach verschiedene Zündgrenzen zwischen 400°—1400°.
Besonders wichtig katalytische Beeinflussung: Einfluß der Feuchtigkeit, des Aschengehaltes, von Gesteinsstaubbeimengungen auf Explosionsfähigkeit (zu letzterem: Bekämpfung von C-Staubexplosionen) (s. 686).
Bitumenhaltige C-Stäube besonders leicht explodierbar.

183 Explosion von Pflanzen-, Tierkohlenstaub.
Einteilung wie zuvor.
Unterschiede gegenüber anderen Kohlen.

184 Explosion von Rußstaub.
Einteilung wie zuvor. C-Expl. möglich, wenn z. B. Benzol unter Glasglocke verbrennt und Kohle gibt?
Unterschiede gegenüber anderen Kohlenarten.
Rauchexplosion. (187.)

Explosion von Staub fester Kettenverbindungen. **185**

Einteilung wie zuvor.
Unterschiede gegenüber Kohlearten (Karbidstaubexplosion).
Mischungen von Kettenverbb. mit Kohlearten.
Ofenexplosionen = Ruß mit Teer!
Heteroketten. Metallalkyle.

Explosion von Staub fester Ringverbindungen. **186**

Einteilung wie zuvor.
Unterschiede gegenüber Kohlearten, gegenüber Kettenverbb.
Mischungen mit Kohlearten. Mischungen mit Kettenverbindungen.
Heteroringe. Metallaryle.

Staub-Explosion von Phyto-Zoostoffen. **187**

Einteilung wie zuvor.
Drogen, Farben, Holz, Kork, Lohe, Getreide, Kleie, Tabak, Mehl, Stärke, Zucker, Dextrin, Faserstoffe, Werg, Heede, Scheerstaub, Harze, Hartgummi, Lycopodium, Seife. Blüten-Pollenstaub bei Pflanzen (Samenmengen). Bärlappsamen (Theaterblitz) (550), Bovistmehl, Sporen.
Wichtig auch hier Gasgehalt resp. Gasmenge, die aus den Stoffen entstehen kann. So explodieren Mehl, Zucker, Holz schon bei relativ großem Korn.
Mischungen dieser Staubarten, Unterschiede gegenüber den einfachen Stäuben.
Mischungen dieser Stäube mit Kohlearten.
Mischungen mit Nebeln.
Mischungen dieser Stäube mit brennbaren Gasen. Nach Beyersdorfer muß Luft mindestens 40 % Zuckerstaub enthalten! Größe der Teichen dabei gleichgültig? (Zucker als Treibmittel für Gasmotoren, s. 157.)
Rauchexplosion (s. 184).

Explosion besonderer Staubgemische von C, C-Verbindungen. **188**

Stäube von Explosivstoffen, z. B. von Nitrokörpern?
Diese Stäube im Gemisch mit brennbaren Gasen.
" Gemische mit anderen brennbaren Stoffen, festen.
" dto. mit brennbaren Nebeln.
Wie wirkt sich bei diesen Staubexplosionen die O-Unterbilanz der Stoffe aus?
Aufwirbelung von Kohlenstaub durch Sprengschüsse, durch Begleithitze vergast.
Sprengstoffe, gegen Schlagwetter sicher, vermögen Kohlenstaub zu zünden. (Wettersicherheit s. 720.)
Aufwirbelung von Staub durch einschlagende Brisanzgranaten z. B. auf Dachböden, dieser dann durch Brandbombe zündbar: Gefahren ruhenden Staubes.

Auswirkung von Staubexplosionen. **189**

Vergleich mit Gas-, Flüssigkeits-Sprengstoffexplosionen.
Explosionsgeschwindigkeit (Messung s. 750).
Staubgewitter (Beyersdorfer).
Gefahren besonders in Kohlenbergwerken.
Um Staubpartikel bildet sich eine Wärmeschicht von Kugelumfang, innerhalb deren andere entzündet werden. Während Gasexplosion aber mit Verbrauch der vorhandenen Gasmenge beendet ist, wirbelt explodierender Staub eine neue Menge auf, so daß neue Explosion hinterher kommen kann.
Es handelt sich hier um teils ungerichtete, teils um gerichtete Explosionen! (Vgl. 119, 159, ferner A 7, A 8.)

Staubexplosionen bei anorganischen Stoffen. 19

Explosion bei Staub von Nichtmetallen an Luft, O. **190**

S, Se, Te, P, As, Sb, Si, B (geschlossene Räume).
Apparatives: Durchwirbelungsmethoden (s. 118, 177).
Korngrößenmessungen (s. 920).
Ev. elektrische Zündung — Aufladung — Riemenelektrizität. (431.)

Marsofenversuche (ev. Marsofen rundherum heizen). Zylinderversuche.
Explosionsgrenzen, Verschiebung durch Temperatureinfluß (Sommer, Winter).
Etwaige katalytische Wirkungen! Feuchtigkeitsrolle!
Inwiefern ist Luft-N bei der Reaktion beteiligt?
Luft von anderer Zusammensetzung als gewöhnlich!
Explosion mit reinem Sauerstoff.

191 Explosion bei Staubmischungen von Nichtmetallen an Luft, O.
Einteilung wie eben (bei Mischungen Mengenverhältnisse).
Wodurch wird Explosionsneigung befördert? Warum?
Luft besonderer Zusammensetzung.
Staub zusammengeschmolzener Nichtmetalle.

192 Explosion bei Staub von Nichtmetallverbindungen an Luft, O.
Einteilung wie eben.

193 Explosion bei Staubgemischen von Nichtmetallen mit C, C-Verbb.
Kohlenstoffarten. — Kettenverbindungen. — Ringverbindungen.
Luft besonderer Zusammensetzung.
Staubarten wie bei 190, 191, 192.

194 Explosion bei Staub von Metallen an Luft, O.
Al-Staub (s. Leuchtsätze, Blitzlicht) (550, 560). Beim Abrennen zur Hälfte Al_2O_3, zur anderen Nitrid, es wird also N mitverbraucht. N-Verbrauch zu O = ¾ (s. 023).
Umsetzung mit N erst über 600°, also für Zündgefahr nur O maßgebend (s. Ammonale und Nitridbildung). (Wirkung des Fettes bei Darstellung des Al.)
Untersuchungen des Al-Pulvers bzgl. Selbsterwärmung!
In Stickstoff fein verteiltes Blei reagiert beim Einblasen in Luft unter Feuererscheinung (Z. Sch. Spr. 1930, 127.)
Luft besonderer Zusammensetzung. Reiner Sauerstoff (s. 190).

195 Explosion bei Staubgemischen von Metallen, Legierungen an Luft, O.
Einteilung wie eben.
Welche Metalle befördern Explosion, welche verhindern?
Staub von zusammengeschmolzenen Metallen.

196 Explosion bei Staubgemischen von Metallen und Nichtmetallen, dto. von Verbindungen.
Einteilung wie eben.

197 Explosion bei Staubgemischen von Metallen mit C, C-Verbb., dto. von Verbindungen.
Einteilung wie eben.
Grenzverschiebung wodurch? Fett bei Al-Darstellung von Einwirkung auf spätere Explosionsfähigkeit?
Luft von anderer Zusammensetzung als gewöhnlich (indifferente Zumischung).
Dieselben Versuche wie eben, nur noch unter Zumischung von Staub von Nichtmetallen, ebenso mit Staub von C-Verbb.

198 Explosion bei Staub anorganischer Stoffe mit Halogenen, S, N.
Einteilung wie eben.
Ebenso Mischungen wie Verbindungen der Nichtmetalle mit Metallen, sowie mit Kohlenstoff sowie alle möglichen anderen Kombinationen.

199 Wirkung von Staubexplosionen
(im Vergleich mit Gas- und Flüssigkeits- sowie mit Sprengstoffexplosionen).
Veranlaßt eine Spiritusexplosion eine solche von Picrinsäure oder umgekehrt?
Zusammenlagerung dieser Stoffe.
Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Reichweite.
Es handelt sich dabei um teils ungerichtete, teils um gerichtete Explosionen (vgl. 119, 159, 189, ferner A 7, A 8).

Aktivatoren in besonderer Form — nascierend — im Gemisch mit passiven Stoffen. 2

(Geschwindigkeitssteigerung durch Modificierung der Aktivstoffe.)

Sauerstoff in Atmosphäre, flüssige Luft, flüssiger Sauerstoff. 20

Die Atmosphäre. 200

Zusammensetzung (O-Nachweis s. u.) (vgl. Luft in Sprengstoffen!).

Luftmenge, zur Verbrennung nötig. 201

Berechnung der Verbrennungsgleichungen. Heizwertformel! (628.)

Eigene Verbrennungsgleichungen, mit Berücksichtigung des zur Verfügung stehenden Sauerstoffs.

Luftbedarf ermitteln unter Glasglocken usw. 12% O Grenze?
(Vgl. in Abschnitt 1 Brenngrenzen!)

Aufteilung von O bei Explosionen — Regel von Mallard-le Chatelier. (621.)

Luft von besonderer Zusammensetzung. 202

Rolle der in normaler Luft vorhandenen Bestandteile: Kohlensäure, Argon, Neon, Helium, Krypton, Xenon (beschleunigende, verzögernde Rolle!). (Vgl. Atmung!) 993.

Reiner Sauerstoff. 203

Darstellungsmethoden: aus Luft, aus Verbindungen. Häufigkeit des Vorkommens, verglichen mit anderen Elementen.
Umfüllpumpen, Ventilschmierung, Ventilexplosion (vgl. Öle und Sauerstoff).
Explosives Zerspringen von Bomben!

Eigenschaften, physikalische: Sauerstoffdurchlässigkeit von Metallen, Nichtmetallen.

Eigenschaften, chemische: 3 Isotope von Sauerstoff?
Nachweis nach Schmalfuß als Melanin (s. Melanine).
Nachweis mit Wursters Tetrapapier!
Chemische Absorption mit P, Pyrogallol, Chromchlorür usw.
O-Bestimmung in Gasen durch Messung der Wärmeleitfähigkeit (663). Elektrischer O-Messer.

Brenneigenschaften, aktive: Rolle der Feuchtigkeit.
Nachweis mittels glimmenden Spans, Strohhalms, Papiers. Reaktionszeit usw.
Mit welcher Geschwindigkeit, also nach welcher Zeit entzündet sich der glimmende Span? Warum Bomben-O weniger aktiv als nascierender? (Molekülaggregate!) (Vgl. Schwerlöslichkeit von Steinsalz!) (623.)
Anreicherung der Raumluft mit O in O-Fabriken. Feuergefahr steigt. Arbeitsschutz 1936 III 138.

Aktivierter Sauerstoff. 204

Sauerstoff, aus Bombe resp. nascierend dargestellt, über katalytisch wirkende Stoffe streichen lassen, welche den molekularen Zustand in einen atomistischen verwandeln!
Platin, Platinmetalle, Cer-Verbindungen (s. bei H_2O_2).
Sonstige Stoffe (vgl. Wichtigkeit für Atmung). (986.)
Occludierter O, z. B. im Blasensilber. Freigemacht aktiv?

Metalle (ev. fein verteilt) okkludieren Gase, und zwar in atomistischer Form (aus Verteilungskoeffizient ermittelt) = Kontaktkatalysen. (973, 992.)

Flüssige Luft, flüssiger Sauerstoff. 205

Darstellungsmethoden.

Eigenschaften, physikalisch: Dichte. Temperatur. Verdampfbarkeit, Verdunstbarkeit = Anreicherung mit O. Nebelbildung mit Wasserdampf d. Luft. Leidenfrost Phänomen. Feuchtigkeitsaufnahme.

Farbänderungen durch niedere Temperatur.
Eigenschaften, chemische: Stillstand chemischer Reaktionen, z. B. K+ClH. Gefrorener Alkohol unentflammbar.
Brennen von Passivbrennstoffen in reinem O bereits erwähnt in A 0 bei den Einzelstoffen.

206 Brennen von Substanzen an flüssiger Luft.
Flüssige Luft so gut wie flüssiger Sauerstoff!
Weiterbrennen trotz tiefer Temperatur! Gute Eingangszündung notwendig!
Aggregatzustand der brennenden Stoffe.
Brennweise im Gegensatz zu gewöhnlicher Verbrennung.
Produkte im Gegensatz zu gewöhnlicher Verbrennung. Äther-Azetylenkerze werden leuchtend! Nichtmetalle. Metalle. Kohlenstoff, C-Verbb.
Mischungen dieser Stoffarten untereinander sowie Verbb. derselben untereinander.
Flüssigluftbrandmittel — Brandbomben.

207 Selbstexplosionen von Flüssigluft.
Explosionen bei Herstellung von Kältemischungen.
Explosion von Holzkohle bei Dewargefäßen (Wöhler).
Nichtmetalle, Metalle, Kohle, C-Verbb. Mischungen.

208 Flüssigluftsprengstoffe.
Unterschiede gegenüber den eben beschriebenen Reaktionen: Der passive Stoff wird nicht in brennendem Zustande in flüssige Luft hineingebracht, sondern vor dem Anzünden damit getränkt.
Passive Stoffe: Nichtmetalle, Metalle, besonders Metalle wie Al, Mg mit hoher Verbrennungswärme, Kohlenstoff, C-Verbindungen. Mischungen dieser Gruppen untereinander sowie Verbindungen derselben untereinander.
Watte + pulverisierte Holzkohle. Besserer Tränkstoff als Watte oder Ruß ist Korkkohle, Korkmehl. Ebenso Ruß + Kohlenwasserstoffe, z. B. Carben aus Azetylen, ebenso Petroleum, Naphthalin, Paraffin usw. Tauchverfahren.
Stopfen der Tränkstoffe; Saugfähigkeit des Tränkstoffs, lose oder gestopft.
O-Bedarf: Unterschuß daran ist der Brisanz förderlich! (s. dort).
Zi-Versuche: (kaum möglich, da Verdampfung).
Sensibilität: Schlagempfindlichkeit zunehmend mit Feinheit des Kohlenstoffträgers.
Feuchtigkeit vermindert so wenig wie Kalkzusatz.
Initiierung mit Sprengkapsel (überflüssig!). (Knall-Hg versagt, Bleiazid genügt.)
Detonationszündschnur am besten.
Stauchwerte in verschiedenen Verdunstungsstadien
Za-Versuche: Patronen mit Flamme zündbar.
Watte + Kohle brennt durch Zündholz (verschiedener Einschluß). Zündung meist mit Zündschnur; darf nicht sprühen, also im Sauerstoff nicht schneller brennen! (s. o.: Detonationszündschnur am besten).
Gefahrenklassen-Einreihung.

209 Detonation der Flüssigluftsprengstoffe und Auswirkung.
Explosion oder Detonation?
Watte + Kohle brennt wie Schwarzpulver (Knall!).
Flammenlänge — Schlagwettersicherheit.
Detonationsgeschwindigkeit von Carbenmischungen 4800 — 6000 Meter je nach Siebfeinheit —, bei Ruß bis zum molekularen Verteilungszustand zunehmend.
Umsatzprodukte im Gegensatz zu einfacher Verbrennung.
Schwadenuntersuchung.

21 Ozon. Wasserstoffsuperoxyd.

210 Ozon-Darstellung, besonders durch Verbrennung.
Spitze einer H-Flamme in Luft (Hofmann, 81) gegen Eis.
Sauerstoff auf 2000° erhitzen, schnell abkühlen. Kapillare erhitzt.
Einblasen von Luft in brennendes Leuchtgas. Mikrogebläse.
Dunkle Oxydation: Ausbeutekurven (Jonenstoß?). U-V-Licht und dunkle Entladung? (Ozon nicht fließen lassen, im Ozonisator weiter ozonisieren.)

O-Bombe ozonisieren? Flüssigen O dunkel laden? Ozonisatoren.
P an Luft (s. dort).
Bei Elektrolyse von Schwefelsäure, besser HF.
Ozon bei Mn_2O_7, $KClO_3$ s. dort!
O_3-Molekül besteht aus 1 Mol O_2 + 1 Atom O, also leicht nascierender O!

Ozon, Eigenschaften (wichtig bzgl. Verbrennung). **211**

Physikalisch: Therm. Bildung (Nachweis in Flammen, s. o.). Verdampfbarkeit. Farbe. Lösung in Eisessig, CCl_4, in flüssigem O und umgekehrt.
Chemisch: Zerfrißt einen in Luft befindlichen Gummischlauch; ohne Einwirkung, wenn Schlauch in Wasser (Siemens-Ztschr. 1935, 125).
Reaktion mit Ag, Hg, Guajactinktur, Tetramethylbasenpapier, Tl-Oxydul-Papier. Nachweis!
Zerfall: Katalytischer Zerfall durch Alkalilösung, höhere Oxyde von Fe, Cu, Ag, Platinmetalle.
Explosion beim Zerfall: Bei Erwärmung, in Berührung mit Terpentinholzspan. Exothermer Zerfall! (Hofmann, 83).

Ozon und Nichtmetalle (außer C). **212**

H direkt nicht angegriffen, aber im U-V-Licht.
Feuererscheinungen dabei? (Katalytische Zusätze?)
Umsatzprodukte.
Nichtmetallmischungen. — Nichtmetallverbindungen. (Sensibilität!)

Ozon und Metalle. **213**

Einteilung wie eben.
Mischungen von Metallen untereinander, Legierungen, von Metallen mit Nichtmetallen, Verbb. von Metall + Nichtmetall.
(Verhalten zu KOH, CsOH s. auch bei Ozoniden! 301. Tetroxyde!)

Ozon und Kohlenstoff, Kohlenarten, C-Verbb. **214**

Kohlearten bei gewöhnlicher Temperatur zu CO_2 oxydiert.
Mischung von C-Verbb. untereinander, von C-Verbb. mit Kohle.
dto. von Kohle, C-Verbb. mit Nichtmetallen.
dto. von Kohle, C-Verbb. mit Metallen. (Bildung von Ozoniden s. 300.)

Wasserstoffsuperoxyd, Bildung. **215**

Oxydationsprodukt des Wassers = 1. Reduktionsprodukt des O.
Bildung bei langsamer Oxydation an Luft von anorganischen, organischen Stoffen (Hofmann, 73), z. B. P, Na_2Hg, Zn, Ca.
Russeleffekt auf photographischen Platten. (428.)
Bildung bei stiller Entladung, Elektrolyse, Abschrecken heißer Flammen, Knallgas (Hofmann, 74).

Wasserstoffsuperoxyd, Eigenschaften (bzgl. Verbrennung). **216**

H_2O_2 allein, System NaOH — H_2O_2 (s. u.), Hydrate des Peroxyds.
Endotherme Verbindung, Zerfall exotherm. Atomistischer O.
Hat oxydierende und reduzierende Eigenschaften (Hofmann, 72).
Luminicenzerscheinungen mit H_2O_2. (598.)
Zerfall beschleunigt (katalytisch?): Spuren Alkali, rauhe Oberfläche (Hofmann, 75), MnO_2 (s. u.). Ev. Explosion bei Konzentrierung. (Staub auslösend.)
Zersetzung, ev. explosiv, an Platinblech.
Zerfallsgeschwindigkeit und Temperatur (Hitzezerstörung).
Peroxydasen: Blut, Milch usw, Katalasen.
Zerfall verhindert: Säurezusatz, Ceresinflaschen. Harnstoff, Phenazetin, Acetanilid. (Perhydrit-Ortizontabletten.)
Nachweis von reinem Wasserstoffsuperoxyd, do. in Mischungen.
Physiologisch: Weißbrennen auf Haut (30%iges).

217 Wasserstoffsuperoxyd und Nichtmetalle.

Mischungen von H_2O_2 mit Nichtmetallen stehen lassen. Oxydation? (Cellulose, Kork.)
Brennende Nichtmetalle an H_2O_2 heranhalten: Brennweise?
Mischungen von Nichtmetallen mit H_2O_2 = Perhydrol. Stabilität derselben: Mehrere Stunden gegenüber den Oxyliquiten.
Thermische Zersetzung dieser Mischungen. (Glas, Porzellan, Metall-Katalyse?)
Zündung dieser Mischungen. Zi-, Za-Versuche. Sensibilität!
Brennweise — Produkte. Flamme. Brandmittel, Brandbombensätze.
Initiierung dieser Mischungen? Sprengwirkung?
Mischungen von Nichtmetallen sowie Nichtmetallverbindungen mit Wasserstoffsuperoxyd.
Vernichtung unbrauchbarer Mischungen?!

218 Wasserstoffsuperoxyd und Metalle.

Einteilung wie eben. (Katalyse?)
Mischungen der Metalle untereinander (Legierungen) sowie mit Nichtmetallen sowie mit deren Verbindungen.

219 Wasserstoffsuperoxyd und Kohlenstoff, Kohle, C-Verbb.

Darstellung der Mischungen, z. B. 12,5% Vaseline, 8,5% Watte oder anderes Aufsaugungsmaterial, Rest 88—90%iges H_2O_2. (Papierhülsen!) Perhydrit. Ortizon.
Einteilung wie eben.
Mischungen der C, C-Verbb. mit Nichtmetallen, Metallen sowie deren Verbindungen.
Brandmittel, Brandbombensätze.
Wasserstoffsuperoxyd-Sprengstoffe. (Gemische aus hochprozentigem H_2O_2 + C_xH_y, besonders Stärke, Cellulose, Formaldehyd.)

22 Verbindungen des H_2O_2. Echte Peroxyde. Persäuren (anorganische).

(Auch hier atomistischer naszierender Sauerstoff.)

220 Bildung echter Superoxyde und ihre auf Verbr. bezgl. Eigenschaften.

Salze von H_2O_2 (Hofmann, 78).
Alkali-, Erdalkalisalze durch Verbrennung der Metalle? Cs-Tetroxyd? usw. Na-Superoxydhydrat. Natrylhydroxyd. NaOOH. O-Aufnahme aus Luft beim Glühen von BaO! K-Tetroxyd. In chemischen Sauerstoffgeräten (986).
Unterscheidung von echten, unechten Peroxden!
Oxydationsmöglichkeiten in wässerigen Suspensionen von C: (Bildung von Mellithsäure, Humusstoffen. Hofmann 283). (Oxydationen kalt, heiß.) (Mischperoxyde.)
Haltbarkeit der Peroxyde an Luft: Einwirkung der CO_2!
Vgl.: $BaO_2 + CO_2 = BaCO_3 + O$. Rolle der Feuchtigkeit! (Vgl. Vorgang bei künstlicher Atmung mit Peroxydpatronen!) (987.)
Thermische Zersetzung von Peroxyden allein! (Katalyse?)
do. Gemische von verschiedenen Peroxyden! (Übertragungswirkung von O durch Cerperoxyd.)

221 Echte Peroxyde und Nichtmetalle.

Herstellung der Mischungen. Ausschluß von Feuchtigkeit! Lagerbeständigkeit! Stabilität. Katalytischer Zusatz! Thermische Zersetzung. Produkte.
Zi-, Za-Versuche. Brennweise. Sensibilität. Initiierung! Produkte. Zündung durch Feuchtigkeit? (Vgl. mit Erscheinung, wenn brennende Nichtmetalle an diese Peroxyde herangebracht werden.) Brandmittel.
Gemische verschiedener Nichtmetalle verwenden!
Gepreßte Gemische.
Vernichtung unbrauchbarer Mischungen.

222 Echte Peroxyde und Metalle.

Einteilung wie eben.
Mischungen der Metalle untereinander, Legierungen, Mischungen mit Nichtmetallen.
Gepreßte Gemische. Brandmittel, Brandbombensätze.

Echte Peroxyde und Kohlenstoff, Kohle, C-Verbb. **223**

Einteilung wie eben.
Mischungen von C, C-Verbb. mit Nichtmetallen, Metallen.
(Mischungen der C-Verbb. untereinander.)
Vorschlag: Glaskugeln mit Peroxyden und feuchtem Pulver in zugeschmolzenem Zustande auf Zeppeline usw. schleudern, wo sie zerbrechen und zünden. Brandmittel, Brandbombensätze. Gefährlich und lagerunbeständig. (Ib. Mv. 1909, 49.)
Pringsheims Superoxydmethode zum Aufschluß von C-Verbb. (434.)
Gepreßte Gemische. (Ber. 36, 4244. 38, 2459. 41, 4270.) (s. 434.)

Persulfate: Darstellung und Eigenschaften. **224**

Eigenschaften, besonders bzgl. Zersetzung. Mit eiskaltem Wasser entsteht Ozon.
Zusatz von $AgNO_3$ gibt Beschleunigung der Reaktion. (Kempf, Ber. 38, 3963 [1905]).
Oxydationswirkung der freien Säure (s. 229).
Verhalten in wässeriger Lösung zu Nichtmetallen, Metallen, Kohlenstoff, C-Verbb.
Bildung von Paracyan (Langhans). do. von Persulfocyansäure (Langhans).
(Vgl. Reaktion mit Phenolen.)
Freie Perschwefelsäure?

Persulfate und Nichtmetalle. **225**

Mischung, Aufbewahrung.
Auslösbarkeit durch Feuchtigkeit?
Katalytische Zersetzung?
Mischungen der Nichtmetalle untereinander.
Verbindungen von Nichtmetallen. Brandmittel, Brandbombensätze.
Gepreßte Gemische.
Vernichtung unbrauchbarer Mischungen. (Selbstexplosion?)

Persulfate und Metalle. **226**

Einteilung wie eben.
Mischungen derselben untereinander sowie Verbindungen miteinander.
Mischungen der Metalle mit Nichtmetallen. Brandmittel.
Silbersulfat bei 110° explosiv zersetzt.
Gepreßte Gemische.
Vernichtung unbrauchbarer Mischungen.

Persulfate und Kohlenstoff, C-Verbb. **227**

Einteilung wie eben.
Mischungen untereinander sowie Verbindungen. Brandmittel.
Mischungen mit Nichtmetallen, Metallen.
Gepreßte Gemische.
Vernichtung unbrauchbarer Mischungen.

Anorganische Persäuren (außer Perschwefelsäure). **228**

Percarbonate, Perborate, Perphosphate. Perselensäure.
Darstellung, Eigenschaften vgl. mit Persulfaten.
Verhalten zu Nichtmetallen, Metallen, C, C-Verbb., ebenso Mischungen derselben untereinander. Gepreßte Gemische. Brandmittel.
(Persalpetersäure, Pernitrate s. bei Salpetersäure.)

Besondere Persäuren. (Sulfomonopersäure. Carosche Säure.) **229**

Darstellung, Eigenschaften.
Säure in flüssigem Zustand. Säure in fester Kombination.
Verhalten zu Nichtmetallen, Metallen, C, C-Verbb. Mischungen derselben untereinander.
Brandmittel.
Ähnliche Kombinationen mit Percarbonaten, Perboraten usw.

23 Unechte Superoxyde. Oxyde. Thermite. Elementaranalyse.

230 Unechte Superoxyde.

Unterschied von echten: O-Atome nicht aneinander gebunden, sondern voneinander getrennt! Na-Peroxyd = Na—O—O—Na. Bleisuperoxyd = O—Pb—O.
Besonders wichtig: Manganperoxyd, Bleiperoxyd, Silberperoxyd, Kupferperoxyd, Nickelperoxyd. (MnO_2-Atome verhalten sich verschieden: Bei Cl-Gewinnung nur eins wirksam!) Auch Gemische derselben verwenden!

Diese Peroxyde sowie Gemische dieser Peroxyde mit Nichtmetallen (wässerige Lösung.) Therm. Zersetzung. Stabilität. Zi-Versuche. (Aktives Si + PbO_2 geben beim Zusammenreiben Explosion. Hofmann, 329.) Brandmittel. Sensibilität.
Za-Versuche. Brennweise. Produkte. Katalysen?

Diese Peroxyde sowie Gemische dieser Peroxyde mit Metallen resp. mit Nichtmetall-Metallgemischen oder Verbindungen. (Wässerige Lösung!)
Einteilung wie eben. Brandmittel.

Diese Peroxyde sowie Gemische dieser Peroxyde mit Kohle, C-Verbb., ebenso mit Gemischen von Kohlen, C-Verbb. mit Nichtmetallen, Metallen. Brandmittel.
Einteilung wie eben. Gepreßte Gemische.

231 Perhalogenverbindungen.

Bleitetrachlorid. (Silberperchlorid? Kupferperchlorid?)
Versuche wie bei 230. (Mit conc. H_2SO_4 wird $PbCl_4$ explosiv zersetzt.)
Gepreßte Gemische. Brandmittel.

232 Reaktionen mit hohen Oxydationsstufen von Metallen.

MoO_3, WoO_3 (entsprechend dem CrO_3, s. 245). UO_2, OsO_4, RuO_4.
Auch Gemische dieser Oxyde verwenden!

Reaktion mit Nichtmetallen. Therm. Zersetzung, Stabilität.
Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Produkte.

Reaktion mit Metallen. Reaktion mit Kohle, C-Verbb. Gepreßte Gemische.
Brandmittel.

233 Oxyde resp. Oxydgemische und Nichtmetalle.

Vor allem Metalloxyde (Chromoxyd).

Wichtig bezl. der O-Abgabe Stellung des betr. Metalls im periodischen System; ferner ob Edelmetall oder Nichtedelmetall, z. B. leichte O-Abgabe bei HgO.
Oxyde, die schwer O abgeben, oxydieren die betr. passiven Stoffe nicht bis zu den höchsten Oxydationsstufen (s. u. bei Elementaranalyse).

Gegenseitige Aktivierung der Oxyde durch Fremdoxyde!

Oxydationen der Nichtmetalle in wässeriger Lösung.

Brennende Flammen auf Oxyde leiten!

Therm. Zersetzung der Mischungen. Stabilität. Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Produkte.
(NH_3 u. Oxyde, Hofmann, 399. P_2H_4 fest + CuO verpufft, Hofmann, 237.) Gepreßte Gemische.

234 Oxyde resp. Oxydgemische und Metalle.

Alkalimetalle, Erdalkalimetalle, besonders Ca, und Magnesium. Sowohl Oxyde von Metallen wie von Nichtmetallen. (Feinheit des Metalls!) Desoxydationsmittel.

Einteilung wie eben. Wärmewerte bei den Reaktionen.
Explosionen mit Ca, Mg (Hofmann, 444). Gur, SiO_2 u. Mg durch Zündholz zündbar (Hofmann, 329) (s. auch Blitzlicht.) (550,)

Gepreßte Gemische.

235 Oxyde resp. Oxydgemische und Aluminium = Thermite.

Metalloxyde und Aluminium, außer Eisenoxyde (s. u.).
Lagerung. Korngröße des Al. Aktiviertes Al. Zi-Versuche. Wärmeabgabe!
Za-Versuche. Brennweise. Produkte (besondere Zdg. nötig, s. u.).
Unter welchen Bedingungen erfolgt Explosion? Korngröße (s. Staubexplosion!).

Vermeidung durch Zusatz von Tonerde.
Metalloidoxyde u. Aluminium, z. B. Oxyde von S, Se, Te, P, As, Sb, Si, Bor. Ti, Ge, Ga, usw. Einteilung wie eben. Gepreßte Mischungen.

Eisenoxyde und Aluminium = Thermite. (Aluminothermie.) **236**

Desoxydation mittels Al beim Eisenguß.
Wärmeabgabe bei Thermitmischungen.
Verschiedene Eisenoxyde: Unterschiede?
Korngröße des Al.
Lagerung. Stabilität. Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche: Scharfe Zündung notwendig (s. Zdg.). Brennweise. Ev. Explosionen, z. B. bei CuO. Produkte.
Hohe Temperatur, Löschen schwierig (Sand, Kalisalze). (s. dort.) Knallgas beim Löschen mit Wasser (Versuche!) Weitere Zündwirkung brennenden Thermits! (434.) Mox-Briketts. (Versuche!)
Besondere Thermite: Statt Oxyde Sulfide nehmen resp. Oxyde + Sulfide. Ebenso Selenide, Telluride, Phosphide, Arsenide, Stibide, Silicide, Boride.
Zusatz von Ca: Reduktion schwer reduzierbarer Oxyde (s. Hofmann, 470.
Zusatz von Kalkstickstoff (Cyan gibt heiße Flammen, Hofmann, 308).
Thermite mit Al-Mg-Legierungen. (Elektron — Brandbomben.)
Thermitreaktionen im Vakuum. Gepreßte Thermite verhalten sich wie lose Th. (Kast 478). Thermite nicht sprengkräftig (785).

Thermitbrandbomben. Thermitbrandgeschosse. **237**

Füllung derselben. Besondere Füllungen (s. eben). (Hülle = Elektron.)
Anbringung der Zündung. Funktionieren derselben.
Spritzreichweite des brennenden Inhalts beim Aufprall der Bombe. (s. Eissprengung 867.) Fliegerbrandpfeile (872). (Z. Sch.-Spr. 1918, 435.)
Anti-Zeppelins = 13,6 cm engl. Thermitgeschosse.
Brandpäckchen mit Thermit. (Kast 476, 478.)
Thermitgeschosse gegen Tanks-Kettengetriebe.
Löschmethoden.

Brandwirkung, Explosivwirkung zwischen Metallen und Karbonaten, Sulfaten, Phosphaten usw. **238**

Besonders: Alkalimetalle, Erdalkalimetalle, Magnesium, Aluminium. (Legierungen wie Elektron usw.) (552.)
Lagerung. Stabilität. Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Explosion. Produkte. (Vgl. Hofmann, 445.)
Gepreßte Mischungen.

Oxyde und Kohle, C-Verbindungen. Elementaranalyse. **239**

Oxyde sowie Oxydmischungen (Fremdoxyde) und Kohlenstoff.
do. und Kohlearten.
do. C.-Verbb., Ketten, Ringe, Mischungen, Phyto-Zoostoffe.
Lagerung. Stabilität. Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise.
Tempern, wobei dem Eisen C durch Oxyde entzogen wird. (Siemens-Martin-Stahl.)
Oxyde, die schwer O abgeben, oxydieren den C nur bis zu CO.
Zersetzung des CO weiter durch besondere Oxyde. (Bestimmung des Kohlenoxyds.) (s. 984.)
CO: Oxydation mittels Jodpentoxyd; Oxydation mittels Palladiumchlorür; Oxydation mittels Silberoxyd; Bestimmung durch Verbrennung; Bestimmung kleiner Kohlenoxydmengen.
α) Hopcalitmethode; β) Jodpentoxyd-Methode nach Tausz und Jungmann; γ) Reduktion über Nickel zu Methan nach Schuftan; δ) Bestimmung über das Kohlenoxydhämoglobin; ε) Kohlenoxydbestimmung im Blut nach van Slyke; ζ) Bestimmung nach Cohen-Tervaert, verbessert von Pilaar.
Elementaranalyse: (Trockeneis-CO_2 zum Durchspülen!)
Einfach, d. h. Bestimmung von C, H. Besonders: Neben C, H auch N, Halogen, S usw.
Besondere Methoden der Elementaranalyse:

Verwendung von $PbCrO_4$ s. 247. Analyse explosiver Substanzen (Zumischung von Verdünnungsmitteln) (s. 778, 788). Erhitzung der Substanz mit Natronkalk. Bestimmung des erhaltenen Cu aus CuO. Bindung der CO_2, des H_2O im Reagensglas. Naphtyloxychlorphosphin $C_{10}H_7POCl_2$ nach Lindner. Erhitzen mit S statt mit O. C-Bestimmung im Stahl im Marsofen. Elementaranalyse mittels Chromsäure, s. 245! Elementaranalyse mittels Persulfaten. Elementaranalyse in der Kalorimeterbombe (s. 605) (vgl. 036).
Katalytische Methode nach Dennstedt. Automatische Elementaranalyse. Microanalyse.

24 Höhere Mangan-Chromoxyde.

240 Manganheptoxyd resp. Übermangansäure.

Darstellung und Eigenschaften, auf Verbrennung bezüglich.
Mn_2O_7 eine ölige Flüssigkeit, die u. U. von selbst verpufft. (Hofmann, 593.)
Mn_2O_7 und Nichtmetalle, fest, flüssig, gasig. Produkte.
do. und Metalle, fest, flüssig, -Hg. Legierungen.
Metallmischung mit Nichtmetallen. Produkte.
do. und Kohlenstoff, Kohlenarten, C-Verbb. Mischungen untereinander sowie mit Nichtmetallen wie mit Metallen.
Fest, flüssig, gasig. Organ. Flüssigkeiten meist entflammt. (Hofmann, 593.)
Produkte.

241 Manganheptoxyd resp. Übermangansäure in statu nascendi.

Zersetzung von $KMnO_4$ durch konz. Schwefelsäure.
Mischungen mit Nichtmetallen, fest, flüssig, gasig. Produkte. Ev. Katalyse.
Mischungen mit Metallen, fest, flüssig-Hg. Produkte. Ev. Katalyse. Metalle + Nichtmetalle.
Mischungen mit Kohlenstoff, Kohlearten, C-Verbb. Fest, flüssig, gasig. Produkte. Ev. Katalyse. C, C-Verbb. + Nichtmetalle, + Metalle.
Besonderes: Funken in flüssigen Medien. ($KMnO_4 + CH_3OH + H_2SO_4$).
Funkenfarbe, Funkenstärke, Funkendauer.
Andere Stoffe als CH_3OH resp. Mischungen damit. Brandmittel.
Zersetzung von $KMnO_4$ sowie von anderen Permanganaten statt mit konz. Schwefelsäure mit Sulfomonopersäure, Chlorsulfonsäure usw.
Unterschiede gegenüber den vorerwähnten Versuchen.

242 Mischungen von $KMnO_4$ mit Passivstoffen.

Therm. Zersetzung von $KMnO_4$: O-Nachweis, K-Flamme. (s. bei Sauerstoff.)
Oxydationen mit $KMnO_4$ in wässeriger Lösung, in Azeton usw.
Mischungen mit Nichtmetallen allein, mit Nichtmetallgemischen.
Darstellung. Entmischung. Lagerbeständigkeit. Stabilität. Zi-Versuche, Sensibilität (Versuche mit Zi durch Schwefelsäure s. o.). Za-Versuche. Brennweise. Explosion. Produkte. (Auftreten der K-Flamme, brauner Rauch, s. Rauchentwickler.)
Brandmittel.
Mischungen unter Zusatz von Katalysatoren.
Mischungen mit Metallen, Legierungen, Gemischen aus Metallen + Nichtmetallen.
Einteilung wie eben. Brandmittel.
Mischungen mit Kohlearten, C-Verbb. aller Art, ebenso mit Gemischen dieser Passivstoffe.
Besonderes: Entzündung von Glyzerin usw. (Glyzerinmischungen).
do. mit Gemischen aus Kohlenarten, C-Verbb. + Nichtmetallen + Metallen.
Einteilung wie eben. Brandmittel.
Gepreßte Mischungen. Brennzeit.
Vernichtung unbrauchbarer Mischungen.

243 Andere Permanganate im Gemisch mit Passivstoffen.

Zersetzung anderer Permanganate als $KMnO_4$; z. B. Ca-, Ba-, NH_4-Permanganat.
Besonders: NH_4MnO_4 u. U. explosiv! $AgMnO_4$ zersetzt sich autokatalytisch.
Mischungen wie bei 242. Unterschiede gegen $KMnO_4$?
Gepreßte Mischungen. Brennzeit.

Brennversuche mit niederen Mn-Verbb.: Manganaten, Manganiverbb. 244

Freie Mangansäure nicht bekannt.
Reaktion mit Manganaten wie eben mit Permanganaten.
Manganiverbb. als Aktivatoren brauchbar?
Gepreßte Mischungen. Brennzeit.

Chromsäure. 245

Darstellung, Eigenschaften bzgl. Verbrennung.
Oxydationen in wässerigen Lösungen. (Eisessig, Phenanthrenchinon!)
Feuchtverbrennung mit CrO_3: C in Stahl. (239.)
CrO_3 u. Nichtmetalle, fest, flüssig, gasig. Produkte. NH_3-Verbrennung.
do. u. Metalle, Metalle + Nichtmetalle.
do. u. Kohlenstoff, Kohlenarten, C-Verbb. Ebenso Mischungen mit Nichtmetallen, Metallen.

Chromsäure in statu nascendi. 246

Chromate, Bichromate zersetzt mit H_2SO_4.
Vgl. Oxydation in wässeriger Lösung, z. B. CrO_3 in Stahlanalyse zur Bestimmung des Kohlenstoffs.
H_2SO_4 auf Mischungen von Bichromaten + Nichtmetallen.
do. Chromaten + Nichtmetallen. Brandmittel.
do. Mischungen von Bichromaten + Metallen.
do. Chromaten und Metallen. Brandmittel.
do. Mischungen von Bichromaten + C, C-Arten, C-Verbb.
do. Chromaten + C, C-Arten, C-Verbb. Brandmittel.
Ähnliche Zersetzungen statt mit H_2SO_4 mit Caros Säure usw.

Chromat-, Bichromatgemische. 247

Von Chromaten besonders Bleichromat (vgl. Elementaranalyse, 239).
Bichromate von K, Na, NH_4, Erdalkalien, Ag-, Bi-.
$(NH_4)_2\ Cr_2O_7$ allein brennbar! Luteochromsalze!
Mischungen mit Nichtmetallen.
do. mit Metallen, Metallen + Nichtmetallen.
do. mit C-, C-Arten, C-Verbb., ebenso Mischungen von C, C-Arten, C-Verbb., mit Nichtmetallen, Metallen. (Petroklastit.) Brandmittel.
Lagerung. Stabilität.
Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Produkte.
Gepreßte Mischungen. Brennzeit.
Besonderes: Lunten getränkt mit Chromaten. Papier, Stoffe dto. Brandmittel.
Vernichtung unbrauchbarer Mischungen.
Niedrigere Oxydationsstufen des Cr: $CrCl_3$, C_2O_3 (vgl. Oxyde!)

Chromylchlorid und Feuerreaktionen. 248

Direkt oder naszierend aus Mischungen von Chromaten, Bichromaten mit Chloriden + Schwefelsäure, Caros Säure usw. Brandmittel.
Mischungen mit Nichtmetallen, Metallen, C, C-Arten, C-Verbb.
Entflammung mit P, S, Alkohol. (Mischung mit Petroleum = Sprengstoff.)

Perchromsäuren. 249

Darstellung. Selbstzersetzung = Explosion.
Rolle als Aktivator! Brandmittel.

Chloroxyde. Chlorsäure, Chlorate. 25

Chlorite, Chlorige Säure, Hypochlorite (Chlorkalk). 250

Darstellung. Eigenschaften bezl. Verbrennung.
Thermische Zersetzung der Chloroxyde allein. (Chlorkalk!)
Darstellung von Mischungen mit passiven Brennstoffen.
Nichtmetalle. Metalle. Kohlenstoff, C-Verbb.

Gemische mit reinem $Ca(OCl)_2$-Perchloron mit Mineralölen sind sprengkräftig.
Verbindungen resp. Mischungen der Passivstoffe. Brandmittel.
Therm. Zersetzung der Mischungen. Zi-Versuche: Lagerung, besonders von Chlorkalkmischungen. Za-Versuche: Brennweise. Produkte. Sensibilitätsversuche?

251 Chlorsäure. Chlordioxyd.
Darstellung von Chlorsäure.
Eigenschaften, im Vergleich mit Perchlorsäure.
Brenneigenschaften in konzentrierter, verdünnter Lösung!
Nichtmetalle. Metalle. Kohlenstoff, C-Verbb. (Verbindungen, Mischungen dieser Passivstoffe.)
Darstellung des Chlordioxyds aus Chloraten mit Schwefelsäure.
(Geben alle Chlorate gleiche Mengen Chlordioxyd?)
Ist Darstellung statt mit Schwefelsäure mit Chlorsulfonsäure, Sulfomonopersäure usw. möglich?
Verhalten des reinen Chlordioxyds: Haltbarkeit. Therm. Zersetzung = explosiver Zerfall! Zi-Zdg. an heißen Wänden oder am heißen Stab. (Art: Metall, Glas, Porzellan usw.) Za-Zdg. Brennweise. Produkte.
Mischungen des reinen Dioxyds in verdünnter Lösung: mit Nichtmetallen, dto. mit Metallen, dto. mit Kohlenstoff, C-Verbb.:
Aus Kohlen wird z. B. Mellithsäure in wechselnden Mengen gebildet. Vgl. Diaphanol mit Ligninsubstanzen (Inkrusten).
Chlordioxyd in konz. Form und Nichtmetalle.
dto. und Metalle, dto. und Kohlenstoff, C-Verbb., Gemische.
Therm. Zersetzung. Lagerung. Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Produkte.

252 Kaliumchlorat.
Darstellung. (Bromgehalt!) Endotherme Bildungsweise.
Zusammengeklumpte Chlorate zerbrechen mittels Schlagkreuzmühle, Perplexmühle, Desintegrator.
Eigenschaften bzgl. Brennbarkeit. Oxydation durch wäss. Lösung. (Rostgeschwindigkeit.)
Physikalisch: Santoninform usw.
Chemisch: Nitronfällung (Umwandlung in Nitronnitrat!)
Thermische Zersetzung: Temperaturen. O-Nachweis.
O-Abgabe unterhalb des Schmelzpunktes, do. oberhalb des Schmelzpunktes. Bildung von Perchlorat. Differenzwägung. Therm. Zersetzung unter verschiedenem Druck!
Besonderes: Zersetzung von Br-haltigem Chlorat! (268).
Katalytische Zersetzung: In Reagensglas, in Metall, in Sand. (Oberflächenwirkung!)
Zusätze von Oxyden. do. von Superoxyden, besonders Braunstein. do. von anderen Substanzen (Nitraten usw.).
Katalysator mit dem Chlorat erhitzen. (477.)
Katalysator nach Schmelzen des Chlorats dazu. Zeitkurve. Gewichtsverlust.
Nachweis echter Katalyse, d. h. Katalysator unverändert!
Nachweis des mitentstandenen Ozons (letzteres bildet sich immer, wenn O bei niederer Temp. gebildet wird).
Katalyse bei Chloraten, nachdem dasselbe mit Nitrat usw. gemischt ist. Bromathaltiges Chlorat!
Vgl. Autokatalyse mit Os, OsO_2 (Hofmann, 645) (s. Autokatalyse, 428).
Zi-Versuche des reinen Chlorats. Sensibilität. (Besonders: Bromathaltiges Chlorat!)
Fallhammer: Chlorate allein nicht explosiv, aber auf ölhaltigem Papier. (s. u.)
Kasts Apparatur mit 0,02 g —0,1 g. Schwere Probe mit 200 kg Fallbär, 80 g Stoff; hier nur Detonation oder nicht. (406.)
Kein Parallelismus zwischen Schlagempfindlichkeit und Verpuffungstemperatur, d. h. der Empfindlichkeit gegen Wärme entspricht nicht die gleiche gegen mechanische Beanspruchung; bisher keine Gesetzmäßigkeit gefunden. (Etwaige Ableitung der Wärme dabei?)
Reibprobe in unglasierter Porzellanschale mit unglasiertem Pistill (glasiert verwenden?) Verschärfung durch Erwärmen der Schale oder des Pistills, ferner durch Zufügen von Sand oder Glas. Reibung mit Glasstöpsel an Glasflasche.

Reibpendelprobe (405).
Reibungsprüfer nach Rathsburg. Kastscher Stempelapparat mit rotierendem oberen Stempel (405).
Beschußprobe. Stoß-Amboßschlagprobe.
Sensibilität scheint mehr von physikalischer als von chemischer Natur abzuhängen; endotherm gebildete Stoffe zeigen je nach Kristallgröße verschiedene Schlagempfindlichkeit!
Plötzliche Überhitzung (ev. + Stoß) bringt Chlorat allein zur Explosion! (besonders bromathaltiges?)

Chlorate (außer Kaliumchlorat und Ammonchlorat). **253**

Na-Chlorat (gibt mehr O als K-Chlorat).
Erdalkalichlorate (besonders bei Leucht-, Signal-Sätzen, 560, 580).
Schwermetallchlorate. Bi-Chlorat. (261.)
Einteilung wie bei 251, 253.
Zersetzungen mit Katalysatoren.

Mischungen von Kaliumchlorat mit Nichtmetallen. **254**

(Ohne phlegmatisierenden Zusatz.)
S-Gruppe, N-Gruppe, Silizium, Bor. Mischungen dieser Stoffe untereinander. Verbindungen dieser Stoffe untereinander, z. B. Phosphorsulfide. (Antimonsulfide usw.)
(Oxydationsreaktionen dieser Stoffe in wässeriger Lösung.)
Darstellung dieser Mischungen, besonders für Zündsätze in Zündhütchen. 472.
Mischungsmethoden: Kipptrommel — Kippwinkel — Überstürzungszahl — Beutelmischer (472) (s. Kast 444). (Vorsicht!) Stopfen der Mischungen. Gießbare Mischungen. Mischmaschinen kürzen Mischdauer ab (285). Entmischung?
Lagerung. Stabilität (75°).
Thermische Zersetzung: Fertige Mischung erhitzt.
Stoff auf geschmolzenes oder erhitztes Chlorat.
Zi-Versuche: Fertige Mischung bzw. Passivstoff in geschmolzenes Chlorat.
Produkte. Brennweise.
Sensibilität. Verpuffungspunkt. Reibempfindlichkeit. Fallhammerprüfung. Kast's Stempelapparat (s. 780).
Initiierbarkeit: Detonierbarkeit wird durch Art der Erregung gesteigert (Kast 354). Durch kräftige Sprengkapseln dynamitähnliche Detonation, bei Zündschnurzdg. keine zermalmende, sondern nach Art des Schwarzpulvers mehr schiebende Wirkung. Splitter von Glas (braun), auffangen!
Besondere Zi: mittels konz. Schwefelsäure, Sulfomonopersäure, Chlorsulfonsäure. (ev. Mischung oder Säure vorher anwärmen!)
Wirkung des dabei entwickelten Dioxyds (s. o.).
Za-Versuche: Brennweise ($KClO_3$ + S gibt weiße Flamme 570.) Explosion. Produkte. Brandmittel. (Weiße Flamme mit S! s. 281.)
Besonderes: Dieselben Mischungen mit Katalysatoren: MnO_2 usw.
Mischungen von Chlorat + S verpuffen sämtlich früher, wenn S säurehaltig (S-Blumen). (Jb. Mv. 1909, 79.)
NH_3-Wirkung auf Chlorat s. Hofmann, 399 (s. u. bei Ammoniumchlorat). Gegensatz zu Perchlorat. (NH_4-Salze und $KClO_3$ zu vermeiden! 265).
P-Mischungen sehr gefährlich. Alle Arten P? Reibempfindlichkeit!
Vgl. P in CS_2 auf Chlorat (auch andere Chlorate s. u.).
Festes P_2H_4 und Chlorat verpufft (Hofmann, 237).
Gemisch aus Hypophosphiten und Chlorat ähnlich explosiv wie Knallquecksilber.
Phosphorsulfide. — P am Stanniol in Zündhütchen. (479).
Zündsätze mit Sb_2S_3 (472).
Die gleichen Mischungen gepreßt! Brennzeit.
Vernichtung unbrauchbarer Mischungen (s. Entladung von Granaten).
Gefahrenklasse!

Mischungen von Kaliumchlorat mit Metallen. **255**

(Ohne phlegmatisierenden Ölzusatz.)
Wässerige Lösungen: Oxydationswirkung? (Rosten).

Feste Mischungen: Metalle allein, Metallmischungen, Legierungen.
Mischungen von Metallen mit Nichtmetallen,
dto. Verbindungen beider.
Einteilung wie eben bei 254. Brandmittel.
Explosionen ohne Gasentwicklung: Al + $KClO_3$ (über 1000° erreicht KCl hohen Dampfdruck. Stett. 37). Splitterwirkung — braune Gläser.
Besonders: Zusatz von Katalysatoren wie MnO_2 usw.
Die gleichen Mischungen gepreßt! Brennzeit.

256 Mischungen von Kaliumchlorat mit Kohlenarten, C-Verbb.

(Ohne phlegmatisierenden Zusatz.)
Wässerige Lösungen: Oxydationswirkung.
Kohlearten: Grafit, entgaste, nicht entgaste Kohle, natürliche, künstliche Kohle, Wärmestoff für Glühofen, Plätteisen usw.
C-Verbb.: Ketten (allein).
Aggregatzustand, z. B. mit Butan flüssig (Sprengelmischungen).
C-Verbb.: Ringe (allein). (Chlorate + Azokörper. Kast 353.)
Gemische von Ketten + Ringen. — Phyto-Zoostoffe (Miedziankit).
Gemische von Kohle mit anderen Nichtmetallen. dto. mit Metallen.
Gemische von Kohleverbindungen mit Nichtmetallen. dto. mit Metallen.
Einteilung wie oben bei 254.
Besonderes: Stoffe tränken mit Chloratlösungen. Nach Trocknen anbrennen (s. auch Salpeter).
Berthollets Schießpulver mit Sägemehl. Augendres Schießpulver mit Blutlaugensalz.
(Verpuffung der Mischung aus K-Chlorat + Zucker + Blutlaugensalz gibt dumpfen Knall.) (Ballongeschoß.)
Besonders Gemische mit Katalysatoren wie MnO_2: Oxygenit = Gemisch aus K-Chlorat + MnO_2 + Kohle: angezündet bleibt Gemisch sich selbst überlassen = O-Gewinnung.
Die gleichen Mischungen gepreßt. Brennzeit.
Brandmittel. Brandbomben.
Bleistiftbrandstifte (Höllenbleistifte. Artill. Rundschau 1927/28, p. 214).

257 Phlegmatisierte Kaliumchloratmischungen (Cheddite).

Chloratmischungen mit Nichtmetallen unter Zusatz von Ölen!
dto. mit Metallen. dto. mit Kohlenarten, C-Verbb.
Arten dieser Öle (s. u.): Mineralöle, Pflanzenöle, Tieröle.
Oxydationsfähigkeit dieser Öle durch Chlorate?
Begriff der Schmierfähigkeit = Reibungserhöhung bzw. Reibungserniedrigung.
Darstellung: Schmelzen im Wasserbad, Chlorat dazwischengerührt.
Beispiele: Silesia: 85% K-Chlorat + 15% Kolophonium.
Cheddite: 79% Chlorat + 15% Dinitroluol + 5% Rizinusöl + 1% Nitronaphthalin.
Versuche mit diesen Mischungen wie bei 254, besonders auf Zi = Reibungszündung.
Besonders wichtig Entmischbarkeit (vgl. Entladung von geladenen Granaten, die lange gelagert haben).
Ferner wichtig Vernichtung von fertiger Munition!
Auch bei Chedditen Beeinflussung der Explosion durch Art der Zündung. Vgl. oben bei 254 (Kast 354).
Besonders: Cheddite mit Kaliumchlorat, welches mit Katalysatoren wie Braunstein versetzt ist, um O-Entwicklung zu beschleunigen.
Gepreßte Mischungen. Brennzeit. Brandmittel.

258 Mischungen anderer Chlorate mit Nichtmetallen, Metallen, Kohlenarten, Kohlenstoffverbindungen. Dieselben Chlorate wie unter 253!

Mischungen mit Nichtmetallen wie bei 254.
dto. mit Metallen wie bei 255.
dto. mit Kohlenarten, C-Verbb. wie bei 256.
Besonders: Unterschiede gegenüber den Versuchen mit Kaliumchlorat!
Gepreßte Mischungen. Brennzeit. Brandmittel.

Phlegmatisierte Mischungen mit anderen Chloraten als Kaliumchlorat. **259**

Anwendung von Ölen wie bei Kaliumchlorat s. 257.
Unterschiede gegenüber Kaliumchlorat s. 257.
Gepreßte Mischungen. Brennzeit. Brandmittel.

Perchlorate. NH-Chlorate, NH-Perchlorate. Bromate. Jodate. 26

Freie Überchlorsäure. **260**

Darstellung. Eigenschaften bzgl. Verbrennbarkeit. Therm. Zersetzung. Stabilität (vgl. mit Chlorsäure). Analyse. Zündung. Verbrennung allein.
Mischung mit Nichtmetallen.
dto. mit Metallen.
dto. mit Kohlenarten, C-Verbb.
Gemische dieser Stoffe untereinander.
Therm. Zersetzung. Stabilität. Zi-Versuche.
Za-Versuche. Brennweise. Produkte.
Katalyse?
Chlorheoxyd (Hofmann 203) noch bei —78° explosiv mit passiven Brennstoffen.
Chlorheptoxyd allein explosiv. Mischung mit Passivbrennstoffen.

Perchlorate allein (außer NH -Perchlorat). **261**

Darstellung, besonders durch Erhitzen von Chloraten. Am wichtigsten Kaliumperchlorat. Verhältnisse beim Erhitzen von Chloraten (s. auch dort!)
Eigenschaften bzgl. Verbrennbarkeit. Schwerlöslichkeit von Kaliumperchlorat.
Therm. Zersetzung von Perchloraten. Katalyse? Bi-Perchlorat explosiv. (253.)
Verhalten zu Schwefelsäure, Caros Säure usw.
Perchlorate allein, Gemische verschiedener Perchlorate: Zersetzungsgeschwindigkeiten, O-Mengen usw. Ebenso Gemische von Perchloraten mit Chloraten!

Mischungen von Perchlorat mit Nichtmetallen. **262**

Mischungen mit Nichtmetallen ohne Ölzusatz.
Therm. Zersetzung, vgl. mit Chloratmischungen.
Zi-Versuche. Sensibilität. Verpuffung. Brandmittel.
Za-Versuche. Brennweise. Produkte. Explosion. Produkte.
Mischungen wie eben mit phlegmatisierendem Ölzusatz (Mineralöle, Pflanzenöle, Tieröle wie bei Chlorat). Teile wie eben.
Gepreßte Mischungen. Brennzeit.

Mischungen von Perchlorat mit Metallen. **263**

Ebenso mit Gemischen aus Metallen + Nichtmetallen. Teile wie eben.
Mischungen wie eben, mit phlegmatisierendem Ölzusatz (Mineralöle, Pflanzenöle, Tieröle wie bei Chloraten).
Gepreßte Mischungen. Brennzeit. Brandmittel.

Mischungen von Perchlorat mit Kohlenarten, C-Verbb. **264**

Grafit, Kohlenarten, nicht entgaste, entgaste Kohle ohne Ölzusatz.
Mischungsmethoden, Entmischung.
Therm. Zersetzung. Stabilität. Katalyse?
Zi-Versuche. Sensibilität (konz. Schwefelsäure).
Za-Versuche. Brennweise. Explosion. Produkte.
Vernichtung unbrauchbarer Mischungen.
Kohlenarten wie eben + Ölzusatz wie oben. Einteilung wie eben. Brandmittel.
Kohlearten + Nichtmetalle + Metalle wie eben. Katalyse?
C-Verbb: Ketten ohne Ölzusatz. Einteilung wie eben. Besonders: Perchlorate + Öle allein! (Mischung von 65 Teilen Chlorat + 15 Teilen Paraffin gibt u. U. Teildetonation. Jb. Mv. 1898, 14.)
C-Verbb.: Ketten wie eben + Ölzusatz wie oben. Brandmittel.

C-Verbb.: Ketten + Nichtmetalle, + Metalle wie eben. Katalyse?
C-Verbb.: Ringe ohne Ölzusatz wie bei Ketten.
C-Verbb.: Ringe mit Ölzusatz wie bei Ketten.
C-Verbb.: Ringe + Ketten wie eben.
C-Verbb.: Ringe + Ketten + Nichtmetalle + Metalle. Katalyse?
Gepreßte Mischungen. Brennzeit.

265 NH_4-Chlorat, NH_4-Perchlorat, Hydrazinchlorat, -Perchlorat, Hydroxylaminchlorat, Hydroxylaminperchlorat.

Darstellung.
Eigenschaften bzgl. Verbrennung.
Therm. Zersetzung-Stabilität (Stettb. 297). Katalyse? (Verschiedenes Gefäßmaterial.)
Zi-Versuche. Sensibilität.
Za-Versuche. Brennweise. Produkte.
Besonderes: Unterschied des NH_4-Chlorats gegen NH_4-Perchlorat.
Die Bildung des selbstexplosiven NH_4-Clorates, etwa in Mischungen von NH_4-Salzen mit Chloraten, ist zu vermeiden.
Gemische dieser Chlorate untereinander, ferner mit $KClO_3$, $KClO_4$.

266 Gemische der NH-Chlorate mit Passivstoffen.

Gemische mit Nichtmetallen, ohne, mit Ölzusatz.
Gemische mit Metallen ohne, mit Ölzusatz.
dto. Nichtmetalle + Metalle. — Brandmittel.
Gemische mit Kohlenarten, C-Verbb., ohne, mit Ölzusatz.
dto. Kohlenarten + Nichtmetalle + Metalle.
dto. C-Verbb. + Nichtmetalle + Metalle.
Gemisch mit NH_4-ClO_4-Paraffin s. o. 264.
Dicyandiamid-NH_4-Perchlorat-homogene Mischung. Stettb. Studien in „Nitrocellulose-Zeitschrift".
Gepreßte Mischungen. Brennzeit.

267 Ammoniakate, Hydrazinate usw. von Chloraten, Perchloraten.

(Vgl. Ammoniakate von Nitraten, 297.)
Darstellung (Ber. 1915, I 43).
Eigenschaften. Therm. Zersetzung, in verschiedenem Material. Stabilität.
Zi-Versuche. Sensibilität. Verhalten zu konz. Schwefelsäure.
Za-Versuche. Brennweise. Produkte. Explosion-Auswirkung.
Gemische dieser Verbb. untereinander sowie mit Nichtmetallen, Metallen, Kohlenarten, C-Verbb. Brandmittel.
Gepreßte Mischungen. Brennzeit.

268 Hypobromite. Bromate. Perbromate.

Hypobromite. Darstellung. Eigenschaften. Brennmischungen?
Darstellung von Bromaten.
Eigenschaften. Therm. Zersetzung. O-Abgabe? Katalyse bei freier $HBrO_3$ und Bromaten.
Gemisch mit Nichtmetallen. Therm. Zersetzung. Stabilität.
Zi-Versuche. Sensibilität. Konz. Schwefelsäure.
Za-Versuche. Brennweise. Produkte. Explosion-Auswirkung. Brandmittel.
Gemisch mit Metallen sowie mit Nichtmetall + Metall. Einteilung wie eben.
Gemisch mit Kohlenarten, C-Verbb. sowie mit diesen Stoffen + Nichtmetalle + Metalle. Einteilung wie eben. Mischungen mit Ölzusatz.
(Explosion in einer Bromatmühle: Ursache Verschmierung mit Staufferfett und $KBrO_3$. Arbeitsschutz 1933, III, 133.) Sonst Schmierwirkung beabsichtigt: s. Chlorate?
Gepreßte Mischungen. Brennzeit.
(Ammoniakate der Bromate nach 267 gefährlicher als Chlorate. Ber. 1915, I, 43.)
(s. 252: Bromat in Chloraten.) (Gemische damit nach 267.)

Jodsäure. Jodate. Perjodate. **269**

Oxydationen durch Jodsäure, Überjodsäure, Jodpentoxyd (s. CO, 036).
Gemische dieser Jodoxyde mit Nichtmetallen. Brandmittel.
dto. mit Metallen, resp. Nichtmetalle + Metalle.
dto. mit Kohlearten, C-Verbb. sowie mit Kohlearten + Nichtmetalle + Metalle.
dto. mit C-Verbb. + Nichtmetalle + Metalle.
dto. Gemische von Jodaten mit eben diesen Stoffen.
Überjodsäure. Perjodate. Jodheptoxyd. — Mischungen mit Passivbrennstoffen. Ölzusatz.
Gepreßte Mischungen. Brennzeit.
Gemische von Ammoniakaten der Jodate nur in geschlossenem Raum explosiv (Ber. 1915, I 43). (s. 267, 268.)
Explosionsreaktionen mit hochoxydierten J-Verbb.? (Vgl. Jodosobenzol-Verbb., 308.)

Stickstoff-Sauerstoff-Verbb. als Aktivatoren (außer Nitraten). 27

Nur 4 Elemente bilden gasförmige Oxyde: C, S, N, Cl. Davon sind CO_2 unbrennbar, CO brennbar, SO_2 unbrennbar, Chloroxyde (s. dort) sind dagegen als Aktivatoren brauchbar, nur sind sie sehr unbeständig.

Die Stickstoffoxyde sind jedoch sehr gut als Aktivatoren verwendbar, so daß sich die interessante Tatsache ergibt, daß Verbrennungen durchweg zustande kommen durch freie oder verbundene Bestandteile der Luft.

Stickstoffoxydul. **270**

Darstellung (ev. Explosion von NH_4NO_3 dabei, s. 293).
Eigenschaften bzgl. Verbrennbarkeit: therm. Zersetzung. Endotherm gebildet!
(Formel in Beziehung zur Stickstoffwasserstoffsäure s. Hofmann 113.)
Zerfall durch elektr. Funken — Hofmann 113.
Unterhält das Brennen von Nichtmetallen: S, P (Aggregatzustand).
dto. von Metallen: Na, K, Mg.
dto. von C, C-Verbb.: Kohlenarten verschieden? Glimmender Span.
Brennen ist lebhafter als in Luft.
Mischung mit Nichtmetallen und nachheriger Entzündung: H, H_2S, PH_3, NH_3; durchweg Gase!
Zylinderversuche wie bei H. Seifenblasenversuche.
Zi-Versuche, Za-Versuche.
Mischung mit Metallen, ev. Metalle + Nichtmetalle. Einteilung wie eben.
Mischung von Kohlenarten, C-Verbb.: ev. Gemisch mit diesen + Nichtmetalle + Metalle.
(Vgl. Rolle des N bei Explosivstoffen: da er sich träge verbindet, wird er aus ihnen frei, wodurch er das Gasvolumen vergrößert: aus 2 NH_3 werden N_2 + 3 H_2, also Volumenverdoppelung.)

Stickstoffoxyd. **271**

Darstellung (durch therm. Zersetzung).
Eigenschaften bzgl. Verbrennbarkeit. Therm. Zersetzung. Endotherm gebildet. Zerfall beginnt bei 700°, bei 1600° sehr stark.
Initiierung durch Knallsatzpille (Berthelot, Hofm. 115).
Brennende Stoffe in Stickstoffoxyd: Brennender S erlischt, da keine Reaktion eintritt (Gegensatz zu N_2O — Hofmann, 117).
P verbrennt mit glänzendem Licht, ebenso Metalle: Mg, ebenso Kohle (Kohlearten?).
Gemische mit Nichtmetallen nachher entzünden: Zylinder-Seifenblasen-Versuche.
Zi-, Za-Versuche. Zusatz von NO zu Se (s. dort. Hofmann, 178).
Gemische von NO mit Metallen, sowie mit Metallen + Nichtmetallen.
Einteilung wie bei 270.
Gemische mit Kohlen, C-Verbb. sowie mit Gemischen dieser + Nichtmetalle + Metalle.
Besonders: Reaktion zwischen NO + CS_2. Lichtstärke!
(COS bildet mit NO kein explosives Gemenge. Beilstein II, 878.)

272 Nitrosylverbindungen.

Nitrosylschwefelsäure, Nitrosylselensäure. Nitrosylchlorid.
Nitrosyl' Fe-Verbb. (wie bei Ringreaktion zum Nachweis der HNO_3).
Nitroprusside. NO-Eisenverbindungen (Hofmann 617).
Irgendwelche Brennreaktionen?
Nitrosylperchlorat (Hofmann, 206).
Darstellung. Eigenschaften, bzl. Verbrennbarkeit. (Vergleich mit $HClO_4$)?
Feuerreaktion bzw. Explosion mit C-Verbb.: Alkohol, Azeton, Äther.
Besonders Amine: Mit eiskaltem Anilin Explosion, Feuer beim Tupfen auf Papier, das mit Aminen imprägniert ist (ev. Bildung des Diazoniumperchlorats!). Harnstoff, Terpentinöl entzündet. Brandmittel.

273 Stickstofftrioxyd.

Therm. Verhältnisse bei N_2O_3 allein, bei Mischungen mit anderen O-N-Verbb.
Brennende Stoffe in N_2O_3.
Mischungen mit Nichtmetallen. Therm. Zersetzung. Zi-Versuche. Za-Versuche.
Mischungen mit Metallen sowie mit Gemischen aus Metallen und Nichtmetallen.
Einteilung wie eben.
Mischungen mit Kohlenarten, C-Verbb. sowie mit Gemischen aus diesen mit Nichtmetallen und Metallen.
Einteilung wie eben. (Bildung von Mellithsäuren, Hofmann, 283.) Brandmittel.

274 Nitrite.

Alkalinitrite, besonders Ammoniumnitrit,
Erdalkalinitrite. Nitrite von anderen Metallen.
Ungesättigte Natur der Alkalinitrite im Gegensatz zu Nitraten folgt aus positiver Oxydationswärme (Hofmann, 120).
Nitrite in vielen Fällen wirksamere Oxydationsmittel als Nitrate (Hofmann, 120), weil Nitrite labilen Bau aufweisen, obwohl Nitrate mehr O enthalten. Bei hoher Temp. wirken Nitrite besonders jäh!
Die spezifische Oxydationswirkung der Nitrite richtet sich gegen an N gebundenen H.
Therm. Zersetzungen der Nitrite, besonders NH_4NO_2: Zerfall unter Verpuffung (Energieumsetzungen dabei, Hofmann, 121). Nitritlumineszenz. 592.
Mischungen der Nitrite mit Nichtmetallen. Therm. Zersetzung. Katalyse? Zi-Versuche. Sensibilität. Initiierung. Za-Versuche. Brennweise. Produkte. Brandmittel.
Mischungen mit Metallen sowie mit Gemischen von Metallen und Nichtmetallen. (Vgl. Hofmann, 405.) Einteilung wie eben.
Mischungen mit Kohlenarten, C-Verbb. sowie mit Gemischen aus diesen + Nichtmetallen + Metallen. Einteilung wie eben.
Besonderes: Angelis Mischungen mit KCN usw. (Hofmann, 405.)
Besondere Nitrite: Co-K-Nitrit.
Hydroxodinitritohydrazinkobalt verpufft (Hofmann, 627).
Gepreßte Mischungen. Brennzeit.
Vernichtung unbrauchbarer Mischungen.

275 Untersalpetrige Säure. Nitramid. Nitrilo-Oxynitriloverbindungen.

Untersalpetrige Säure (Hofmann 122) $H_2O_2N_2$.
Therm. Zersetzung in N_2O, rückwärts nicht aufbaubar.
Reine kristallisierte Säure verpufft heftig beim Reiben mit Glasstab, in Berührung mit Alkalien oder Säuren, oft ohne äußere Veranlassung (Hofmann, 122).
Struktur = Azoverbb: —N=N—.
Mischung mit Nichtmetallen (Säure sowohl wie Salze).
do. mit Metallen, do. mit Kohlearten, C-Verbb. Brandmittel.
Nitramid isomer mit untersalpetriger Säure.
Darstellung. (Hofmann, 123.)
Verhalten: Weiße Kristalle, die bei raschem Erhitzen puffen.
Nitrohydroxylaminsäure (Hofmann, 123).
Hydronitrit nach Zintl (Hofmann, 124).
Stickoxydschwefligsaures Kalium.

Stickoxyddisulfonsaures Kalium. (Peroxylaminsulfonsaures Kalium.)
Gelbe Nadeln, die beim Erhitzen verpuffen.
Nitrilosulfonsaures Kalium. Oxynitriloverbindungen.

Stickstoffdioxyd. Stickstofftetroxyd. **276**

Eigenes thermisches Verhalten. (J. A. haltbar.)
Oxydationswirkung. Brennende Stoffe hinein!
Mischungen mit Nichtmetallen — Ersatz der ätzenden HNO_3 (s. u.).
Darstellung: Trotz Oxydationswirkung mischbar! Eigenschaften bzl. Verbrennbarkeit. Erstarrungs-Gefrierpunkt.
Therm. Zersetzung. Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Produkte. Brandmittel.
Mischungen mit Metallen kommen nicht in Frage?
Mischungen mit Kohlearten, C-Verbb. Panklastite. (Nitrierung mit N_2O_4.)
Explosion von Benzin + N_2O_4 (629).
Mischung mit Nitrobenzol (Fliegerbomben), CS_2 oder Dreiergemische. (Stettbacher, 184.) Therm. Zersetzung. Stabilität.
Zi-Versuche. Sensibilität. (Schlagempfindlichkeit ca. = der von Nitroglyzerin.)

Stickstoffpentoxyd. **277**

Darstellung. Eigenschaften bzl. Verbrennung.
Therm. Zersetzung: Zerfall in N + O erfordert fast keine Energie, Bildungswärme der gasförmigen Verbindung fast = 0.
Brennende Stoffe hinein: Nichtmetalle. S resp. P brennen heftig darin (Hofmann, 111). Metalle, C, C-Verbb.
Mischungen mit Nichtmetallen möglich? Brandmittel. (do. mit Metallen?)
Mischungen mit C-Arten, C-Verbb.?
Mit konz. HNO_3 entsteht eine kristallisierbare Verbindung. Benutzung zu Nitrierungen (278).
Verhalten dieser Verbindung zu Nichtmetallen, Metallen, C-Arten, C-Verbb. (Hofmann, 111.)

Salpetersäure. **278**

Darstellung (Rohstoffbeschaffung). (007, 011, 017, 028, 048.)
Aus Salpeter. Verbrennung von NH_3 (007) nach Ostwald.
Nicht nur in konzentrierter, sondern auch in verdünnter Form Oxydationsmittel. Wässerige Lösungen.
Therm. Zersetzung (nach Fischer in Pt-, Quarzkapillare). Ebenso Nitriermischsäure. Avivieren, Regenerieren, Rektifizieren.
Reaktion mit Nichtmetallen:
Diese in fester, flüssiger, gasiger Form in NHO_3 eintragen. Verschiedene Konzentration der Säure. Ebenso Eintropfen von HNO_3 in, auf die betr. Stoffe!
Z. B. Eintropfen in Zylinder mit H_2S, H_2Se. Reaktion mit HJ. Reaktion mit P aller Arten. (Expl. bei Phosphorsäuredarstellung?)
Unterphosphorige Säure, Phosphame werden unter Feuer oxydiert (Hofmann, 248, 249, 251). Vgl. Bleisalz von unterphosphoriger Säure bei Zündmitteln. Bor unter Feuer oxydiert.
Oxydation geht weiter als mit O allein (vgl. Nitrierung). Dämpfe der Säure überleiten!
Reaktion mit Metallen sowie mit Gemischen aus Metallen und Nichtmetallen.
Einteilung wie eben.
Reaktion mit Kohlearten: Graphit. Nicht entgaste, entgaste Kohlearten. Ebenso Gemische mit Metallen und Nichtmetallen.
Reaktion mit Kohleverbindungen, ebenso Gemische mit Metallen sowie mit Nichtmetallen. Besonders: Phyto-Zoo-Stoffe, wie Heu, Häcksel usw.
Reaktion do. mit Nitriermischsäure. Brandmittel.
Sprengelmischungen (Stettbacher, 11):
Mischungen der Säure mit Nichtnitrokörpern, do. mit Nitrokörpern.
(Vgl. Hellhoff: In Glasgefäßen rauchende Säure, 1,5 und Dinitrobenzol.)
Herstellung, Aufbewahrung der Mischungen. Zi-Versuche. Za-Versuche.

Wirkung resp. Vergleich mit anderen Sprengstoffen.
Besonderes: Oxydationen mit Mischungen von HNO_3 + Chloraten.
do. von Chloraten mit Nitriermischsäure.

279 Persalpetersäure
(s. Persäuren bei Wasserstoffsuperoxyd 228).
Darstellung. Eigenschaften, bzl. gewöhnliche Salpetersäure.
Brenneigenschaften, im Vergleich mit anderen Persäuren. Brandmittel.
Hierher die kristallisierte Verbindung: $2HNO_3 + N_2O_5$ (Hofmann, 111), die stärker nitriert als die gew. Nitriermischsäure (277).

28 Kalisalpeter. Gemische mit Kalisalpeter. Schwarzpulver.

280 Kalisalpeter.
Konversionssalpeter. Massenwirkungsgesetz: $\frac{KNO_3 \times NaCl}{NaNO_3 \times KCl} = k.$
Rohstofffrage. (Indischer, chinesischer Schnee.)
Eigenschaften, bzl. Brennbarkeit. Feinheit — Korngröße.
Hygroskopizität nicht vorhanden. (Gegensatz zu $NaNO_3$.) Chemische Analyse: Nitronnitrat.
Therm. Zersetzung. (Temperatur und Gewichtsverlust. O-Entwicklung.)
Auf verschiedenen Materialien: Glas, Metall, Porzellan usw.
Katalytische Zersetzung? (s. u. bei Schw-P, Hofmann.)
Therm. Zers. von Gemischen des KNO_3 mit Chloraten, Oxyden usw.

281 Kalisalpeter und Nichtmetalle.
Lagerung, Zersetzung · (ev. + Feuchtigkeit).
Nichtmetalle auf erhitztem bzw. geschmolzenem Salpeter.
Therm. Zersetzung des Gemisches im Reagensglas, auf Metallblech, auf Porzellanplatten usw.
Besonderes: Welche Mischungen mit S sind reibungselektrisch?
Zi-Versuche der Gemische. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Produkte. (Flammenfarbe von K! z. B. beim S-Gemisch. Vgl. Chlorat-S-Gemisch! 254.)
Gemische von Nichtmetallen. Verbindungen von Nichtmetallen. Brandmittel.
Brennzeitmessungen.
Die gleichen Mischungen gepreßt! Brennzeit.

282 Kalisalpeter und Metalle.
Therm. Zersetzung. Lagerbeständigkeit. Wie eben.
Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Produkte.
Bildung von Ferraten! (Eisenschießpulver s. u.) Brandmittel.
Gemische von Metallen untereinander, Legierungen.
Gemische von Metallen mit Nichtmetallen, z. B. Gemisch von Fe + S: Eisenschießpulver. (Reibelektrisch?) Produkte.
Metallverbindungen mit Nichtmetallen.
Brennzeitenmessungen
Die gleichen Mischungen gepreßt! Brennzeit.

283 Kalisalpeter und Kohlearten, C-Verbb.
Graphit, entgaste, nichtentgaste Kohle (besonders Kohle für Schwarzpulver).
Therm. Zersetzung, Lagerbeständigkeit.
Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Produkte.
Besonders: Schießpulver nur aus Salpeter + Kohle. (s. Ammonpulver!)
Brennzeitenmessungen bei verschiedenen Kohlen.
Kohlenstoffverbindungen: Ketten, Ringe.
Therm. Zersetzung. Lagerbeständigkeit. Besonders: Phyto-Zoo-Stoffe mit Salpeterlösung tränken! Brennzeitmessung!
Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Produkte. Brennzeit.
Gemische von C-Verbb. mit Kohlearten.
Gemische von Kohlearten mit Nichtmetallen, außer S (s. u.).
do. Gemische mit Metallen. do. Gemische mit Nichtmetallen und Metallen.

Gemische von C-Verbb. mit Nichtmetallen außer S, ebenso mit Metallen.
do. mit Nichtmetallen und Metallen (außer S).
Gemische von Kohlearten + C-Verbb. mit Nichtmetallen, Metallen (außer S).
Aufschluß von C-Verbb. durch Schmelzen mit KNO_3+KOH. (Soda).
Die gleichen Mischungen wie vor gepreßt! Brennzeit.

Schnellfluß. Knallpulver. **284**
Zusammensetzung des Schnellflusses.
Therm. Zersetzung. Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Temperatur (woher?) Produkte.
Andere Zusammensetzung von Schnellfluß. Brandmittel.
Zusammensetzung des Knallpulvers.
Therm. Zersetzung. Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Produkte. Woher Knall? Innere Umsetzung.
Andere Zusammensetzung von Knallpulvern?

Schwarzpulver. Darstellung und Eigenschaften. **285**
Darstellung.
Mengenverhältnisse (vgl. mit historischen).
(Entzündlichkeit d. KNO_3-Gehalt proportional.)
Mengevorrichtungen: Kugelmühle, Abnutzungsprüfung der Bronzekugeln. Schwenktrommel, Kollergang. Schütt-Fallkegel. Überstürzungszahl. Läuferwerk. Tellerapparat. Planetenrührwerk. Erdung der Maschinen.
S beim Sieben elektrisch. (Jb. Mv. 1909, 205.) (341, 431.)
Mengezeit: Entmischung nach bestimmter Zeit. (Probeentnahme nach bestimmten Zeiten.) (Allgemein Stoffe mischen: Verhältnisse ermitteln.)
Verdichtung: Pressen (Tablettenpresse). (Verbr.-Geschw. steigt, Korngröße nimmt ab. Bei alten Vorderladern Mehlpulver möglich, weil kein gasdichter Abschluß.) Gleichmäßige Pressung mit Akkumulator. Luft vorsichtig aus Schw.-P. herauspressen! Verdichtung bei Raketen-Explosionsgefahr (821).
Brech-Siebvorrichtungen. Rollieren, Polieren. Grafitieren (allgemeine Versuche).
Besonderes: prismatisches Pulver. Pulver mit besonderen Kohlesorten, besonderen S-Sorten. (Kolloidaler S, Schwefelblumen.)
Physikalische Eigenschaften:
Aussehen: makroskopisch (eckig, scharfkantig, spiegelnd); mikroskopisch (Einbettungslösung, polaris. Licht). Verhalten im U-V-Licht. Abfärben auf Papier.
Korngröße, Kornfestigkeit: Besonderes Meßmikroskop. Sieb-, Schwebanalyse. Böschungswinkelmessung. (Sanduhrmessung.) Rüttelversuch auf Rüttelmaschine. Fallprobe aus Höhe: darf nicht stäuben!
Feuchtigkeitsmessung. Wieviel H_2O kann, darf sein? (647.)
Besondere Methoden (feuchte Filzplatten usw.).
Dichte: Maßdichte, relatives, absol. spez. Gew. Volumenometer. (Übergang vom kristallinen zum kolloidalen Zustand.) Verdichtung durch Läufern. Pressen (s. o.). Verdichtung durch Fallkugel (Zentrifuge). Feinbau verschieden je nach Rüttelverdichtung oder Verpressung. 920.
Elektr. Leitfähigkeit. Aufladung beim Mengen (s. Maschinenerdung). Ableitung durch Grafit. Aufbewahrung in Metallgefäßen (Cu). Aufbewahrung mit Pulverstaub nach Piobert!
Chemische Eigenschaften: Qualitative Analayse (Lackmus nur schwach sauer). (Besondere Prüfung bei Schw-P mit S-Blumen).
KNO_3 löslich in Wasser: Wird Lösung durch Absorption der Kohle zurückgehalten? Wieviel? (S löslich in CS_2, Hydronaphtalinen-Tetralin.)
Quantitative Analyse-Abnahme.

Schwarzpulver. Stabilität. Thermische Zersetzung. Zi-Versuche. **286**
Lagerungsfähigkeit (400 Jahre, vgl. mit rauchschw. Pulver).
Lagerung bei Sonnenbestrahlung. Entmischung lagernden Mehlpulvers? Lagerung in besonderen Gefäßen: Kupferfässer. (Bildung von CuS? Warmlagerung!) Zusammenlagerung mit anderen Stoffen (rauchschw. P)! Einlagerung mit anderen Stoffen: Metallen usw.
Therm. Zersetzung = Lagerung bei höherer Temp.

Bei welcher Temp. sublimiert S fort? (Sublimation von S aus irgendwelchen Gemischen!)

Verpuffungsprobe: Erhitzen im Ölbad — 300°.

Chemische Zündung mittels konz. H_2SO_4 (ev. Zumischung von CrO_3, $KMnO_4$ usw.).

Sensibilität: Reibzündprobe (verschiedene Materialien). Reibapparat (ev. Sandzusatz). Schlagprobe (ev. Sandzusatz, Korngröße). Entzdg. u. U. bei Pulververdichtung, s. Raketen. Pfannenbrände beim Pulvermischen. Pockholz aus best. Höhe auf Pulver (Bronzeunterlage).

Fallhammerprüfung zwischen verschiedenen Metallen.

287 Schwarzpulver. Za-Versuche.

Art der Zündung:

Funkenzündung: Glühende Funken (Metall-, Fe, Al, Mg usw.). Stahl-Feuerstein (alte Flintenzündung), Cereisen. Funkenflug. Elektr. Funken: Induktionsfunken, Leydener-Flaschen-Funken. (Blitzzündung gibt immer Explosion.) Blitzableitersystem. (S. Funken beim Mischen des Pulvers.)

Glühzündung: Glühender Draht, glühende Eisenschale. Elektr. Draht, Glühstab.

Flammenzündung: Zündholzzündung. Offene Zündschnur im Reagensglas (Zündschnur beim Sprengen als direkte Zündung benutzt). Zündhütchenfeuerstrahl (s. 476). Zündung durch brennende Flüssigkeiten. (Zündung durch Kalk — griechisches Feuer 092. 507.)

Flammpendelversuche. Zeitdauer. Flammbilder.

Besondere Zündmomente:

Zündwirkung auf loses und gepreßtes Pulver: Loses leichter zündbar, deshalb Beiladung von Schw-P. zu rauchschw. P. (s. dort). (s. Satzstücke, s. Schw-P. in Zündhütchen).

K. Hofmann: Rolle des S als Feuerüberträger: Bildung von H_2S aus dem in der Kohle enthaltenen H von 150° an, wodurch der Salpeter unter 280° lebhaft angegriffen wird. (Chem.-Ztg. 1930, 68) Verbr.-Geschw. des Schw.-P. ist autokatalytisch durch die gasförmigen Verbrennungsprodukte beeinflußt. (427.)

Kann man wie beim Zündholz den S durch Paraffin ersetzen zwecks Zünderleichterung?

(Vgl. u.: Verbrennung bzw. Entzündung im Vakuum bzw. unter höherem Druck.)

Verringerung bzw. Verhinderung der Entzündung durch Phlegmatisierung, z. B. mit Sand, Glaspulver, Schwerspat usw. (Stettb. 110). In Faß, welches Gemenge von Schw.-P. + Glasstaub enthält, kann man glühenden Eisenstab stoßen, ohne daß Entzündung erfolgt.

Ebenso Phlegmatisierung durch überschüssigen S: Fauler Satz bei der Feuerwerkerei.

Vorgewärmtes Schw.-P. leichter zündbar.

Zündung von feuchtem Pulver: Bei 15% Feuchtigkeit ist Zündung unterbunden. (Versuche zur Feststellung.)

Schießpulver ist entzündbar, wenn es auf gebrannten Kalk getan wird und dieser mit Wasser gelöscht wird. Auch geglühte Magnesia zeigt dies Phänomen, besonders beim Benetzen mit Schwefelsäure. (Munck in Tyndall: Die Wärme, p. 60.)

(Vgl. griechisches Feuer. 092.)

Entzündungstemp. richtet sich nach Art der Materialien, besonders der Kohle, deren eigene Entzündungstemp. von ihrer Eigenart bzw. Aschengehalt abhängt (katalysierende Aschenkohle?). [Vgl. 032.])

288 Schwarzpulver. Brennweise. Brennzeit. Explosion. Umsatzprodukte.

Schnelligkeit der Verbrennung = Fortpflanzung der Zdg. durch Schichten abhängig von: Stärke der Zündung (Wärmezufuhr); Innigkeit der Mischung (S kolloidal); Dichtigkeit und Beschaffenheit der Körneroberfläche; Größe der Zwischenräume zwischen den Körnern (wie weit übertragen die einzelnen das Feuer?) Durchbohrtes Mammutpulver.

Probe auf Papier soll schnell abbrennen, ohne Papier zu zünden (verschiedene Papiersorten). Pyrograph. Methode Munroes.

Deflagrationsgeschwindigkeit bei Schw.-P. als Preßkuchen ca. 10 mm/sec, in gekörnter Form ca. 3,5 mm/sec, Explosionsgeschw. = 300 m/sec. (s. Schnellzündschnur 466).

Brennzeitmessung bei losem Abbrennen: Messung in Blechrinnen (Art des Metalls). Probe in glühender Eisenschale.
Brennzeit bei feuchtem Pulver (%-Gehalt an Feuchtigkeit!) (s. o.!)
Brennzeitmessung bei verdichtetem Pulver: (474) (Cranz II, 421.)
Verdichtungsgrad (Säulenzünder) (s. Raketen 821). Geschlagenes, gestopftes Pulver (Luft dabei?).
In Papierhülse Mehlpulver, mit Holzstempel durch Schläge verdichtet, bis bestimmte Höhe erreicht. Verdichtung nur durch Gewicht der Schläge, da bei stärkerem Schlag Hülse platzt. Stampfen in Reagensglas durch Bleistift (s. Leuchtfackel). Prismatisches Pulver.
Verzögerungsstück in Eschbachzündern.
Pulverkorn in Schlagzündschraube der Zünder.
Satzringe Zündertellerbrandloch. (474.)
Einfluß von Preßdruck, Feuchtigkeit, Luftdruck der Außenluft.
Temperatureinfluß: Im Sommer anders als im Winter. In großen Höhen langsamer, weil Abkühlung und O-Mangel, obwohl im Pulver an sich genug O vorhanden. (s. Tyndalls Versuch mit Kerze auf Montblanc. 541.) Einfluß der Unterlage: Glas, Metall usw.
Brennzeitenmeßapparat. Zünderstellmaschine.
Brennzeit unter Druck: Verbrennung in der Waffe. Messung nach Cranz in Waffe bis zum Austritt des Geschosses. Muraours Ansichten bzl. Pulververbrennung. Zustandsgleichung der Pulvergase entspricht nicht dem Boyleschen Gesetz. Druckkurve und Geschoßbewegung. (766, 767.)
Besonderer Druck: Fremdgase.
In Wasserstoff Schw.-P. nicht zündbar, in N schwierig, zl. leicht in Kohlensäure (vgl. CO_2 als Atemanreizer). (990.)
Verbrennung im luftverdünnten Raum, im Vakuum:
Entweder überhaupt nicht entzündbar oder nur zu kleinem Teil; wenn entzündet, brennt es ev. bei Zulassen von Luft explosiv weiter.
Wärmewerte bei Verbrennung: Kalorimeterversuche.
Verhinderung der Abkühlung bei Schw.-P. durch kleine Wärmeleitung und -strahlung. Verbrennungstemperatur-Messung, -Berechnung.
Welche Produkte vermag brennendes Schw.-P. zu zünden? (Schießwolle auf Schw.-P. brennt ab, ohne zu zünden. Beiladungspulver Schw.-P. zu Brandbomben, Feuerträger. (Vgl. 097.) Brandmittel. Carcassen. (092.)

Übergang der Verbrennung in Explosion.

Erhitzen in Röhren, beiderseits offen (s. bei Nitrokörpern).
do. einseitig offen, waagerecht, senkrecht, eingeschnürt.
do. beiderseits geschlossen, waagerecht, senkrecht.
do. einseitig glühend.
Zündung unter Einschluß: z. B. in Erde eingeschlossen (Explosion in Weinflasche).
Kanonenschläge: s. Knall bei Sprengwirkung. (747.)
Knall bei Schnellzündschnur = Explosion von Schw.-P. (466.)
Rückstoßmessungen mit Federwaage (s. Ballistik) (Raketen). (843.)
Schw.-P. in geschlossenem Raum, durch Sprengkapsel gezündet, explodiert.
Verhinderung von Pulverstaubexplosionen durch besondere Absaugvorrichtungen (andererseits kann gerade dadurch Staub aufgewirbelt werden, s. Pulverhaus, Siegburg). Ebenso Aufwirbelung möglich bei Löschung brennender Stäube.
Chemische Reaktion bei Explosion des Schw.-P. verläuft in zwei Phasen nach Debus. (s. u. Umsatzprodukte.)
Gefahrenklassen.

Umsatzprodukte:

Abhängig von Ladedichte.
Rauch bei Verbrennung (bei Explosion entsteht kein Rauch!). Rauchstärke, -umfang (s. Rauchkörper, Rauchmittel). Probe soll beim Abbrennen auf Papier gerade aufsteigenden Rauch geben.
Rauch bei trockener Luft schwächer als bei feuchter. (923.) (735.) (343.)

Schwadenanalyse: Ableitung der Gase durch Brandloch, ebenso beim prismatischen Pulver durch Kanäle. (735.)
Schwadenmenge, Meßmethoden. Sammelröhren nach Kast (CO-Messer). Gasdruckmessung.
Methode von Bunsen-Schischkoff: Poggend. Ann. 52, 1857; Jagdpulver in zugeschmolzenen Röhren, also bei niederer Ladedichte verbrannt.
Sekundärreaktionen-Zersetzungsgleichung! (739.)
Rückstände — Asche: Wichtig besonders verwendete Kohlensorte, da diese von vornherein Asche enthält (s. Herstellung der Pulverkohle bei Kohlengewinnung).
Pulverschleim feucht, Kruste trocken. (s. Rosten im Geschütz usw. 615).
Rückstandsmenge = ca. $^3/_5$ des Pulvers. Zusammensetzung.
Sinterversuche wie bei Kohle (s. dort).
(Pyrographische Aschenuntersuchung mit Blutlaugensalzpapier nach Munroe.)
Vernichtung unbrauchbaren Pulvers durch Abbrennen oder durch Wasser.

289 Besondere Schwarzpulversorten.

Besondere Sätze der Feuerwerkerei mit Schw.-P.-Basis. (560.) Faule Sätze.
Wodurch langsameres Brennen bewirkt? (Naßbrandpulver. Kast. 114.)
Allgemein: Verlangsamung der Brenngeschwindigkeit des Schwarzpulvers.
Schwarzpulver mit Se, Te anstatt des S. (Versuche von Langhans.)
Schwarzpulver mit besonderen Kohlearten:
Versuche Berthelots, statt S + Kohle S + Leinöl! (Kugel und Schrot 1934, Nr. 20.)
Statt S + Kohle Schmelzen von Kohlenarten mit S-Arten verwenden!
Herstellung der Schmelzen, Mischung mit KNO_3. Mengenverhältnis?
Unterschiede gegenüber reinem Schw.-P.
Statt S + Kohle verwenden CS_2-Mischungen resp. Xanthogenate.
Salpeter getränkt mit CS_2, abbrennen!
Schwarzpulver, dem noch andere Stoffe zugemischt sind: Nichtmetalle, Metalle, C-Verbb.!
Schwarzpulver nach Raschig:
Bessere Mischungsmöglichkeit durch Löslichmachen der Bestandteile.
Gemische von Salpeter + kresolsulfosauren Salzen.
Gleichmäßigkeit der Mischung! Haltbarkeit. Therm. Zersetzung. Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Produkte.
Voigtpulver: Verwendung von Salzen nitrierter Sulfosäuren.
Phlegmatisierung von Schw.-P. mit Ölen.

29 Anorganische Nitrate außer Kaliumnitrat.

290 Natriumnitrat.

Eigenschaften, besonders Hygroskopizität (vgl. KNO_3).
Therm. Zersetzung wie bei KNO_3 (mehr O als bei KNO_3).
Mischungen mit KNO_3: Therm. Zersetzung wie bei KNO_3 allein. Unterschiede gegenüber KNO_3 allein?
Schmelzen von KNO_3 mit $NaNO_3$. Hygroskopizität?
Mischungen von $NaNO_3$ mit Chloraten: Therm. Zersetzung. Unterschiede gegenüber den Komponenten allein.

291 Natriumnitratgemische mit Passivbrennstoffen.

Mischungen mit Nichtmetallen, lose, gepreßt.
Darstellung. Eigenschaften. Therm. Zersetzung. Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Produkte. Ev. Gemische mit $NaNO_3 + KNO_3$. Brandmittel.
Mischungen mit Metallen (s. u. Ammonale), lose, gepreßt.
Einteilung wie eben. Gemische, Verbindungen aus Metallen mit Nichtmetallen.
Gemische mit Kohlenarten, mit C-Verbb., lose, gepreßt.
Einteilung wie eben.
Gemische aus Kohlenarten + C-Verbb. Gemische aus Kohlenarten + Nichtmetallen + Metallen. Gemische aus C-Verbb. + Nichtmetallen + Metallen.
Katalyse wie bei Schwarzpulver?
Glühstoffe für Wärmeöfen? Bügeleisen.

Sprengsalpetermischungen. **292**

Darstellung. Patroniermaschinen. Totmahlen?
Petroklastit: 69% $NaNO_3$, 5% KNO_3, 10% S, 1% $K_2Cr_2O_7$, 15% Steinkohlenteerpech.
Cahücit, Bobbinit mit Abschwächern (neutrale Metallsalze wie $FeSO_4$, $CuSO_4$.
Stopfen!
Sprengsalpetermischungen mit Braun-, Steinkohle: meist 1/3 Holzkohle, 2/3 andere Kohle.
Eigenschaften, physikalische: Aussehen: sandig, körnig (darf nicht teigig sein).
Hygroskopizität: Gegenmaßnahmen, Paraffinieren usw.; wegen Sprödigkeit nicht reines Paraffin, sondern Mischungen mit Harz, Ceresin usw.
Dichte.
Chem. Eigenschaften: Analyse.
Therm. Zersetzung. Stabilität. Produkte.
Zi-Versuche. Sensibilität. Verpuffungspunkt. Za-Versuche. Brennweise. Explosion. Umsatzprodukte.
Besonderes: Raschigmischungen wie bei KNO_3. Sprengtechnisches Verhalten derselben.

Ammonsalpeter. **293**

Eigenschaften. Hygroskopizität.
Löslichkeit, Kristallform. Schmelzpunkt. Strukturveränderungspunkte (Stettb. 296).
Zusammenbacken bei Lagerung.
Therm. Zersetzung, vgl. mit KNO_3, $NaNO_3$.
Bei 200° beginnt Zerfall. (Stettb. 296.) Verschiedene Arten der Zersetzung.
NH_4NO_3 allein für sich schon sprengkräftig! Initiierfähigkeit! Verpuffungspunkt über 300°.
Eigenschaften, Verhalten von Mischungen von NH_4NO_3 mit Kali-, Natronsalpeter.
Unterschiede gegenüber den einzelnen Nitraten.
Verwendung von NH_4NO_3 als gasspendendes Mittel bei Feuerlöschung.

Ammonsalpetergemische mit Passivbrennstoffen. **294**

Mischungen mit Nichtmetallen, lose, gepreßt.
Darstellung. Eigenschaften. Entmischbarkeit. Analyse. Therm. Zersetzung.
Zi-Versuche. Sensibilität. Verpuffung. Initiierungsfähigkeit?
Za-Versuche. Brennweise. Explosion. Produkte.
Besonderes: Gemische mit NH_4NO_3 + KNO_3, ev. + $NaNO_3$.
Explosionsfähigkeit von Ammonsulfatsalpeter (Oppau) (Stettb. 252). Brandmittel.
Mischungen mit Metallen, lose, gepreßt.
Einteilung wie eben. Gemische, Verbindungen aus Nichtmetallen + Metallen.
Mischungen mit Kohlearten, C-Verbb., lose, gepreßt. Einteilung wie eben.
Gemische aus Kohlearten + C-Verbb.
Gemische aus Kohlearten + Nichtmetallen + Metallen.
Gemische aus C-Verbb. + Nichtmetallen + Metallen.
Besonderes: Ammonpulver aus NH_4NO_3 + Kohlearten (im Weltkriege verwendet).
Amidpulver (Rottweil) = 40 KNO_3 + 38 NH_4NO_3 + 22 Holzkohle. Sehr kräftig, geringer Rauch.
Vernichtung unbrauchbarer Mischungen. (Wasser.)

Ammonsalpetersprengstoffe. **295**

(Die meisten enthalten Ringnitrokörper, also s. 350 usw.)
Darstellung: Patroniermaschinen. Totmahlen von NH_4NO_3 (s. $NaNO_3$). Kolloidalität.
Dahmenit aus NH_4NO_3 + Naphthalin + Kaliumbichromat.
Westfalit (für Minenwerfer, doch Rohrkrepierer).
Nach Stettbacher (250) sollen Sprengstoffe O-Überschuß haben, daher viel NH_4NO_3; in Deutschland will man kräftigen Zerfall, dämpft aber durch Alkalichloride.
Homogene Schmelzgemische mit Dicyandiamid. (Stettb., Studien in „Nitrocellulose-Zeitschrift".) (s. 266).
Eigenschaften, physikalische: Aussehen. Kristallform. Löslichkeit. (Strukturveränderungspunkte von NH_4NO_3, s. o.).
Hygroskopizität. Gegenmaßnahmen. (Paraffinieren s. 292.)
Dichte. Zusammenbacken beim Lagern.

Eigenschaften, chemische: Lackmusreaktion. Analyse. Stabilität.
Therm. Zersetzung. Zi-Versuche. Sensibilität. Verpuffungspunkt. Za-Versuche. Brennweise. Funken oder Flammen zünden kaum! Eingeleitete Verbrennung nicht fortgepflanzt. Flammen erlöschen. Explosion. Produkte.
Auch bei größeren Mengen Abbrennen ohne Explosion, durch lokale Überhitzung allerdings Explosion möglich ($2\,Al + 3\,CO_2 = 3\,CO + Al_2O_3$) (739.)
Wettersicherheit s. 728, Explosionsflammen!

Besonderes: Raschigmischungen mit NH_4NO_3 (s. bei KNO_3).
Sprengtechnisches Verhalten!

Besonderes: Ammonale!
Darstellung: Verwendung von Al, Mg (Legierungen beider Metalle).
Beim Pressen der Ammonale verschmieren die Pressen durch das feine Al; beim Herausdrücken daher großer Druck nötig, weshalb leicht Explosion. (Ib. Mv. 1907, 117.) Pfannenbrandentzündung beim Mischen! Brandmittel.
Eigenschaften wie oben: Stabilität bei Ammonalen beschränkt, weil feines Al leicht oxydiert. (Metalleinlagerung von NH_4NO_3 s. oben.)
Therm. Zersetzung (vgl. oben). Zi-Versuche wie oben. Za-Versuche wie oben.
Ammonale empfindlicher als Ammonsalpetersprengstoffe ohne Al.
Bei Detonation eigenartige Wirkung des Al. (Stettb. 305): Verlängerung des zeitlichen Detonationsdrucks, nicht Erhöhung im Sinn brisanter Plötzlichkeit, Nachheizung der Detonationsgase durch verbrennendes Al (s. Trauzlaufbauchung) (773).

296 Hydrazinnitrat. Hydroxylaminnitrat.

Eigenschaften vgl. mit NH_4NO_3! Sprengtechnische Eigenschaften.
Mischungen mit Nichtmetallen. do. mit Metallen, ev. + Nichtmetallen. do. mit Kohlearten, C-Verbb., do. mit Kohlearten, C-Verbb. + Nichtmetallen, + Metallen.

297 Ammoniaknitrate, -Hydrazinnitrate von Schwermetallen.

(Vgl. entsprechende Chloratverbindungen 267.)
Darstellung von z. B. Cu-Ammoniaknitrat.
Eigenschaften. Sprengtechnische Eigenschaften. Brandmittel.
Mischungen mit Nichtmetallen, Metallen, Kohlearten, C-Verbb.

298 Erdalkalinitrate.

Besonders wichtig für Leucht-, Signal-Sätze. (560, 580.)
Eigenschaften. Therm. Zersetzung. O-Abgabe, vgl. mit Alkalinitraten.
Mischungen mit Nichtmetallen (wie bei KNO_3-Mischungen). do. mit Metallen, ev. + Nichtmetallen. do. mit Kohlearten, C-Verbb., do. mit Kohlearten, C-Verbb. + Nichtmetallen, Metallen.
Brandmittel.
Ebenso Gemische von Erdalkalinitraten mit Alkalinitraten: Therm. Verhalten allein, im Gemisch mit Passivbrennstoffen.

299 Nitrate von Schwermetallen.

Einzelabhandlung wie bei KNO_3.
Wismutnitrat: Im Gemisch mit Glyzerin Bildung von Nitroglyzerin? Dauerreaktion! Vorsicht bei ev. Analysenmischungen! Brandmittel.
Zinn-Nitrat: Vorsicht bei Schw.-P.-Fabrikation wegen Bildung des selbstentzündlichen Zinn-Nitrats. Nachprüfung!
Mischungen mit anderen Passivbrennstoffen.
Bleinitrat: Eigenes Verhalten.
Verhalten in Mischungen (vgl. Makarit bei Nitroringen 350).
Besonderes: Mischung mit Hypophosphiten: Strukturveränderung. Abbinden wie bei Zement. (785.) Leichte Entzündlichkeit: Zündsätze!
Silberphenyl-Silbernitrat verpufft beim Erhitzen blitzartig. (Hofmann, 534.)

Biblioteka Naukowa ASG

Verbindungen von Aktivbrennstoffen mit Passivbrennstoffen. 3

Verbindungen von O-Trägern mit C-Verbb. (außer N-O-Trägern). 30

Geschwindigkeitssteigerung durch Änderung der Aktivstoffe!

Ozonide. Oxozonide. 300

Kettenverbindungen:

Darstellung. (Ozonisation in Ozonapparaten.) Besonders ungesättigte Verbb. bilden Ozonide (Hofmann, 84).

Eigenschaften: Lagerbeständigkeit. Reaktion der Ozonide. Therm. Zersetzung. Spaltung der Ozonide. Zi-Versuche. Sensibilität. Verpuffung. Za-Versuche. Brennweise. Explosion. Produkte. (Produkte verglichen mit langsamer Oxydation, z. B. bei Kautschuk-Lävulinsäure.)

Ringverbindungen: Einteilung wie eben.

Benzoltriozonid sehr explosiv! Ringgerüst zerfällt schneller als bei Ringnitrokörpern, weil der O der letzteren zuerst über eine Brücke, d. h. über eine CH-Gruppe schlagen muß, um Explosion durch Ring fortzupflanzen.

Oxozonide von Ketten. Vergleich mit einfachen Ozoniden.

Oxozonide von Ringen. Vergleich mit einfachen Ozoniden. (Benzoltrioxozonid.)

Gemische dieser Ozonide, Oxozonide mit anderen Passivstoffen?

Ozonsalze von Metallen (Alkalimetalle). 301

Darstellung (s. Hofmann, 85).

Eigenschaften, besonders therm. Zersetzung. Zi-Versuche. Sensibilität.

Za-Versuche. Brennweise. Explosion. Produkte.

Gemische dieser Ozonsalze mit anderen Passivbrennstoffen?

Gemische dieser Ozonsalze mit anderen Aktivbrennstoffen?

Superoxyde von Kohlenstoff-Kettenverbindungen. 302

(Vgl. anorganische Peroxyde!) (220.) Vgl. Formel von H_2O_2 (Hofmann, 79).

Einteilung: Alkylhydroperoxyde, Dialkylperoxyde, Oxyalkylhydroperoxyde, Monooxydalkylperoxyde, Dioxyalkylperoxyde, Alkylidenperoxyde.

Dimethylperoxyd (Hofmann, 75).

Darstellung. Eigenschaften. Therm. Zersetzung. Zi-Versuche. Sensibilität.

Za-Versuche. Brennweise. Produkte. Explosion.

Diäthylperoxyd, wie eben.

Selbstexplosionen von Äther, z. B. beim Abdampfen. (Lichteinwirkung.) (Arbeiten von Rieche.)

Propylperoxyd, wie eben.

Acetylperoxyd, wie eben.

Acetonperoxyd, dimoleculares, wie eben. Alkylidenperoxyde.

Triacetonperoxyd, wie eben. Alkylidenperoxyde.

Hexamethylentriperoxyddiamin.

Darstellung: Statt Formaldehyd + NH_4OH den Aldehyd mit Hydroxylamin, Hydrazin usw. behandeln. Einteilung wie eben.

Andere Kettenperoxyde. Peracetate. Bleitetraacetat.

Kettenperoxyde wie vorher im Gemisch mit anderen Oxydantien.

Gemische vorgenannter Peroxyde mit anderen Passivbrennstoffen.

303 Superoxyde von Kohlenstoff-Ring-Verbindungen.

Einteilung wie bei 302.

Benzoylperoxyd:

Darstellung. Eigenschaften. Therm. Zersetzung. (Unterschiede gegenüber den Kettenverbb.)

Zi-Versuche. Sensibilität. Verpuffung. (Bei Schlag ist Schießwolle empfindlicher als Benzoylperoxyd, bei Wärmeeinwirkung umgekehrt.) Benzoylperoxyd reagiert nur in festgestampfter Form!

Za-Versuche. Brennweise. Explosion. Produkte. (Vgl. Benzoylperoxyd. Kast 434.)

Andere Ringperoxyde. (Tetralinperoxyd.)

Ringsuperoxyde und andere Aktivbrennstoffe.

Gemische von Ringperoxyden mit anderen Passivbrennstoffen.

304 Chlorsaure Salze von Kohlenstoffverbindungen.

Kettenverbindungen:

Methylamin-, Äthylendiamin-Chlorat usw. (Kast 434). Darstellung. Eigenschaften. Therm. Zersetzung. Zi-Versuche. Sensibilität. Za-Versuche. Brennweise. Explosion. Produkte.

Harnstoff-, Guanidin-Chlorat. Einteilung wie eben.

Andere Kettenchlorate.

Ringverbindungen:

Anilinchlorat. Einteilung wie eben. Explosion bei 75—76°. (Beamer-Clark B. 12, 1066. Girard. A. Ch [6] 22, 404.)

Vorgenannte Chlorate + andere Aktivbrennstoffe.

Vorgenannte Chlorate + andere Passivbrennstoffe.

305 Perchlorsaure Salze von Kohlenstoffverbindungen.

Kettenverbindungen, wie eben bei Chloraten.

Methylaminperchlorat. (Stettb., Studien in „Nitrocellulose-Zeitschr.".)

Ringverbindungen, wie eben bei Chloraten. (Vgl. Nitrodiazobenzolperchlorat.) (392.)

Gemische mit anderen Aktiv- sowie mit Passivbrennstoffen wie eben bei Chloraten.

306 Ester der unterchlorigen Säure mit Kohlenstoffverbindungen.

Kettenverbindungen:

Darstellung. Eigenschaften. Beständigkeit.

Zi-Versuche. Sensibilität. Verpuffung.

Za-Versuche. Brennweise. Explosion. Produkte.

Ringverbindungen: (Nicht bekannt?)

Gemische mit anderen Aktiv-, Passivbrennstoffen.

307 Ester der Chlorsäure, Perchlorsäure mit Kohlenstoffverbindungen.

ClO_2 im Molekül anstatt NO_2 gibt Energiezuwachs, da endotherme Bildungswärme größer; außerdem Cl und O beides aktive Stoffe, der träge N mit seinem Verdünnungswert fällt weg!

Kettenverbindungen von Chlorsäure:

Chloratotrimercuraldehyd (Kast 435). Einteilung wie eben bei Hypochloriten.

Ringverbindungen mit Chlorsäure:

(nicht bekannt? wie bei Hypochloriten?)

Kettenverbindungen von Perchlorsäure: Einteilung wie eben.

Perchloratotrimercuraldehyd (Kast 435).

Ringverbindungen von Perchlorsäure: nicht bekannt? Einteilung wie eben.

Gemische dieser Stoffe mit anderen Aktiv-, Passivbrennstoffen.

Chlorate organischer Basen sensibler als Nitrate (endotherme Bildungswärme!). Perchloratester sensibler als Nitratester aus gleichem Grund (310, 311).

308 Jodverbindungen: Jodo-, Jodoso-Verbindungen.

Kettenverbindungen: Wohl kaum explosive Vertreter! Warum?

Ringverbindungen (Willgerodt): (269.)

Darstellung. Eigenschaften. Therm. Zersetzung. Zi-Versuche. Sensibilität.

Za-Versuche. Brennweise. Explosion. Produkte. Benzolverbb., Anisolverbb.

Gemische mit anderen Aktiv-, Passivbrennstoffen.

Salze bzw. Verbindungen von Mangan-, Chromsäuren. **309**

Permanganatsalze von Ketten, Ringen.
Pyridinpermanganate explodieren bei raschem Erhitzen (Beilstein 4, 107).
Permanganatester, Mangansäureester usw.? Ketten, Ringe!
Chromsaure Salze von Ketten, Ringen, z. B. Guanidinchromat, Chinolinchromat, Chininchromat usw.
Ebenso bichromsaure Salze. Ebenso perchromsaure Salze, z. B. Anilinperchromat.
Ester von Chromsäuren, Perchromsäuren? Ketten, Ringe?

Salpetrigsaure, salpetersaure Salze von Kohlenstoffverbindungen. Nitrosokörper von Ketten, Ringen. Echte Ketten-Nitrokörper. 31

Nitrite, Nitrate von basischen Kettenverbindungen. **310**

Nitrite von Aminen. Harnstoffnitrit (Hofmann, 121).
Darstellung. Eigenschaften, Brennvermögen. Explosivität?
Gemische mit anderen Aktiv-, Bassivbrennstoffen. (Nitrite isomer mit Nitroverbb., s. u.!) Explosivität darum besonders wichtig!
Nitrate von Aminen. Harnstoffnitrat, Guanidinnitrat (Hofmann, Kast, 342).
(Diese Nitrate vorgeschlagen als Ersatz von Ammonnitrat, enthalten aber zu wenig Sauerstoff.)
Guanidinnitrat + Bariumnitrat vorgeschlagen als Sprengstoff (Jb. Mv. 1898, 22).
Einteilung wie eben bei Nitriten!
Homogene Schmelzen von Guanidinnitrat mit Nitroguanidin (s. 318). (Stettb. Studien in Nitrocellulose-Zeitschr.) Weniger sensibel als Chlorate (307).

Nitrite, Nitrate von basischen Ringverbindungen. **311**

Nitrite nicht bekannt? Warum nicht?
Anilinnitrat, Pyridinnitrat, Alkaloidnitrate usw.
Darstellung. Eigenschaften. Brennvermögen. Explosivität.
Gemische mit anderen Aktiv-, Passivbrennstoffen.
Nitrate von Aminen sind nicht explosiv, wenigstens nicht sprengkräftig (Muspratt 7, 682).
Pyridinnitrat explodiert auch bei vorgelegtem Knallquecksilber nicht.
Weniger sensibel als Chlorate (307).

Nitrosokörper von Ketten (NO-Gruppe an C oder N). **312**

Nitrosomethan usw. (. . . . . C-NO).
Darstellung. Eigenschaften. Therm. Zersetzung. Brennweise. Explosivität.
Produkte.
Gemisch mit anderen Aktiv-, Passivbrennstoffen (vgl. Bromnitrosomethan aus Knallquecksilber).
Nitrosamine (. . . . . N-NO).
Einteilung wie eben. (Nitrosoharnstoffe, Nitrosoguanidine) Nitrosourethane!
Nitrosolsäuren mit der Atomgruppierung: —C —(NO) = NOH.

Nitrosokörper von Ringen! Nitrosamine. Nitrosolsäuren. **313**

Darstellung der Nitrosokörper. Nitrosobenzol (dimere Formen).
Nitrosophenol zersetzt sich bei 120/130° unter schwacher Verpuffung! Beilstein). (Bayer B 7, 964.)
2-5-Dichlor-4-Dinitrosobenzol verpufft bei 120°. (Kehrmann B. 21, 3319), ebenso Tetranitrosobenzol (Nietzki B. 32, 505).
Nitrosofarbstoffe (ev. sind es Chinonoxime).
Nitrosamine wie eben bei Ketten. Besonders wichtig Reaktion von Stickoxyden mit Diphenylamin. Vgl. Pulverstabilisatoren.
Nitrosolsäuren wie eben bei Ketten.
Nitrosokörper von Mehrringen: Naphthalin, Anthrazen (Farbstoffe).

314 Nitroverbindungen von gesättigten Ketten.

Darstellung (vgl. mit Nitriten = Estern).
Eigenschaften: Isomerie — Pseudosäuren.
Fähigkeit zur Salzbildung (Nitromethanquecksilber usw.).
Nitromethan-Na explosiv, Nitroäthan-Na nicht? (Kast).
Derivate: Methazonsäure, Methylazaurolsäure.
Therm. Zersetzung. Stabilität. Zi-Versuche. Sensibilität. Verpuffung.
Za-Versuche. Brennweise. Explosion. Produkte.
Aus Nitromethan + $HgCl_2$ = Knallquecksilber!

Gesättigte Ketten mit mehreren Nitrogruppen.

Tetranitromethan. Brennbarkeit geht beim Kettennitrokörper leichter in Explosion über als beim Ringkörper. Niedere Explosionstemperatur? (s. 719).
Darstellung. Eigenschaften. (Bildung von Chlorpicrin aus $C[NO_2]_4$).
Brennweise-Explosion (Explosionsunglück in Münster).
Salzbildung: Tetranitromethankalium.
Mit Toluol höchste Verbr.-Wärme. Verwendung in Brandbomben?
Hexanitroäthan (Kast, 285). Verwendung als Sprengstoff bzw. -zusatz.

315 Nitroverbindungen von ungesättigten Ketten.

Einteilung wie eben.
1, mehrere NO_2-Gruppen.

316 Nitroverbindungen von Heteroketten.

Halogenketten-Nitro-Verbb.:
Darstellung. Eigenschaften.
Besonders: Chlorpikrin. (Darstellung aus verschiedenen Nitrokörpern von Ringen!)

317 Nitroverbindungen von besonderen Ketten außer Alkoholen.

Nitroverbindungen von Säuren, z. B. Dinitroalkyloxamide (Kast. 285). Hexanitrooxanilid.
Nitroessigsäuren.
Darstellung. Eigenschaften.
Brenn-sprengtechnische Eigenschaften.
Andere Kettenverbb. mit Nitrogruppen.
Triphenylnitromethan.

318 Nitroverbindungen von Ketten-N-Verbindungen. Nitroamine.

Nitrogruppen am Kohlenstoff.
Trinitromethylentetramin-Cyclotrimethylentrinitramin. (Kast 285, Stettb. 179.)
Darstellung. Eigenschaften.
Brenn-sprengtechnische Eigenschaften. Hexogen.
Nitrogruppe am N: Nitroamine:
Nitroharnstoffe, Nitroguanidine usw.
Darstellung. Eigenschaften.
Brenn-sprengtechnische Eigenschaften.
Homogene Schmelzgemische von Guanidinnitrat mit Nitroguanidin (s. 310).
(Stettb. Studien in Nitrocellulose-Zeitschr.) Nitrole.

319 Besondere Nitroverbindungen von Ketten. Nitrole. Nitrolsäuren.

Darstellung. Eigenschaften von Nitrolen.
Brenn-sprengtechnische Eigenschaften.
do. von Nitrolsäuren.

32 Ester von Ketten mit salpetriger Säure, mit Salpetersäure (außer Cellulose).

320 Nitritester von Alkoholen.

1-wertige gesättigte Alkohole.
Reaktion mit HNO_2 auf primäre, sekundäre, tertiäre Alkohole. (Unterschiede!)
Darstellung. Eigenschaften.
Brenn-sprengtechnische Eigenschaften: Therm. Zersetzung, Zi-, Za-Versuche. Sensibilität. Verpuffung. Explosion.

Die Ester sind kaum explosiv!
Verhalten zu anderen Aktiv-, Passiv-Brennstoffen.
do. Nitritester von ungesättigten Alkoholen.
Wie eben.
do. Nitritester von mehrwertigen gesättigten Alkoholen.
Glyzerinnitrit ist nicht explosiv! (Masson B. 16, 1697.) Wichtig!
do. Nitritester mehrwertiger, ungesättigter Alkohole.
Wie eben.

Nitratester von 1-wertigen Alkoholen. **321**

Darstellung.
Wirkung von reiner Salpetersäure, von Mischsäure. Nitrierwirkungen an Mischsäure studieren! (Statt Mischsäure Gemisch von Nitraten + Schwefelsäure!) (Thermisilid. Stettb. 121.)
Bei Nitrierung der Alkohole Zusatz von Harnstoff zu Alkoholen, um NHO_2 zu binden! (Es könnte explosive Zersetzung eintreten!)
Nitrierung bei der Methode von Carius zwecks Halogenbestimmung? (s. 350.)
Eigenschaften. (Diphenylaminreaktion!)
Brenn-sprengtechnische Eigenschaften. Therm. Zersetzung, Zi-, Za-Versuche. Verpuffung. Explosion. Produkte.
Flüssige Nitratester sind ohne Ausnahme explosiv, leicht detonierbar.
(Vgl. mit Unbrennbarkeit von Wasser, welches ähnlich konstituiert ist.)
Verhalten zu anderen Aktiv-, Passivbrennstoffen!
Statt 1-wertiger primärer Alkohole solche sekundärer, tertiärer Natur verwenden!
Unterschiede gegenüber den 1-wertigen primären?
Gewinnung von Salpetersäureestern nicht aus Alkoholen, sondern aus Kohlenwasserstoffen, z. B. Trimethylolmethylmethannitrat.
Eigenschaften von $R-C-(CH_2)_3-ONO_2$.
Verwendung dieser Nitratester zum Nitrieren anderer Verbindungen!

Nitroparaffin-Nitrate. **322**

Mischlinge aus Nitroverbindung + Nitrat:
Nitroäthylnitrat $CH_2-NO_2-CH_2-O-NO_2$.
Darstellung (Stettb. 171).
Eigenschaften in bezug auf Nitrate einerseits, auf Nitroverbb. andererseits.
Überleitung zu Glycolnitraten; z. B. gibt Verbindung die Diphenylaminreaktion.
Brenn-Explosionseigenschaften.
Monoäthanolamindinitrat. Dinitrodiäthanolnitratoxamid.

Nitratester von Glycolen. **323**

Glycolmononitrat: (Stettb. 172.)
Darstellung. (Rohstoffgewinnung.)
Nitrierung mit HNO_3, rauchender HNO_3, mit Mischsäure.
Eigenschaften. (Gefrierverhinderer bei Nitroglyzerin s. u.)
Flüchtigkeit mit Wasserdampf. (Ziemlich beträchtlich, außer in Patronen.)
Löslichkeit, z. B. in Nitriersäure.
Gelatinierfähigkeit (stärker als bei Nitroglyzerin). (341.)
Analyse (Diphenylaminreaktion +, da Salpetersäureester).
Angriff von Metallen. H-ionenkonzentration. Verseifbarkeit. Produkte.
Therm. Zersetzung! Stabilität. Zi-Versuche. Sensibilität. Initialzündung.
Za-Versuche. Brennweise. Explosion. Produkte.
Besonders: Flüssiges Nitroglycol gegen Sprengkapsel empfindlicher als gefrorenes (Gegensatz zu Nitroglyzerin).
Glycoldinitrat (Stettb. 169).
Einteilung wie eben bei Glycolmononitrat!

Nitratester von Glyzerin = Glyzerintrinitrat (Nitroglyzerin). **324**

Hier nur das völlig nitrierte Trinitrat des Glyzerins! (s. 327).
Darstellung: (Rohstoff. Fettverseifung. Protol durch besondere Zuckergärung.)
Ausgangsmaterial kontrollieren! (Probenitrierung!)

Fermentol oder Protoglyzerin enthält immer Trimethylenglycol, daher geringere Ausbeute. (CH_2—OH—CH_2—CH_2—OH).
Gewinnung des Nitrats durch Stehenlassen von Glyzerin mit Nitraten (unvermutete Bildungsweise!).
Verhältnis zw. Glyzerin und Mischsäure. Rasche Darstellung im Kleinen (Stettb. 149.)
Ausbeuten mit verschieden konzentrierter HNO_3.
Apparatives: Luftrührwerke. Temperaturmessung.
Trennung im Scheider (Apparatives). Nachscheidung. Zusatz von stromleitenden Stoffen, elektr. Strom durchleiten.
Physikalische Eigenschaften: Abnahmeforderungen: Aussehen, Farbe.
Feuchtigkeit. Säuregehalt. (Titration.)
Dichte. Viskosität, verglichen mit Glyzerin, ebenso mit Perglyzerin = milchsaures Alkali.
Löslichkeit: CH_3OH — Nobels Verfahren der Ungefährlichmachung — Abscheidung mit Wasser. (s. Phlegmatisierung! 788.) Löslichkeit in Nitriersäure.
Flüchtigkeit. (Kopfschmerzen!)
Schmelzpunkte: Zwei verschiedene. Stabil bei 13°. Unterkühlbar. Strukturisomerie. (Stettb. 163.)
Gefrierbarkeit (vg. mit Glyzerin = Gefrierverhinderer für Wasser).
Chemische Eigenschaften:
Analyse. N-Gehalt. Spezielle Reaktionen. Lagerfähigkeit, Zerfall bei gewöhnl. Temp. Autokatalytischer Zerfall. (s. u.) Stabilität bei Gegenwart von HNO_3: Stettb. 163. Verseifbarkeit. Rücklieferung von Glyzerin? Lichteinwirkung.
Physiologische Eigenschaften: Kopfschmerzen, s. Flüchtigkeit.

325 Brenneigenschaften des Nitroglyzerins.
Therm. Zersetzung.
Autokatalytischer Zerfall nach Lukin; Zerfall in NO_2 bei 156° in evakuierten Ampullen. Vorstufe der Explosion. (vgl. Stettb. 163.)
Zi-Versuche. Sensibilität. (Fallhammerversuche.)
Verpuffungstemperatur. Variationen. (Zumischung von anderen Stoffen.)
Schlagempfindlichkeit rückt der der Zündstoffe nahe, darum für militärische Zwecke unbrauchbar. Gefrorenes Nitroglyzerin unempfindlicher.
Za-Versuche: Nicht besonders leicht entzündlich.
Unterschied zw. flüssigem, gefrorenem Nitroglyzerin.
Brennende Stoffe zünden nur schwierig (Petroleum). (Petroleumbrandlöschung 796.) Nitroglyzerin löscht brennendes Zündholz aus (Guttmann). Es kühlt glühenden Platindraht (Guttmann), wobei nur einfache Verflüchtigung der Substanz erfolgt. Angezündetes N. brennt schichtenweise ab wie andere Flüssigkeiten. Allmählich jedoch tritt Temperaturerhöhung ein und es kann Detonation erfolgen (vgl. Nobels klassischen Versuch mit Gurdynamit in London), (s. u.).
Brennweise: Fahlgrünes Licht — Flamme.
(Vgl. Boraxperle mit Glyzerin gibt grüne Flamme.) Flammengröße — Flammentemperatur.
Vernichtung durch Abbrennen nur bei feiner Verteilung in Rinnen.
Umsatzprodukte. Gefahrenklasse!
Detonation: U. U. verschiedenes Verhalten: Die beiden genannten Formen sind nicht dafür verantwortlich; denn das in einer Form vorkommende Nitroglycol verhält sich ähnlich! Beide verlieren durch Altern an Detonationsgeschwindigkeit (noch der Aufklärung bedürftig!). Nitroglycol detoniert in gefrorenem Zustand überhaupt nicht mehr. Luftgehalt mit maßgebend? (Stettb. 35.)
Als Flüssigkeit in Flaschen, Behältern detonieren lassen!

326 Gurdynamit, Holzmehldynamite und ähnliche Dynamite.
Darstellung. Eigenschaften (wie eben bei Nitroglyzerin).
Brenneigenschaften wie eben bei Nitroglyzerin.
Besonderes: Begutachtung des Gurs sowie physikalische Untersuchung der Aufsaugefähigkeit. Heraustreten von aufgenommenem Nitroglyzerin! Sommer! Ausfrieren! Bei Gurdynamit Schlagprobe mit Fallhammer ausführen! Gurdynamit selbst aus Höhen fallen lassen. Reibeempfindlichkeit. Stoßempfindlichkeit.

Nitroglyzerin, in Papier aufgesaugt, auf Amboß schlagen: es explodieren nur die direkt getroffenen Teile. (785.)
Explosion erfolgt dagegen sicher, wenn die Masse, auf welcher dieselbe aufliegt, von geringem Volumen ist, also z. B. auf dünner Stahlstange, oder wenn ein Streifen Zinnfolie darübergelegt wird, weil jetzt die Fortpflanzung der Detonation in genügender Menge stattfindet.
Nobels Versuch in London: Anzünden einer Gurdynamitpatrone = ruhiges Abbrennen!?
Zum Abbrennen von Gurdynamit vgl.: Nitroglyzerin aufsaugen in Papier, anbrennen.
Beim Beschuß mit Gewehr explodiert es schon bei einer Entfernung von 150 m.
Gefahrenklasse.
(Wirksame Holzmehldynamite s. Kast, 286.)

Andere Glyzerinnitrate (außer Nitroglyzerin). **327**
Unvermutete Bildungsweisen?
Monoglyzerin: Bildung. Eigenschaften. (Gefrierpunkterniedrigung.) Brenneigenschaften, verglichen mit Trinitrat.
Dinitroglyzerin wie eben bei Monoglyzerin.
Dinitroglyzerinnitrolaktat.
Tetranitrodiglyzerin wie eben bei Monoglyzerin. (Stettb. 168.)
Chlorhydrindinitrat (Stettb. 167) wie eben bei Mononitrogl.
Gleichzeitig Glyzerin mit Glycol usw. nitrieren, um richtiges Gefriergemisch zu bekommen. Ebenso mit Mono-, Di-Nitroglyzerin.
Acetyldinitroglyzerin = Formyldinitroglyzerin = Dinitroformin.
Nitroisobutylglyzerintrinitrat. (Stettb. 169.)

Nitratester von Zuckerarten (auch entspr. Alkohole). **328**
Tetrosen, Pentosen.
Darstellung der Nitrate: Nitroerythrit.
Pentaerythrit = Tetranitropentaerythrit. (Variationen bzw. Gewinnung des Rohproduktes.)
Eigenschaften, physikalische: Aussehen, Kristalle. Löslichkeit (auch in Nitriersäure). Dichte. Böschungswinkel. Flüchtigkeit, bei gewöhnl. Temperatur.
Schmelzpunkt. Röntgenanalyse.
Eigenschaften, chemische: Analyse (Diphenylaminreaktion). Vielleicht besitzt Nitropenta eine Art Ringstruktur?
Verseifbarkeit. Produkte.
Therm. Zersetzung: Stabilität bei gewöhnl. Temp.
4-stündiges Erhitzen auf 120° gibt Stickoxyde, Erhitzen über Schmelzpunkt hinaus ebenso.
Zi-Versuche: Verpuffungspunkt. Schlagempfindlichkeit beträchtlich. Sonstige Sensibilität.
Za-Versuche: Durch Zündschnur oder Zündholz nicht entflammbar, übertrifft Nitroglyzerin, nähert sich den Ringnitrokörpern.
Brennweise: Im Reagensglas Abbrennen mit heulender Flamme. Bei langsamem Erhitzen auf Drahtnetz Explosion.
Umsatzprodukte. Schwaden.
Besitzt höchste bekannte Detonationsgeschwindigkeit: 8400 m/sec; s. o.: Ringstruktur? Diese bleibt auch im Winter erhalten. Deshalb als Zusatz zu Dynamiten, welche in Winter und Sommer gleich detonieren. Nitropenta in 3,7-cm-Granaten. Tankabwehr. (788.)
Besonderes: Dipentaerythrit (immer als Begleiter des obigen).
Einteilung wie eben.
Anhydro-ennea-heptit-pentanitrat (aus Aceton + HCH = O).
Hexosennitrate. Einteilung wie eben. Mannithexanitrat besonders.
Biosennitrate, Triosennitrate. Knallzucker.
Zucker als einheitliche Stoffe werden leichter als Cellulose gleichzeitig mit Nitrierung zu instabilen Produkten oxydiert.
Einteilung wie eben.
Stabilität: Nitroglyzerin > Nitrozucker < Nitrocellulose.
Gefahrenklasse.

329 Nitrate von Stärke, Dextrin usw.

Darstellung der verschiedenen Stärkenitrate. (Kast, 150.)
Einteilung wie eben bei 328.
Dextrinnitrate. Einteilung wie eben.
Glycogennitrat usw.

33 Cellulosenitrate.

330 Nitrierung von Baumwolle-Cellulose, Eigenschaften der Cellulosenitrate.

Darstellung von niedrig-, von hochnitrierter Cellulose:
Unterschiede hinsichtlich Säurekonzentration, Einwirkungsdauer, Einwirkungstemperatur.
Reine HNO_3, Gemisch mit Stickoxyden usw.
Verschiedene Mischsäuren: HNO_3 + Schwefelsäure, + Borsäure, + Phosphorsäure, + Kieselsäure. (Stettb. 129.) (Thermisilid 321.)
Mischung von Schwefelsäure mit Nitraten = nascierende HNO_3.
Nachweis der Quellung des Faserbaues (besonders mit H_3PO_4).
Rolle des Wassers beim Nitrieren! (Höchster N-Gehalt.)
Auskochen beim Nitrieren ohne Explosion (s. 331, 788).
Waschen. Verdrängungsverfahren demonstrieren. Holländern. Testkochen. Stabilkochen. Wasserverdrängung durch Alkohol. (341.)

Eigenschaften, physikalische:
Aussehen = dem der Wolle.
Kapillarität der unnitrierten und der nitrierten Fasern.
Röntgenuntersuchung: Fasern kristallisiert. Fadenmoleküle (s. Kautschuk 088, 336).
Faserlänge: Makro-Mikrountersuchung. Dichte: höher als bei Baumwolle.
Verdichtbarkeit (Kristalldichte, Stettb. 146.) Preßbarkeit.
Löslichkeit bzw. Gelatinierbarkeit (s. 341).
Bestimmung der Löslichkeit: maßgebend ist N-Gehalt, ob Lösung oder Gelatinierung.
Quellfähigkeit = Nachweis der kolloidalen Natur (Stettb. 145).
Besonderes: Löslichkeit in Schweitzers Reagens (vgl. mit unnitrierter Cellulose).
(Behandlung von Cellulose bzw. Nitrocellulose mit Stärke.)
(Verhalten zu Kampfer s. Celluloid. Zu Pentrit s. Stettb. 146.)
Viskosität: Apparatur — Kugelapparat. Beziehung zu N-Gehalt!

Optisches Verhalten: Brechbarkeit der Lösungen. Verhalten im polarisierten Licht (U-V-Licht).

Reibungselektrisches Verhalten: Trockne Schießwollkörper leuchten, wenn an trockner Luft gerieben. (Vgl. dieselbe Reaktion bei Blättchenpulver!) Letzteres wird besser geladen, da besser isoliert.)
Trocknen von nasser Schießwolle gefährlich, da Aufladung; besonders gefährlich Schießwollstaub.

Eigenschaften, chemische:
Analyse! Verunreinigungen: $CaCO_3$, $HgCl_2$. N-Gehalt. Ermittlung der nichtnitrierten Cellulose.
Verseifung: Beweis, daß Nitrat vorliegt. Bei Alkalieinwirkung entsteht aus hochnitrierter Cellulose nicht niedrignitrierte Cellulose, sondern sofort tiefergreifende Zersetzung. (Will, Ber, 1891, 400.)
Denitrierung — Art der regenerierten Cellulose. (H_2O_2-Einwirkung. 217.)
NH_3 wirkt als Gas und in Lösung ein, ebenso organische Basen. Durch einfachen Zusatz dieser Stoffe kann Entzündung erfolgen.

Absorption von Farbstoffen.

Schmelzen von KOH: Entsteht Oxalsäure wie bei Holz?

Eigenschaften, physiologische:
Geruch, Geschmack. Schimmelvorgang (Verhinderung durch $HgCl_2$).
Bakteriengärung möglich? (Vgl. Methangärung der Cellulose. Omeliansky, C. C. 1913, I, 412.)

Brenn-Verhalten der Nitrocellulose. **331**

Therm. Zersetzung. — Stabilitätsprüfung: Testung, Testpapiere. Uranylnitrat erniedrigt Stabilität.

Modifikationen der Diphenylaminprüfung (Guttmann).

Testung durch Messung der H-ionenkonzentration (Ausschütteln der Proben mit Wasser nach bestimmter Zeit. Stettb. 144).

Abspaltung von Stickoxyden bei höherer Temperatur. (Druckmessung nach Obermüller, Gase herausspülen, messen.)

Unterschied der hochnitrierten gegen niedernitrierte Cellulose. (Vgl. Untersuchung von Rschw.-P.) Gelöste Collodiumwolle.

Zi-Versuche mit hoch-, niedernitrierter Cellulose: (vgl. Rschw.-P.).

Verpuffungsprüfung, anschließend an therm. Zersetzung.

Sensibilitätsprüfung: Schlag, Stoß, Reibung.

Auskochen beim Nitrieren, ohne Explosion (s. 330, 788).

Za-Versuche mit hoch- niedernitrierter Cellulose (ebenso mit gelöster Collodiumwolle):

Zdg. durch Funken, Flamme.

Starke elektr. Funken können Schießwolle durchschlagen. Bei Einfügen eines starken Widerstandes — feuchte Schnur — tritt Entzündung ein, ebenso wenn dauernder Funkenstrom durch Wolle geht. (Ib. Mv. 1894, 32.) Gelatinierte Wolle kommt auch dadurch nicht zur Entzündung. (Ähnlich bei Schw.-P.) Entzündung durch Kurzschlußfunken einer galvanischen Batterie, herrührend von hoher Temp. der Elektroden, nicht von der der Funken.

Zdg. durch darübergegossene brennbare Flüssigkeiten soll nicht eintreten! Zweifelhaft! Äther, Schwefelkohlenstoff. Benzol — Petroleum (Kalorieenzahl maßgebend!).

Gefahrenklasse — Zusammenlagerung beider.

Brennweise:

Flamme (woher?) Farbe gelb bis orangerot (aktiver N?). (Im Vakuum langsam abbrennende Fäden zeigen grünes Licht.)

Geschwindigkeit: Fäserchen als Angriffspunkte des Feuers. (Vgl. Watte, glatt geleimtes Papier.)

Loser Schießwollfaden brennt so schnell, daß man damit mehrere Kerzen gleichzeitig zünden kann.

Schießwolle auf Schw.-P. brennt schnell ab, ohne zu zünden.

Niedernitrierte Wolle — Nitropapier (s. unten!). (Vgl. Wolle, mit Salpeter getränkt.)

Gelatinierte Wolle = Übergang von kristallinem zu kolloidalem Zustand!

Abbrennen von mit Spektralsalzen getränkter Schießwolle. Raucherzeuger. 913, 918.

Umsatzprodukte: Nur Gase + Wasser = Nebel.

Aschenuntersuchung (kaum vorhanden). (Vgl. stabilisierte Schießwolle, Pulver.)

Besondere Verbrennungen: Im Vakuum.

Auch hier zündet Schießwolle gewöhnlich Schw.-P. nicht. Flamme im Vakuum grünlich statt orange? Erklärung? (s. o.!).

Untersuchung der im Vakuum entstandenen Gase. (Die Gaszusammensetzung hängt ab von Druck und Temperatur, die bei Entstehen der Explosion herrschten.)

Brennbarkeit der Wollen, wenn sie mit Oxydantien versetzt sind:

Imprägnieren der Wolle mit Nitraten, Chloraten usw.

Zündart, Brennart, Brennprodukte.

Initiierbarkeit der Nitrocellulosen.

Kennzeichen der Explosionen. Umsatzprodukte, Vergleich mit Brennumsatzprodukten.

Nitrierung von der Baumwolle ähnlichen celluloseartigen Stoffen. **332**

Distelwolle, Pappelwolle.

Darstellung. Eigenschaften. Brenneigenschaften wie bei 330, 331.

Nitrierung von ganzen Pflanzen, Pflanzenteilen usw. **333**

Sind durch Nitrierung von Pflanzen z. B. Alkaloide zu gewinnen?

Geben solche nitrierten Pflanzen, Pflanzenteile noch mit Indol Fichtenspanreaktion, Phloroglucinreaktion?

Einteilung sowie Vergleich mit Nitrocellulose wie 330, 331.

Besonders wichtig: Nitrierung von Holzgummi-Xylannitraten!
Eigenschaften, ev. Störung der Nitrocellulose, wenn Xylane darin enthalten.
Nitrierung von Holzarten, Laub-, Nadelholz: Schultze-Pulver!
Einteilung wie bei 330, 331. Vergleich mit Nitrocellulose.

334 Nitrierung von verarbeiteten Pflanzenteilen, Papier usw.
Einteilung wie bei 330, 331.
Nitropapier, Glimmpapier. Zündpapier. (Vgl. mit Papier, welches mit Nitraten imprägniert ist.)
Pergamentpapier nitrieren, d. h. Papier, welches vorher mit H_2SO_4 behandelt wurde.

335 Nitrierung von Hydro-Oxy-Cellulosen und ähnlichen Cellulosen.
Einteilung wie bei 330, 331.
Vergleich mit Nitrocellulosen.

336 Gelatinierte Cellulosenitrate als Sprengmittel. Sprenggelatine.
Gelatinierungsmittel für niedernitrierte Cellulose, außer solchen, die selbst Sprengstoffe sind. (Vgl. o. Lösungsmittel! Z. B. Kampfer!) (s. 341).
Gelatinierungsmittel für hochnitrierte Cellulosen. Furfurol! Ev. Zusatz von Stabilisatoren (s. bei Pulvern). Pressen. Patroniermaschinen.
Eigenschaften der gelatinierten Nitrocellulosen ohne Nitroglyzerin: physikalische, chemische (vgl. bei Pulver).
Aufteilung der kolloidalen Masse bis zu Micellen. (Stettb. 228.) Staudingers Auffassung von Fadenmolekülen. (330, 088.) Mit steigendem N-Gehalt steigt Viskosität enorm an (s. 080).
Brenneigenschaften. Explosivität.
Zi-Versuche. Stabilität. Sensibilität. Za-Versuche. Produkte.
Initiierung durch Sprengkapsel: Sprengversuche mit rauchschwachem Pulver.
Gelatinierung mit anderen Ketten-Nitraten, -Nitrokörpern: z. B. mit Nitroglycolen, Nitroglyzerin = S p r e n g g e l a t i n e: Durchweg niedernitrierte Cellulosen!? 7—10% Collodiumwolle lösen sich in 93—90% Ngl. zu durchsichtigem, elastischem Gummi auf. (Maßgebend N-Gehalt.) Ausführung der Gelatinierprobe (Stettb. 226). Nitroglycol gelatiniert schneller.
Ev. Zusätze von Stabilisatoren.
Eigenschaften, physikalische: Aussehen, Farbe, Kolloidalität. Homogenität: Ngl. nicht durch Wasser verdrängbar, höchstens nach langer Zeit milchige Trübung. (Wie verhält sich CH_3OH?)
Erniedrigung des Gefrierpunktes durch Zusatzstoffe.
Dichte. Weich, plastisch. Nachgelatinieren beim Lagern. Hygroskopizität? Kaum vorhanden.
Eigenschaften, chemische: (vgl. Nitroglyzerin).
Verseifbarkeit, z. B. mit Sulfiden.
Brenneigenschaften:
Therm. Zersetzung. Stabilität. Zi-Versuche. Sensibilität.
Unempfindlicher als Gurdynamit, in gefrorenem Zustand umgekehrt. (Stettb. 230.)
Beim Reiben im Porzellanmörser oder durch Hammerschlag Detonation mit massivem, nicht spitzem Knall.
Za-Versuche. Explosion. Produkte.
Initiierbarkeit: Sprenggelatine überträgt Detonation nicht gut. Bei längerer Lagerung Brisanzabfall, Vermeidung durch Zusatz von Pentrinit.
Besondere Sprenggelatinen. Kriegssprenggelatinen (Stettb. 233.)
(Solche mit Zusatz von Ringnitrokörpern s. dort!)
Gefahrenklasse!

337 Gelatinedynamite.
= Gemische aus Sprenggelatine + Gurdynamiten.
= Dynamite mit aktiver Basis. (Stettb. 234.)
Einteilung: Gewöhnliche schwer gefrierbare G-Dynamite. Phlegmatisierte transportsichere G-Dynamite. Schlagwettersichere Wetterdynamite.
Darstellung: Beispiel für die Mischung:
62,5 % Ngl oder Nitroglycolgemisch + 2 % Collodiumwolle + 27 % $NaNO_3$ (für

Export KNO_3) + 8% Holzmehl + 0,4% Kreide, letzteres zur Bindung von Säurespuren (Soda verseift).
Statt des Zusatzes von KNO_3 solchen von $KClO_4$.
Kommt es durch Holzmehl usw. ev. zu Hohlraumsprengwirkung? (770, 786.)
Eigenschaften, physikalische, chemische.
Brenn-Explosiveigenschaften. Vergleiche mit anderen Nitroglyzerin- resp. Nitrocellulosestoffen.
Gefahrenklasse.

Besondere Dynamite. **338**

Gelatinierung von Nitrocellulosen mittels Nitroglyzerins oder mittels Nitroglycolen unter Zusatz von anderen Nitroverbindungen, z. B. von Nitropenthaerythrit oder Hexogen. (Stettb. 205.)
Z. B. Gelatinierung mit Hexanitroäthan, Zusatz von Diäthyldiphenylharnstoff. (548)
Darstellung. Eigenschaften, physikalische, chemische.
Brenn-, Explosiv-Eigenschaften.
Unterschied, Vorteile gegenüber den einfachen Dynamiten!

Kollodium. Celluloid. Films. Kunstseide. Nitrocelluloselacke. **339**

Kollodiumlösung — Darstellung. Brennbarkeit. Explosivität.
Darstellung von Celluloid: Pressung mit Kampfer.
Eigenschaften, physikalische, chemische.
Brenneigenschaften. Explosiveigenschaften?
Besonderes: Verkohlungsprobe mit Celluloid. Triolin = Nitrocellulose, mit Zusatzstoffen, ev. unbrennbar gemacht?
Celluloidbrandgeschosse: zünden nur Leichtentzündliches!
Darstellung von Films, d. h. dünnen Folien von Celluloid. (Röntgenfilme.)
Eigenschaften, physikalische, chemische.
Brenneigenschaften, Explosiveigenschaften. (Beim Schwelen, Brennen N_xO_y-Gase.)
Therm. Zersetzung von reinen Films, von Films + AgCl, von belichteten resp. entwickelten Films. (Katalyse?)
Darstellung von Nitrocellulose-Kunstseide (vgl. andere Seide und Kunstseide 049).
Eigenschaften, physikalische, chemische.
Brenn-Explosiveigenschaften. Sehr hohe Temperaturen beim Abbrennen.
Denitrierversuche. Ergebnisse? (Sulfide!).
Besonders: Kartuschbeutel-Pulvergewebe! (Pulverhaut. Kast 215.)
Nitrocelluloselacke: Brennbarkeit gegenüber anderen Lacken.
Darstellung. Eigenschaften.
Giftschwaden bei Bränden (s. 737/8).

Rauchschwache Schießmittel. 34

Mischpulver aus Cellulosenitraten, nichtgelatiniert, halbgelatiniert. **340**

Mischpulver aus nichtgelatinierter Nitrocellulose mit Salpeter bzw. mit Passivbrennstoffen. Körnung.
(Militär-, Manöver-, Jagd-Pulver) (Kast, 182, 214).
Eigenschaften, physikalische, chemische. Stabilität. Brenn-Explosiv-Eigenschaften.
Ballistische Eigenschaften s. auch 766.
Halbgelatinierte Mischpulver mit Salpeter, also eine Art Schw.-P. (Kast 182).
Darstellung. Eigenschaften, physikalische, chemische. Stabilität.
Brenn-Explosiv-Eigenschaften.

Durchgelatinierte Pulver aus hochnitrierter Cellulose. Darstellung. Eigenschaften. (Stabilisatoren). **341**

Darstellung. Wasserverdrängung aus Schießwolle; durch Alkohol werden auch noch alkohollösliche Abbauprodukte entfernt.
Verdrängerzentrifuge, Verdrängerkupferzylinder. Verdrängerzeit. Messungen.
Gelatinierungsprinzip. Schaffung einer glatten Oberfläche, dadurch Drosselung der Verbrennungsgeschwindigkeit. Gleichzeitig Übergang vom kristallinen zum kolloidalen Zustand. (Vgl. mit Stärken, Bügeln der Wäsche.) (s. 336.)

Gelatinierungsmittel: anorganisch: Chlorschwefel usw.
Organische: Äther-Alkohol. Ester (Essig-). Azeton. Amylalkohol. Furfurol. (Besonderes: Nitronaphthalinester.) Triphenyl-Trikresyl-Phosphat (Ringnitrokörper s. 348, 379.) Prüfung der Flüchtigkeit (Stettb. 190).
Gelatinierungsmittel nach Formgebung entfernt, sonst Änderung der ballistischen Eigenschaften.
Stabilisatoren und deren gelatinierende Wirkung: (vgl. Gegensatz: Zersetzungsbeschleuniger) Stettb. 195.
Diphenylamin (Nobel 1889) Pulver dadurch oft blaugrün. Centralit, Acardit, Urethane = feste Lösungsmittel. Vaseline stabilisiert durch Gehalt an ungesättigten C_xH_y, die von N_xO_y zu Fettsäuren oxydiert werden.
Cyanamide, Dicyanamid als kühlende Zusätze. E. P. 25 715. (Z. anorgan. Chemie 1907, 1684.)
Ev. Auftreibung der Pulver durch abgespaltene Hydrolysenprodukte.
Absolute Stabilität nicht erreichbar.
Allmähliches Verschwinden der Stabilisatoren, z. B. bei Diphenylamin.
Besondere Eigenart des Kampfers: Zur Erzielung einer progressiven Wirkung soll der Gehalt an Kampfer sowie an Stabilisierungsmitteln von außen nach innen abnehmen; ferner werden die Teilchen an den Kanten abgeschliffen, um rasches Verbrennungsfortschreiten zu hindern.
Überbrausen = Polieren mit Alkohol-Äther (3 : 2), dazu auf 1 Liter 230 g Kampfer; Pulver darf aber nicht feucht sein. Poliertrommel aus Kupfer.
Vor Überbrausen grafitieren, zur Ableitung von elektrischen Ladungen (herrührend vom Äther!).
Formen des Pulvers vgl. mit Nudelattrappe-Tablettenpresse.
Prinzip des Vacuumschrankes (Erläuterung der Druckwirkung). (Pulver nicht weiter trocknen, als bis Gehalt an flüchtigen Bestandteilen auf 30—35% heruntergegangen ist; denn sonst wird Schneiden des Pulvers schwierig.)

Physikalische Eigenschaften:

Aussehen: (Jagdpulver zuweilen blaugrün vom Diphenylamin).
(zuweilen absichtliche rote, grüne Färbung).
Abmessungen s. Meßapparate) Bezeichnung der Dimensionen. Härte, Zerreiblichkeit (Fingernagel-ritzbar. Stettb. 198). Dichte.
Flüchtigkeitsbestimmung des Gelatiniermittels:
Verdunstungszeit (nach Jahren noch Geruch des Lösungsmittels). Pulver wird durch Abgabe desselben schärfer — Essig-Ester-Pulver deshalb inkonstant.
Vgl. dazu: Kampfer und Diphenylamin bilden ein Eutecticum bei 54% Kampfer vom Smp. 18—20°; daher wird Verflüchtigung von Kampfer durch überschüssigen Kampfer gesteigert. (Kampferverflüchtigung s. Jb. Mv. 1898, 69.)
Hygroscopicität: Ngl-P. nimmt weniger Wasser auf als Nc-P., andererseits Ölverdrängung durch Wasser möglich. Blättchen-P. mit Wasser kochbar ohne Verdrängung.
Lagerung unter Wasser.
Selbst Regen ändert kaum. Allerdings verlieren Man. R-P. sowie Man. Rg-P. an Kraftäußerung. (Man. Pulver + feuchte Metalloxyde: Selbstentzündung.)
Gefriermöglichkeit von Ngl-P.
Untersuchung von mikroskopischen Pulverschnitten nach Pleus.
Auftreten von elektrischen Spannungen bei mechanischer Beanspruchung der Pulver.
Bestimmung der ph-ionen.
Elektr. Aufladung beim Schütteln, Ausschütten des Pulvers. Jb. Mv. XIV, 160 (s. 431).

Chemische Eigenschaften:

Analyse: Nebenbestandteile: Stabilisatoren, Kampfer: Grafit usw.
Nitroglyzerinbestimmung im Ngl-P.
N-Bestimmung mit Lunges Nitrometer volumetrisch, ebenso manometrisch nach Wohl-Poppenberg. Ber. 35, 3493 (1902).
Azetonbestimmung in Pulvern durch Überführung in Jodoform (Jb. Mv. 1903, 150).
Spezielle chemische Pulverreaktionen.
Physiologische Reaktionen: Ngl-P. geben beim Kauen Kopfschmerzen.

Übergang zu thermischer Lagerung:
Tritt beim Lagern Zersetzung ein, so wird die dabei freiwerdende Wärme festgehalten und zersetzt ihrerseits eine neue Menge Pulver: geometrische Reihe bzgl. Zeit, bzgl. Wärme? (Lagerbeständigkeit mit Metalloxyden s. o.!)

Wärmebehandlung, -zersetzung, Zi-Versuche mit rauchschwachem Pulver. **342**

Sonnenbestrahlung = Einwirkung von Licht + Wärme:
Keine ungünstige Wirkung, da athermane Körper.
Bestrahlung mit U-V-Licht (Berthelot).

Thermische Zersetzung:
(Zersetzungskatastrophen bei Marine, Lagertemp. darf 40° nicht überschreiten.)
Von wesentlichem Einfluß ist die Höhe der gelagerten Pulverschichten; je höhere Schicht, um so schneller schreitet Zersetzung fort bis zur Entzündung.

Völlig durchgelatinierte Pulver müßten sich bei Prüfung in höherer Temperatur günstiger verhalten, weil N_xO_y schwerer abgegeben werden; aber das Umgekehrte ist der Fall; denn aus Schießwolle können die Stickoxyde entweichen, während sie vom gelatinierten Pulver festgehalten werden (Jb. Mv. 1902, 88).

In Schränken nicht weiter trocknen, als bis bestimmter Gehalt an Lösungsmitteln verloren ist (s. Trocknung).

Pulver färben mit Farbstoffen, die beim Auftauchen von N_xO_y verfärbt werden; z. B. wird rotgefärbtes Man. P. am Licht gelb-braun, beim Erhitzen im Lagerversuch strohgelb. Kalte HNO_2 wirkt ebenso (Jb. Mv. 1911, 103).

Quantitative Bestimmung der beim Erhitzen entweichenden Gase (Jb. Mv. 1912, 126): Die bei 100° entstehenden Bestandteile werden wie bei der Elementaranalyse über glühendes Cu geleitet, wobei Alkohol usw. verbrannt werden, indem reiner getrockneter Luftstrom übergeleitet wird.

Apparat von Mittasch (auch für Schießwolle) (Z. angewandte Chemie 1903, 929): Gase drücken auf Schwimmer, der in U-Rohr auf Paraffinöl schwebt, welcher sich je nach Gasabgabe hebt oder senkt. Schreibfeder an Schwimmer zeichnet Kurve.

Manometrische Erhitzungsmethode (Jb. Mv. 1909, 126).

Titrimetrische Methode (Jb. Mv. 1909, 128).

Die verschiedenen Testmethoden, die offiziell angewandt werden:

1. Jodkalistärkeprobe = Abeltest.
2. Jodzinkstärkeprobe.
3. Guttmannsche Probe.
4. Heßsche Probe.
5. Hoitsemasche Probe.
6. Thomasche Probe.
7. Probe bei 135°.
8. Vieillesche Probe.
9. Willsche Probe.

Besondere Zi-Versuche: Sensibilität.

Verpuffungsprobe (Eisenbahnverkehrsordnung).

Apparatur (neuere nach Muraour gibt höhere Werte. Nach Metz verpuffen beständigste Pulver niedriger als unbeständige, weil wahrscheinlich bei ersteren die Stickoxyde nicht so schnell entweichen können. Verpuffungspkt. nach Muraour von chem. Zusammensetzung fast unabhängig).

Verpuffungspkt. soll nicht unter 170° sein. Steigt um so mehr, je geringer Wärmeleitfähigkeit des Pulvers, je mehr Wärmezufuhr durch Luftzwischenräume gehindert wird.

Unterschied, ob Verpuffungs-Temperatur in Luft oder in anderen Gasen bestimmt wird (s. Schw.-P.).

Sensibilität größer als bei Schw.-P., aber nicht so groß, wie man nach Sensibilität der Komponenten erwarten sollte. Ngl-P. empfindlicher als Nc-P.

Reibempfindlichkeit: Hartholzzylinder von bestimmter Umdrehgeschwindigkeit, wobei Pulverprobe gerieben wird. Durch langandauerndes Reiben ist jedes Pulverstück so entzündbar. Oder mehrere Pulverstückchen werden zwischen einem Kegel aus Hartholz und einem entsprechend ausgebohrten Holzring geklemmt, nach Aufsetzen von Gewichten eine schnelle Reibung ausgeübt (andere Materialien als Hartholz verwenden!). Nur leicht entflammbare Pulver geraten in Brand.

Schlag-Stoß-Empfindlichkeit = Fallhammerprobe; Korngröße maßgebend: feines Korn unter gleichen Bedingungen empfindlicher als grobes. Ngl-P. empfindlicher als Nc-P. (vgl. Fallhammerwerte mit Entzündungstemperatur).

343 Za-Versuche mit Rschw.-P. Brennweise. Explosion. Umsatzprodukte.

Rschw.-P. schwerer zündbar als Schw.-P., deshalb Beiladung davon (Beiladung entweder Schw.-P. oder Man.-P.). (Ammonbichromat-Beiladung. Jb. Mv. 1896, 86.)

Entzündungstemperatur nach Muraour, ca. 197° (Stettb. 199).

Elektrische Funken, selbst kräftige Blitzschläge, geben nur Brände, keine Explosion.

Feuer gleitet leicht über geglättete Oberfläche hin, es haftet an künstlich gerauhter Oberfläche von Man.-P.

Schwerer zündbar als Schw.-P., weil Reaktionsgeschwindigkeit zwischen KNO_3 und S größeren Temperaturkoeffizienten hat als Zersetzung von Ngl oder Nc durch Wärme. Andererseits Ngl-P. schneller entflammbar als Nc-P., da bei gleicher Temp. Zerfall des Ngl ca. 10mal schneller erfolgt als der der Nc. Pulver muß bei Zündung so hoch erhitzt werden, daß Wärmeentbindung der eingeleiteten Verbrennung Wärmeabfluß durch Strahlung, Leitung übertrifft. Ordnungsgemäßes Verbrennen des Pulvers hängt demnach von richtiger Zündung ab; ev. durch schwache Zündhütchen Nachbrennen, durch zu starke zu hohe Gasdrücke. Bei Ngl-P. Verbrennungsgeschwindigkeit verschieden, je nachdem ob Zündstrahl ein Ngl- oder Nc-Teilchen trifft. In der Waffe findet gleichzeitige Entzündung und Verbrennung aller, auch gleich gebauten Pulverteilchen nicht statt. Nach Cranz ist zur Zündung der Pulverladung beim deutschen S-Geschoß eine Zeitdauer von 0,00067 Sek. nötig, Brenndauer bis zum Austritt des Geschosses aus dem Rohr ist 0,0018 Sek. (Vgl. unter Ballistik!)

Flächen-Randgeschwindigkeit der Entzündung nach Mache (172).

Flammpendelversuche: (Apparative Anordnung) Pendelapparat von Cronquist, bei dem die Zeitdauer bis zur Entflammung an einem durch Spiritusflammen durchschwingenden Pulverblättchen gemessen wird; gefunden bei:

Würfelpulver	24—44 mal 10^{-2} Sek.	Essigäther-P.	90 mal 10^{-2} Sek.
Äther-Alkohol-P.	54 mal 10^{-2} „	(grafitiert)	328 mal 10^{-2} „

Bei abgekühlten Pulvern geht Entflammbarkeit zurück.

Brennweise. Verbrennungsgeschwindigkeit. Offensivität.

Progressivität des Abbrennens s. bei Ballistik, da dasselbe ohne entsprechende Waffe nicht möglich ist. (753.)

Frei entzündet brennen Nc-P. mit rötlichgelber Flamme ab, ebenso ohne Vorlage im Geschütz. Ngl-P. ebenso, geben etwas weniger Rauch. Woher kommt Flamme? (Flammenfarbe s. Mündungsfeuer bei Ballistik! Vgl. gelbe Flamme und aktiver Stickstoff!)

Die kolloidalen Pulver folgen dem Piobertschen Gesetz, nämlich auch unter hohen Drücken nach parallel konzentrischen Schichten zu verbrennen. Emissionsoberflächen abhängig von der geometrischen Gestalt der einzelnen Pulverkörner. Bei Würfel, Blättchen, Röhren Unterschied: bei ersteren nimmt Emissionsoberfläche mit zunehmender Verbrennung rasch ab, bei Blättchen erfolgt Abnahme langsam, bei Röhren, deren Länge gegen Wandstärke groß ist, ist sie während der ganzen Verbrennung konstant (752, 753).

Zylinder mit d = 10 cm, Länge = 200 cm, mit 6 der Achse parallelen Durchbohrungen von n mm D hat anfängliche Oberfläche von 3247 $n^2 \pi$ mm²; ist Verbrennung um 0,25 n mm fortgeschritten, so beträgt Emissionsoberfläche 3729 $n^2 \pi$ mm², was eine Zunahme der Emissionsoberfläche um 12% bedeutet.

Derartiges Maxim-Schüppaus-P. (Jb. Mv. 1896, 85).

Verbrennungsgesetze nach Muraour-Schmidt (s. 753).

Schnelle Ausbreitung der Verbrennung auf der Pulveroberfläche: geringe Menge genügt, um Entflammungstemperatur des Pulvers hervorzurufen. Verbrennen z. B. im Luftvolumen von 35 cmm nur 3 Blättchen normales Gewehr-Bl.-P., so beträgt mittlere Temperatur in diesem Raum schon 400°. Daher wird bald nach Za-Zdg. des Pulvers die Temperatur erreicht, bei der sich das Pulver durch Zi weiterzündet (also dann Verhältnisse wie beim Motor bzw. Dieselmotor!).

Verbrennung von Röhren-P. vgl. mit Strohhalmverbrennung!

Geometrisches Abbrennen vgl. mit geometrischen Lösefiguren (z. B. bei Trinitrozoluol in Alkohol usw.). (623.)

Schießwolle darf mit Wasser nicht gefrieren, da die dann weiter verarbeitete Wolle zu große Gasdrücke gibt.

Versuche mit Rschw.-Pulvern nach den historischen Versuchen von Otto statt in Gewehren in Eisenröhren! Pulver brennend in Röhren hineinfallen lassen, senkrecht, schräge usw. Brenngeschwindigkeit?

Brennt das Pulver schneller, wenn während des Brennens Gas daraufgepreßt wird? Höherer Gasdruck.

Steigerung der Brenngeschwindigkeit durch Oberflächenänderung: Man.-P.: Auslaugen des hineingearbeiteten Salpeters, dann 4—5 Stunden in Bichromatlösung, danach in 1%ige Leimlösung (etwaige Bildung von Chromatleim durch Belichtung?).

Ferner Beeinflussung der Brenngeschwindigkeit durch Feuchtigkeitsgehalt, besonders bei Nc-P.: Zunahme der Feuchtigkeit um 1% verringert Anfangsgeschwindigkeit um 5%, den Höchstgasdruck um 20%.

Abweichung der Pulvertemperatur von 15° nach oben oder unten um 10° ändert Anfangsgeschwindigkeit um 1,1%, Gasdruck um 4%. (Flüchtigkeit nach Zerdrücken bei Trockenbestimmung darf nicht mehr als 2% sein, muß 1% sein.)

Verbrennungsgeschwindigkeit bei Pulvern, die bei verschiedenen Temperaturen gelagert wurden, s. Stettb. 200.

Über Verbrennungsgeschwindigkeit von kolloiden Schießpulvern bei tiefer Temperatur s. Muraour, Z. f. Sprengstoffw. 1934, 383.

Wärmewerte: Zusammenhang zwischen Verbrennungswärme und Geschoßgeschwindigkeit (s. Ballistik).

Kalorimetrische Bestimmungen besonders wichtig für Pulver, die mit Zusätzen versehen sind, z. B. solche zur Dämpfung des Mündungsfeuers.

Wassergefäß mittels einer Stange brennenden Pulvers erwärmen. Formel, um bei Ngl-Pulvern aus Verbrennungswärme Gehalt an Ngl zu ermitteln.

Zumischung von z. B. Al zu den Pulvern zwecks Darstellung von Zielfeuern = Markierung feindlichen Mündungsfeuers.

In Beuteln aus Haarkörperschlauch, gezündet mittels rauchschwacher Zündschnur.

Explosion.

Pulverstange aus Röhrenpulver brennt ruhig ab, wenn gezündet und so gehalten, daß Flamme von oben nach unten brennt; es kann Explosion erfolgen, wenn Stange von unten nach oben brennt. Heiß umspülen die Flammengase die Stange, so daß Überhitzung = Explosionstemperatur erzielt werden kann.

Bei zu großer Geschwindigkeit leicht Explosion. Größer bei halb- und nichtgelatiniertem Jagdpulver als bei durchgelatiniertem Militärpulver, namentlich Ngl-Geschützpulver. (753. 754.)

Analog wie bei Schw.-P. Steigerung durch Druck, also z. B. im Geschütz bei großem Widerstand.

Regelung durch besondere Oberflächenbehandlung (Stettb. 193).

Bei festem Einschluß und Zündung durch starken Feuerstrahl Explosion, bei kleinem Laderaum Detonation.

Man.-P. explodieren leichter, schon bei leichten Geschützvorlagen; es entsteht ein dem scharfen Schuß ähnlicher Knall.

Gasdrücke im Sommer höher als im Winter.

Bei starker Zündung von zusammengelagerten Mengen von Rschw.-P. mit Schw.-P. kann Explosion erfolgen!

Je dünner bei Nc-P. Blättchen, je geringer Wandstärke der Röhren, um so heftiger verbrennt Pulver.

Nc-P. verbrennen langsamer und mit niedrigerer Temperatur als Ngl-P., daher geeignet für Geschütz mit großem Ladungsverhältnis.

Je geringer bei Ngl-P. Kornstärke, um so heftiger erfolgt Verbrennung. Höhere Wärmewerte als beim Nc-P., daher für Geschütze mit kleinem Ladungsverhältnis.

Sprengwirkung (s. Schw.-P.!): nach dem Weltkrieg benutzt als Sprengmittel, gezündet durch Sprengkapsel. Gasdruck (s. 766).

Explosion-Detonation (s. bei Sprengmitteln aus Pulvern).

Wird Rschw.-P. durch Explosion von Alkohol-usw.-Dämpfen in Mitleidenschaft gezogen? Pulver ist durch Gasexplosion, z. B. von beim Trocknen entweichenden Äther nicht zur Explosion zu bringen.

Zu starke Zündhütchen können zur Explosion initiieren!

Gefahrenklasse!

Umsatzprodukte:
Rückstände kaum vorhanden. Asche von zugesetzten Stoffen?
Rauch-Schwaden: Meist Wasserdampf, hellgrau.
Raucherscheinung bei feuchter Luft stärker (s. Rauch). (923, 735.) (288.)
Rauch durchweg durch Zusatzstoffe veranlaßt.
Besonderer Rauch bei besonderen Zusatzstoffen, z. B. von Ocker (s. Rauchmittel).
Gase: Mit steigender Ladedichte entsteht CH_4.
Überschuß an C-Trägern im Pulver erwünscht, da bei Auftreten brennbarer Gase Rohr weniger ausgebrannt wird (s. Ballistik).
Gasgemenge vgl. mit dem bei Schw-P.
Untersuchung auf CO-Gehalt, um bei Erschossenen Selbstmord oder Mord festzustellen. Schußwunde bzw. dort entnommenes Blut untersuchen (s. CO-Nachweis).

344 Nitroglyzerinpulver = Ngl-Pulver. Darstellung. Eigenschaften.
3 Gruppen: (Stettb. 204).
1. Ngl-P. aus niedrig nitrierter Wolle mit viel Ngl ohne, mit Lösungsmittel = Ballistit.
Gelatinierungsmittel bleibt im Pulver.
2. Ngl.-P. aus stark nitrierter Wolle mit wenig Ngl, Azeton oder andere Stoffe als Lösungsmittel. Cordit.
Gelatinierungsmittel bleibt teilweise im Pulver.
3. Geringer Ngl-Gehalt, ohne Lösungsmittel, aber mit weichmachenden Mitteln wie Centralit usw. (Pariser Ferngeschütz). Pol-Pulver.
Gelatinierungsmittel bleibt im Pulver.
Einteilung wie bei 342 (dort auch schon Angaben von Ngl-P.).
Besonders: Nitroglyzerin-Amidpulver.

345 Nitroglyzerinpulver. Zi-Versuche.
Einteilung wie bei 342.

346 Nitroglyzerinpulver. Za-Versuche.
Einteilung wie bei 343.

347 Nitrocellulosepulver, mit anderen Kettennitrokörpern gelatiniert.
(Nitrocellulosepulver, mit Nitroglycolen gelatiniert.)
Darstellung, Eigenschaften wie bei 345.
Zi-Versuche wie bei 346.
Zi-Versuche wie bei 347.
Hexanitroäthanpulver, die bei hoher Verbrennungstemperatur doch langsam genug abbrennen (s. 338).

348 Nitrocellulosepulver, die mit Ringnitrokörpern gelatiniert sind.
Gelatinierung mit Mono-, Di-, Tri-Nitrobenzol — Nitrotoluol —, Nitronaphthalin (vgl. 379). (Nitronaphthalinester.) Gelatinierungsmittel bleibt im Pulver.
a) Reine Nc-Pulver.
b) Ngl-Pulver.
Plastomenit, Indurit (nach Kast 182).
Prüfung wie vor.

349 Nitrocellulosepulver aus unvollständig nitrierter Cellulose.
Pulver, aus der Cellulose verwandten Stoffen hergestellt, z. B. aus Disteln, Ligninen usw.
Gelatinierung mit allen Arten von Gelatinierungsmitteln, auch denen von 344, 348.
Besonderes: Stabilitätsversuche: Direkte Verwendungsmöglichkeit in Kriegsfällen.
Zi-Versuche wie bei 345.
Za-Versuche wie bei 346.
Pulver aus oberflächlich nitriertem Holzstoff (Schultze-Pulver — Kast 214).
Spiralit-Pulver aus nitriertem Papier (Kast 214).
Pulver aus nitrierter Acetylcellulose.
Prüfung dieser (evtl. als Kriegsersatz in Frage kommenden) Pulver wie vor.

Ringnitrokörper. Darstellung. Physikalische Eigenschaften bei gewöhnlicher Temperatur. 35

Nitrierungsregeln. Rohstoffgruppen. 350

Nitrierungsregeln, Nitrierungsgruppen: (warum bei Ringen keine Nitrate?).

Nitrierung = primäre Anlagerung von HNO_3 an eine aktivierte Doppelbindung und sekundäre Abspaltung von Wasser. Nitrierung ist nach Stettbacher eine Energieverminderung; die NO_2-Gruppe ist schlechtes Surrogat des O, weil immer der träge N mitgeschleppt werden muß. Flüssiger O, flüssiges N_2O_4 viel wirksamer (s. 276).

Bildungswärme der Kettennitrokörper ist +, die der Ringkörper — (Stettb. 27), daher Ringe explosiv, wenn auch nur wenig Nitrogruppen darin vorhanden.

Bei Nitrierung des Benzols werden mit jeder eintretenden Nitrogruppe 36,5, bei einfacher Veresterung der Alkohole 5 Calorien frei. Deshalb ist aber Energieinhalt des Esters nicht etwa um 36,5 — 5 d. h. um 31,5 Cal. größer. Denn dieser Wärmebetrag ist vorher bei Hydroxylierung des dem Ester zugrunde liegenden Alkohols frei geworden. Bei Hydroxylierung des Propans zu Glyzerin werden pro OH 44 Cal. frei. Energieeinbuße ist also um 44 — 31,5 = 12,5 Cal. größer, also auch hier erweist sich der Ring als überlegen (bei gleicher O-Bilanz). Eine OH-Gruppe verschlechtert den exothermen Effekt; Trinitrobenzol besser als Picrinsäure, diese besser als Styphninsäure.

Calorische Werte des O daher andere bei Ring-, andere bei Ketten-Nitrokörpern. bzw. bei Salpetersäureestern.

Bei Nitroglyzerin sind nicht die 9 vorhandenen O-Atome, sondern nur 7,5 O zur Verfügung; in Gruppe $C\text{-}H_2\text{-}O\text{-}NO_2$ gehört das mittelständige O-Atom zu den beiden H-Atomen, ebenso bei der Gruppe $C\text{-}H\text{-}O\text{-}NO_2$ ein halbes Atom. Daraus erklärt es sich auch, warum Mellithsäure mit 14% mehr O im Molekul gegenüber dem Trinitrotoluol vollkommen unexplosiv ist.

Substitutionsregelmäßigkeiten! (besonders auch bei den folgenden Nitrokörpern wie Toluolen, Phenolen usw.)

Wieviel Nitrogruppen lassen sich in Ringe hineinbringen?

Wodurch Begrenzung? Nachlassende Stabilität!

Bei Benzol symmetrische Trinitroverbindung schwer zu erhalten, weil orientierender Einfluß einer Nebengruppe wie CH_3, OH, NH_2 fehlt.

Rohstoffgruppen für Ringnitrierung: (Rohstoffmomente 007. 011. 017.)

Benzol.
Alkylbenzole (Toluol, Xylol, Cymol).
Hydrobenzole. Cyclohexan-Derivate.
Diphenyl-Triphenyl-Derivate.
Naphthaline. (Eigenart gegenüber Benzol sowie Anthracen.)
Alkylnaphthaline.
Hydronaphthaline (Tetralin, Hexalin, Dekalin).
Anthracen, Phenanthren.
Vierringe und Mehrringsysteme.

Ringe mit C-H-O-Atomen:

Phenole, 1-wertig (besonders Pikrinsäure).
Alkylphenole, Kresole.
Phenoläther.
Mehrwertige Phenole.
Diphenyläther.
Cyclohexanol, Inosit.
1- und mehrwertige Naphthole.
Anthrole, Phenanthrole.
Aldehyde, Ketone, Säuren, Ester, Chinone des Benzols.
„ „ „ „ „ des Naphthalins.
„ „ „ „ „ des Anthracens.

Heteroringe resp. Ringe mit Heteroatomen.
Halogenbenzole, -phenole, -benzolsäuren.
1-wertige Amine (Anilin).

Alkylamine (Tetryl).
Diamine, Phenylendiamine.
Diphenylamin (Hexanitrodiphenylamin).
S-Ringe — Diphenylsulfid, Hexanitrodiphenylsulfid = Picrylsulfid, Diphenylsulfon.
Naphthaline mit Halogen, S im Ring.
Anthracen, Phenanthren mit Halogenen, S.
Mehrringkörper mit Halogenen, S.
Pyridin, Chinolin und Derivate.
(Picrolonsäure = Nitrophenylmethylisonitropyrazolon.)
5-Ringkörper: Furan, Furfurol, Tiophen.
Alle möglichen Kombinationen von Ring- mit Kettenkörpern.
Sonstige Ringnitrokörper.
Nitrierung von Phyto-Zoostoffen (Ringe mit Ketten).
ev. direkte Nitrierung der Rohpflanzen-Tierprodukte.) Solventnaphtha.

351 Nitrierungsmethoden.

Nitrierung mit HNO_3 allein, mit Nitriersäuregemisch, also mit Schwefelsäure, mit Cl-Sulfonsäure, mit Sulfomonopersäure. Nitrierung der entsprechenden Sulfosäuren!
Stufennitrierung: (Temperaturmessung mit Jodstärkethermometer).
Erst Mononitroprodukt, dann Di-, dann Tri-Nitroprodukte.
Isomere: o-, m-, p-Diprodukte, vic-, as-, sym-Triprodukte.
Warum bei Dinitrobenzol das m-Produkt verwendet?
Trinitrobenzol aus o-, m-, p-Dinitrobenzol?
Sprengeigenschaft und Isomerie-Konstitution!
Nitrierung mit Kontaktsubstanzen (Hg-Salze, Jb. Mv. 1903, 32; 1904, 14. 1, 10, 11).
Nitrierung mit Nitraten: Wismutnitrat (unvermutet).
Äthylnitrat. Nitrierung bei der Carius'schen Methode der Halogenbestimmung? (s. 321).
Apparatives: Nitrier-, Scheide-, Wasch-, Zentrifugen-Apparate.
Ausbeuten bei den verschiedenen Verfahren.
Nebenprodukte: Tetranitromethan (s. 314).

352 Korngröße, Kristallform.

Körpergruppen 350.
Korngröße: Siebanalyse, Schwebanalyse (Abnahme). Böschungswinkelmessung.
Kristallform: aus Lösungsmitteln.
Mikrophotographie (binoculares Mikroskop).
Mischkristalle aus gemeinsamen Lösungen.

353 Dichte und Verdichtungsmethoden.

Körpergruppen s. 350.
Lose Nitrokörper in Flüssigkeiten, die nicht lösen (ev. in gesättigten Lösungen).
Pressen hydraulisch (etwa eingeschlossene Luft kann adiabatisch erwärmt werden und zu Explosionen Anlaß geben). (Vgl. Raketen 821.) (403.)
Verdichten durch Fallkugel aus bestimmter Höhe. Haarrisse.
Stopfen der Nitrokörper. Tablettenpresse.
Zusammenschießbare Nitrokörperkombinationen.
Geschmolzene Körper auf Zentrifuge erstarren lassen (vgl. Nitrokörper in Sprengkapseln). Geschoßfüllung!
Nitrokörper in Sorelzement.
Dichtebestimmung von losen, verdichteten Körpern.
Verschiedene Dichte von erstarrten Körpern (Jb. Mv. 1899, 15).
Änderung der Dichte durch Zumischstoffe (Dichte berechenbar aus der der Komponenten?).
Dichtebestimmung durch Ausmessen einer bestimmten Menge des Nitrokörpers mittels Wasser (Meßgefäß).
Besondere Dichte, z. B. bei Nitrokörpern in Detonationszündschnüren (s. 487), wo Verdichtungserhöhung durch Ausziehen.
(Herstellung von Staukörperformen nach Art der Sandverformung, 850.)

Festigkeitsprüfung: **354**

Körpergruppen s. 350.
Staubbildung auf der Rüttelmaschine.
Zerdrücken auf hydraulischer Presse (besonders für gegossene Körper), Preßdruck am Manometer ablesen! Bruchbelastung schwankt zwischen 5,7 und 13,5 kg/cm². (Anwesenheit niedrigschmelzender Verbb. wirkt als Bindemittel zwischen erstarrenden Körpern.) (Vgl. o. Zusammenschießen von Sprengladungen, Jb. Mv. 1902, 33.)

Hygroscopicität: **355**

Körpergruppen s. 350.
Wichtig ist Feuchtigkeitsaufnahme durch Nitrokörper unter Wasser bzgl. Sprengwirkung (vgl. Jb. Mv. 1911, 9).
Verwendung von Apparaturen wie bei Holzfeuchtigkeitsbestimmung. (084.)

Porosität **356**

Körpergruppen s. 350. (Besonders bei gepreßten Körpern.)
Körper in Paraffin tauchen, Eindringungstiefe messen. Beim paraffinierten Körper dringt bei längerem Erwärmen auf 50° Paraffin von außen in die inneren Schichten ein. (Jb. Mv. 190, 1903, 7.) (Paraffinpapierversuch.)
Hindurchsublimieren von Jod durch Nitrokörper?
Wassereindringung verhüten durch Paraffinieren, Ummantelung mit säurefreiem Papier.

Lösung und Lösungsmittel: **357**

Körpergruppen 350.
(Besonders wichtig: Wasser — Stabilitätsmoment.)
Anorganische Lösemittel (Nitriersäure).
Organische Lösemittel (besonders Aceton für alle Arten von Nitrokörpern).
Gesetzmäßigkeiten bzgl. chem. Baus von Lösemitteln und chem. Baus von zu lösendem Stoff? (Picrinsäure in Petroläther.)
Menge, Temperatur bestimmen. Löslichkeitskurven. (623.)
Lösegeschwindigkeit (verschieden bei gepreßten und gegossenen Körpern (vgl. Steinsalz). (623.) (Lösen von Nitroverbb. aus Einlagerung in Sorelzement.) (353.)
Umkristallisieren und Kristallform (s.o.).
Reinheitsbestimmung von Nitrokörpern.
Mischbarkeit mit flüssigen anderen Nitrokörpern.
Lösefiguren bei gegossenen und gepreßten Körpern: (623.)
(Vgl. mit Ätzung von Metallen bzw. Metallschliffen.) Variation: Lösemittel gegen zu lösenden Körper strömen lassen = Abart von der Strömungsmessung (Strömungskasten für Wasser mit Al). Z. B. gepreßte oder gegossene Patronen, gegen welche Wasser strömt. Hier wird Hindernis für die Strömung immer kleiner, weil es selbst allmählich aufgelöst wird. Andererseits wird dadurch, daß sich in dem Lösemittel der Stoff löst, das Lösemittel in seiner Dichte geändert, es wird schwerer.
(Vgl. mit Lösefiguren bei Brennstoffen, ferner mit Bahn eines brennenden, also immer kleiner werdenden Leuchtsterns.) (623.)
Solvatochromie.
Bestimmung des Eindampfrückstandes. Verdunstungsrückstände.
Menge, Form der Abscheidung bei mehreren gelösten Stoffen.
Gelatinierungsvermögen geschmolzener Nitrokörper vgl. bei Collodiumwolle usw.

Molekulargewichtsbestimmung. Oberflächenspannung. **358**

Körpergruppen s. 350.
Molekulargewichtsbestimmung:
Nach Rast mittels Kampfers.
Kryoskopisches Verhalten in Ameisensäure usw.
Oberflächenspannung:
Kapillaranalyse nach Goppelsröder. Stalagmometrie (Viskosität).
Tüpfelreaktionen (Aufspritztropfen — Figuren).
Kolloidchemische Prüfung.

359 Optisches Verhalten.

Körpergruppen 350.
Farbe abhängig von Zahl und Stellung der Nitrogruppen.
Bezeichnung nach Ostwalds Farbenfibel. Colorimetrie.
Nuancierung beim Erwärmen, Abkühlen (in flüssiger Luft).
Verfärbung im Licht.
Absorptionsspektrum (s. u. Salzbildung).
Färbekraft auf Papier, Stoffe: auxochrome, chromophore Gruppen. (Tier-, Pflanzenfasern.)
Gelbe Flecken von Nitrokörpern auf Anzug, im Tageslicht hellgelb, verschwinden bei elektr. Licht, ebenso Hautflecken.
Untersuchung von Stofflecken in U-V-Licht. (s. u.)
(Prüfung der verschiedenen Farben von z. B. Pikrinsäure in Wasser, Petroläther.)
Auslöschung von Fluoreszenz durch Nitrokörper (591).
Molekularbrechungsvermögen.
Röntgendiagramm.
H-ionen-Konzentration.
Isomerieen (s. 324) — Solvatochromie — Farbe der Salze (s. d.).
Stabilitätsprüfung: Gegen Licht (Zahl-Stellung der Nitrogruppen s. 359).
Haftfestigkeit der Nitrogruppen. Schutz durch verfärbte Schicht.
Verhinderung der Verfärbung durch Zusatz von Stoffen (Farbstoffe?). Wie breitet sich Verfärbung aus?
Schablonieren von Gußkörpern? Gefäßart — Glas, Metall usw. Athermane, diathermane Stoffe.
Verhalten im U-V-Licht, im Tesla-Licht.
Worin besteht Verfärbung? Welche Umwandlung?
Stabilität im Licht bei höherer Temp. (s. u.)
Lichtveränderung von Mischungen.
(Verfärbter Nitrokörper und Brisanz s. u. 377.)

36 Nitroringkörper, chemische Eigenschaften.

360 Qualitative Analyse. Bestimmung der Nitrogruppenstellung.

Qualitative Analyse — Abnahmevorschriften.
Diphenylaminprobe (s. 372).

361 Chemischer Nachweis durch Sonderreaktionen.

Alkalifärbung. (Andere basische Körper.)
Verhalten zu Papier, Pappe (Rotfärbung usw.).
Verhalten zu Holz (wichtig, ob Bauten für Munitionsaufbewahrung dadurch feuergefährlicher werden. Jb. Mv. 1902, 58).

362 Quantitative Analyse.

Analyse, quantitativ: Körpergruppen s. 350.
Direkt, in Gemischen. (Nitronfällung, Acridinfällung s. u.)
(Nitronfällung umwandeln in Nitrat.)
Titration nach Knecht-Hibbert. (367.)
Elementaranalyse (s. Analyse explosiver Substanzen).
ph-Ionenmessung.

363 Satzbildung, echte.

Körpergruppen s. 350.
Echte Salzbildner: Phenolnitrokörper.
Lagerung mit Metallen trocken, feucht, geschmolzen.
(Besonders wichtig Al-Salze: Basisches Al-Pikrat unter Fallhammer unempfindlicher als Pikrinsäure selbst. (Jb. Mv. 1902, 51.) Feuchtlagerung mit Al: Jb. Mv. 1903, 24. Einrühren von Al in Schmelzen, u. U. gegenseitige Einwirkung aufeinander. (Jb. Mv. 1903, 18 und 25.) Zu prüfende Metalle vor Einlagerung zu entfetten.
Zusammenlagerung mit Schrapnellkugeln (Jb. Mv. 1906, 16).

Schutz gegen Einwirkung von Metallen: Granaten lackieren.
Metallätzung durch Nitrokörper.
Lagerung mit Metalloxyden, anderen Metallverbindungen. Reaktion mit Glas bei Aufbewahrung (Jb. Mv. 1902, 8). Macarit = Mischung mit Bleinitrat.
Darstellung der Salze. Darstellung praktisch verwendeter Salze: Bleitricinat (481).
Gefährlichkeit und Atomgewicht (Pb, Tl usw.). Edelmetalle.
Hexanitrodiphenylaminsalze mit Metallen, Aminen.
Farbe, Spektra der Metallsalze, z. B. von Alkali-, Tl-Salzen.
Analyse der Metallsalze. (Absorptionsspektren.)

Pseudosalzbildung. **364**

Körpergruppen s. 350.
Bildungsfähigkeit — Zunahme mit Zahl der Nitrogruppen.
Einwirkung bei gewöhnlicher, höherer Temperatur von Alkali-, Erdalkalihydroxyden, Carbonaten, Amiden.
Besonderes: Ringnitrokörper und CN-Verbb.: Purpurate, Isopurpurate.
$K_6[Cu(CN)_8]$, K_4FeCy_6, KSCN.
S-Verbindungen.
Schwarzfärbung von Trinitrotoluol durch $ZnCl_2$.
(Vgl. Aldehydharz — Phenole — Persulfat. Melanine.)
Farbe der Salze. Absorptionsspektrum.
Isomeriefälle.
Analyse.

Additionsverbindungen der Ringnitrokörper. **365**

Körpergruppen s. 350.
Additionsverbindungen — Darstellung.
Kohlenwasserstoffe (Naphthalin, Anthracen, Carbazol).
Farbstoffe — Methylenblau.
Amine (Anilin, Pyridin, Chinolin).
Alkaloide. Guanidin. Eiweiß. Harnfällung durch Picrinsäure, Mexan. Fällungshöhe.
Schmelzpunkte der Additionsverbindungen.
Zersetzung — Aufspaltung bei höherer Temperatur.
Hexara + Pyridin > Picrinsäure.

Oxydation von Ringnitrokörpern. Ringaufspaltung. **366**

Körpergruppen s. 350.
Ringaufspaltung durch starke Oxydationsmittel: CrO_3 (vgl. thermisches Verhalten, Explosivumsetzung).
Chlorkalk (andere Cl-Verbindungen) spalten auf zu Chlorpicrin. (941.)
(Letzteres noch explosiv!)

Reduktion von Ringnitrokörpern. **367**

Körpergruppen s. 350.
Einwirkung von Reduktionsmitteln: Reaktion mit Sulfiten, stärker die von Hydrosulfiten. (s. 362: Reduktion nach Knecht-Hibbert mit $TiCl_3$.)
(Besonderes: Reinigung des Trinitrotoluols, ebenso Bildung von Nitrodiazotoluolsulfosäure in den Natriumsulfit enthaltenden Waschwässern des Trinitrotoluols.)
(S. Darstellung.)
Reaktion mit Formaldehyd auf Nitrokörper resp. deren Salze.
Elektrolytische Reduktion der Nitrokörper direkt, in Gegenwart von Metallen, Metalllösungen.

Sonstige chemische Reaktionen der Ringnitrokörper. **368**

Geschmolzene oder feuchte Nitrokörper — besonders Pikrinsäure — zersetzt Nitrocellulose (Jb. Mv. 1897, 2). Die Mischungen geben rasch Jodstreifen, explodieren unterhalb der Temperatur der Schießwolle.
Einwirkung chlorierter Nitrokörper auf Ringamine: z. B. Picrylchlorid und Anilin.
Zersetzung durch Laugen. Guajacol, Eugenol, Safrol.
Zersetzung durch feuchte Metalle (Al, Mg, besonders nach Ätzung).

Oxydationswirkung der Nitrokörper selbst.
Nitrobenzol bei der Skraupschen Chinolinsynthese.
Nitroverbb. oxydieren Phenol zu Vanillin.
Benzolnachweis in Form des Nitrobenzols.
Verhalten der Nitrokörper zu Festlegemitteln: Gips, Zement, Kitte, Lacke. Haftax = Chlornaphthaline usw. Paraffin, Talkum. (Eindringen in Ladung.) (Jb. Mv. 1909, 38.)

369 Physiologische Eigenschaften der Ringnitrokörper.

Körpergruppen s. 350.
Hautgifte.
Lebergifte. (Dinitrobenzol besonders giftig.)
Besonderes: Nitrierte Giftkampfstoffringkörper (s. A 9). (967.) (377.)
Gleichzeitig Brisanz und Giftkampfstoffwirkung.
(Nitro-Diphenylarsinhalogenide.) (Verstäubungsbrisanzwirkung.) (377.)

37 Wärmewirkung auf Ringnitrokörper. Stabilität. Thermische Zersetzung. Zi-, Za-Versuche. Explosion.

370 Schmelzen — Erstarren — Sieden der Ringnitrokörper.

Schmelzen. Granatentladung — H_2O-Dampf. Erstarren: Fixpunkte-Abnahme.
Mischschmelzpunkte-Mischerstarrungspunkte.
Kurven-Haltepunkte-Eutectika. Auswertung nach Rheinboldt.
Bestimmung von niedrigschmelzenden Substanzen (Thermometer mit $^1/_2{}^\circ$ Teilung).
(Eutectika mit Nitroglyzerin s. dort.)
Erstarrungszeit-Abkühlungsgeschwindigkeit (schnelle künstliche Abkühlung-Lufteinschluß). Geschoßfüllung.
Erstarren in Ruhe, in Bewegung, unter Druck (Luft. Bichels Verfahren. D. R. P. 185 957. Jb. Mv. 1911, 22).
Lunkerbildung-Größe, Form- (Gießen mit verlorenem Kopf). (Besondere Gußform. Jb. Mv. 1899, 14).
Volumkontraktion-Lunker in verschieden geformten Gefäßen.
Druckausübung auf Wände, z. B. von Trikörpern auf Metallwände.
Schleudergußverfahren, d. h. Gießen in rotierende Geschosse?
Spritzformen geschmolzener, gegossener Nitrokörper (Ausguß auf Metall, Glas, Papier. Paraffinpapier.)
Ziehen geschmolzene Nitrokörper auf, in Papier? (s. Fette).
Gefüge erstarrter, durchschnittener Zylinder (s. Kristalle).
Guß-Preß-Körper abschmelzen zum stumpfen Kegel.
Abhängigkeit der Detonationsfähigkeit von Formoberfläche.
Sublimierbarkeit. Vacuumsublimierbarkeit (s. therm. Zersetzung).
Flüchtigkeit (mit Wasserdämpfen-Dinitrobenzol).
Siedepunkte (ev. im Vacuum). Destillation.

371 Thermische Zersetzung der Ringnitrokörper.

Körpergruppen s. 350.
(Zeitlupe der Detonation!)
Stabilitätsprüfung-Testpunkte. (Vgl. Stabilität gegen Licht.) Verschieden lange Zeit erhitzen. dto. abwechselnd erhitzen und abkühlen!
Prüfmethoden wie bei rauchschwachem Pulver?
Erhitzen auf noch höhere Temperaturen, über Schmelzpunkt hinaus.
(Reagensglas, Röhren, Destillationskölbchen aus Glas, Quarz.)
Untersuchung von Rückstand, entweichenden Gasen.
Reine Nitrokörper, Nitrokörpergemische.
Erhitzen unter Druckveränderung; Druckverminderung:
Im Vakuum, z. B. im Vakuumsublimationsapparat nach Kempf (Neukonstruktion nach Langhans). Immer Vakuum erhalten bzw. so weit, daß Zersetzungsprodukte abgesaugt werden, also auf Restkörper nicht einwirken können.
Erhitzen unter Druckerhöhung: Indifferentes Gas zur Erzielung einer Druckerhöhung.
Erhitzen in zugeschmolzenem Rohr.

Erhitzen mit indifferenten, anorganischen Stoffen, schmelzend.
dto. nichtschmelzend wie Gur, Talkum usw. (Sorelzement 353.)
dto. indifferente organische Stoffe, schmelzend.
dto. indifferente organische, nichtschmelzende Stoffe.
(Zwecks Untersuchungen aus diesen Mischungen Mittelkern herausstechen!)
Erhitzen mit Stoffen, die ev. dabei reagieren:
Metalloxyde (ev. O-Abgabe = Verbrennung) (CrO_3, MnO_2 usw.).
S-Verbindungen. (Schmelze mit Na_2S.) (S-Farbstoffe — Vidalschwarz.) N-Verbindungen.
Erhitzen mit wasserfreiem $CuSO_4$, $CoSO_4$ usw.
Erhitzen mit Metallen, besonders mit Mg, Al. Alkalimetall. (Vgl. 429: Stoßexplosionen!)
Erhitzen mit allen Arten von Kohlenstoff: Katalyse?
(C vermehrt nicht CO-Menge, sondern erniedrigt sie. Vgl.: Allgemein erhöht Rußabscheidung bei Explosion das Covolumen, vergrößert damit den Gasdruck.)
Erhitzen von Nitrokörpern im U-V-Licht!
Erhitzen der Salze von Nitrokörpern wie eben der Nitrokörper selbst. (363, 364.)
Gewinnung von freiem Metall nach Patent Kast, besonders bei Edelmetallen. (378.)
Erhitzen von Additionsverbindungen der Nitrokörper wie eben der Nitrokörper selbst. (365.)

Therm. Zersetzung durch Kochen in Flüssigkeiten. **372**

Körpergruppen s. 350.
(Besonderes: Unterscheidung von symmetrischen, unsymmetrischen Nitrokörpern.)
Stabilität in Lösung: Kochen in Wasser, Alkohol usw. (Hydrolyse).
Behandlung mit kalter, heißer konz. Schwefelsäure,
dto. Chlorsulfonsäure, dto. Sulfomonopersäure.
dto. Diphenylamin-Schwefelsäure. dto. Diphenylamin-Chlorsulfonsäure, -Sulfomonopersäure.
dto. Brucin-Schwefelsäure. dto. Brucin-Chlorsulfonsäure, -Sulfomonopersäure.
Paraffinöl.
Glyzerin.
$SbCl_3$.
Chemische Zi-Versuche:
Zünden mittels konz. H_2SO_4, mittels Chlorsulfonsäure, mittels Sulfomonopersäure usw. (ev. Zusatz von CrO_3, $KMnO_4$ usw.)
Zündung mittels geschmolzener Oxyde wie NaOH s. o.! Feuererscheinung dabei (s. Houben-Weyl II. Aufl. Bd. II, 1633).
Menge der dabei abgeschiedenen Kohle!
Ebenso Verhalten von Salzen wie bei 371.

Weitererhitzung bis zur inneren Entzündung = Zi-Versuche. **373**

Körpergruppen s. 350.
Überleitung zur Verbrennung bzw. zur Explosion! Nitrokörper lassen sich nicht wie etwa Knallquecksilber durch Erhitzen zur Explosion bringen, sie erleiden zuvor therm. Zersetzung.
Erhitzen auf Platten von Ton, Asbest, Porzellan, Metall (porös, nichtporös).
(s. Knall-Hg auf Fließpapier.)
Innenzündung beim Leiten der Schmelzen durch Heißwandrohr. Länge der Leitung. s. 410. 411.
Brennerscheinung — Unterschied gegen Zündung! Rückstände — Schwaden!
(Auf 4-fach unterteiltem Porzellanteller vier verschiedene Nitrokörper erhitzen, Unterschiede feststellen!)
Salze (s. 371).

Bestimmung des Verpuffungspunktes. **374**

Körpergruppen s. 350.
Apparatur (gleichmäßige Resultate schwer zu erhalten!). (419.)
Beobachtungen (Glassplitter, Rückstände usw.).
Besonderes: Verpuffungspunkte von Nitrokörpergemischen (Kurven!).
(Zusammenhang mit Schmelzpunktskurven?)

Trinitroresorin gefährlicher als Pikrinsäure. OH-Gruppenzahl!
dto. von phlegmatisierten Mischungen. dto. von Salzen.
dto. von Additionsverbindungen usw.
dto. von Nitrokörpern statt in Glas in Metall (Will!).
dto. von Nitrokörper-Metall-Mischungen.
dto. von Nitrokörper-Metalloxyd-Mischungen.

375 Sensibilitätsprüfung = Zi-Verfahren.

Körpergruppen s. 350.

Reibprobe: Apparatur, Rückstände (Reibedraht).
Reine Nitrokörper, symmetrische, unsymmetrische. Nitrokörpergemische.
Gemisch mit anderen Stoffen wie bei therm. Zersetzung! (Sensibilität von Al-Gemischen nicht größer als bei Nitrokörpern allein, eher kleiner. Jb. Mv. 1903, 24.)
Durch Zumischung von P werden alle Nitrokörper sensibler gegen Schlag und Reibung. Z. B. Beobachtung von Rohrkrepierern durch Nitrokörper + P. (Jb. Mv. 1909, 20.)
Bearbeitbarkeit gegossener Nitrokörper z. B. durch Abstechen gefahrlos (Versuch mit Bleistiftanschärfer), dagegen beim Pressen oft Explosionen (adiabatische Kompression eingeschlossener Luft).

Schlagprobe auf Amboß (Stoffe, Stoffgemische wie oben!)
Kann hier adiabatische Kompression mitwirken?

Fallhammerversuche: Gewöhnliche, höhere Temperatur!
Fläche des zu treffenden Stoffes muß immer dieselbe sein.
Vorher im Vakuum trocknen; Versuchstemp. + 20°.
Stoffe und Stoffgemische wie oben!
Shrapnellkugeln in Fp02 auf Fallwirkung geprüft: bei Wolframkugeln, Stahlkugeln bei 5 kg und 20—30 cm Fallhöhe gezündet. Bleikugeln nur platt gedrückt. (Jb. Mv. 1911, 11.)
Gestopftes Fp02 empfindlicher gegen Stoß als gepreßtes oder gegossenes (Jb. Mv. 1910, 13). (Rolle der eingeschlossenen Luft? S. o.!)
Durchschuß durch Nitrokörperladungen: Schmelzspuren! Außerdem durchweg Anbrennen oder Verkohlen des Sprengstoffes in Nähe der Durchschußstelle erkennbar.
Empfindlichkeit geschmolzener Nitrokörper, besonders in Gegenwart von Metallen! Fällt glühendes Eisenstück auf einen Nitrokörper bzw. Sprengstoff, so kann infolge der Druck- und Wärmewirkung zugleich Explosion entstehen! Prüfung mittels erwärmten Fallhammerapparates (vgl. erwärmten Trauzl-Apparat). (Explosionsauswirkung bei Großexplosionen.)

Salze, Additionsverbindungen wie 371.

376 Äußere Zündung = Za-Versuche:

Körpergruppen s. 350.

Zündung durch Funken, Glut, Flamme: Elektr. Funken (Funkenzünder), glühende Eisenschale Thermit.
Flamme von Zündholz, Pillenlicht, Gasflamme, Knallgasflamme, Zündschnur, Celluloidstreifen. Brennende Flüssigkeiten. Flammpendel!

Nitrokörper rein, verschiedene Form, lose, gepreßt, in Seidenfäden aufgesaugt, Nitrokörper auf Papier.

Nitrokörper symmetrisch, unsymmetrisch.

Nitrokörpergemenge, Mischungen mit anderen Stoffen.

Salze, Pseudosalze von Nitrokörpern, Additionsverbindungen.

Mischungen mit O-abgebenden Substanzen: Macarit!

Brennweise: Flammenform, Flammenfarbe (woher Flamme?).
Offen, in geschlossenem Raum abbrennen: In diesem Falle Explosionsmöglichkeit?
In offenem Eisen-, Platin-Tiegel abbrennen!
Beobachtung bei Großbränden: Fauchen als Begleiterscheinung, Umherspritzen des brennenden Nitrokörpers.
Geben Salze resp. Additionsverbindungen mit Spektralsalzen resp. Spektralmetallen beim Abbrennen Spektralfarben?
Nitrokörper direkt, z. B. in Blöcken abbrennen! (In Sorelzement 353.)
Mischungen von Nitrokörpern untereinander.

Mischungen mit andren Stoffen: Salzbildner wie Na_2CO_3!
Mischung mit O-abgebenden Stoffen, mit S-, N-Verbb.
Mischungen mit Metallen vgl. Ammonale!
Salze: Die heftigere Reaktion der Metallsalze daraus erklärbar, weil verstaubtes Metall infolge besserer Wärmeleitung Feuer besser überträgt. Vgl. Antiklopfmittel! (169.)
Atomgewicht des betreffenden Metalls! (Vgl. Grf 88 und Al Jb. Mv. 1903, 24.)
Abbrennen mit Auergemisch (Th—Ce)! Leuchten? (s. 559.)

Brenngeschwindigkeit — Brenndauer:
Meßapparaturen, Blechrinnen wie bei Rschw.-P. Gesetzmäßigkeiten? (Stettb. 247.)
In gepreßtem Zustande Geschwindigkeit kleiner; daher können Handgranaten gepreßt, aber nicht lose abgebrannt werden.

Vernichtung von Nitrokörpern durch Abbrennen!

Besondere Verbrennung: In Kalorimeterbombe, d. h. unter Druck!
(u. U. Detonation, s. u.). Um zu schnelle Vergasung zu vermeiden, wird Nitrokörper in der Kalorimeterbombe in Pillenform verbrannt.
Untersuchung, ob Umsetzung des Nitrokörpers im Kalorimeter verschieden verläuft, je nachdem man ohne oder mit O-Druck verbrennt? (600.)
Statt O andere Gase aufdrücken: N_2 resp. CO_2 usw.
Kalorimeter unter Unterdruck bringen, Luft abpumpen: Nitrokörper muß doch zündbar sein!

Durch Kalorimeterversuche Wärmewerte ermitteln: (600.)
Wärmeleitfähigkeit der Nitrokörper und Salze.
Ermittlung der Verbrennungswärmen, Bildungswärmen usw.
Ermittlung der Verbrennungstemperatur.
Welche Stoffe werden durch brennende Nitrokörper gezündet? Welche anderen Sprengstoffgruppen? Zusammenlagerungsmöglichkeit?

Sprengtechnische Prüfung. Explosion — Detonation: **377**

Körpergruppen s. 350.

Erhitzen in Glasröhen: Wandstärke — vgl. Drucke in Glasrohr beim Bombenofen — Ullmannrohr —. Länge, Durchmesser und Stoffmenge! Buntes Glas.
Waagerecht, senkrecht eingebaut, schräg eingespannt. 1-, 2-seitig offen, geschlossen. Gebogene Röhren. Röhren mit Über-, Unterdruck! (Splitterwirkung.)
Knackfunken bei Dunkelbeobachtung; zweckmäßig Spiegelapparat. Photographische Aufnahmen. (714.)

Initiierversuche: Erhitzen in Glas, in dem unten etwas Knall-Hg vorhanden ist. Ev. Zünden durch konz. Schwefelsäure.
Zündbar, wenn als Ladung in Detonationszündschnur durch Ziehen verdichtet? (785)

Bestimmung der Grenzinitialen!
Besondere Zündung mittels des Zündladungskörpers (s. Explosion!). Verhältnis der spez. Gewichte der Zündladung, des eigentlichen Sprengstoffs und des zündenden Stoffes!
Phlegmatisierungsversuche: Talkum, Paraffinöle, Kochsalz und Trixyl nach Wöhler. (s. Sprengtechnik 788.)
Erreichen der Detonationstemperatur ohne Zünder: Schiffsgranaten! (788.)
Wassergehalt von bestimmter Menge an läßt eine einwandfreie Detonation nicht mehr zu; auch Art von Phlegmatisierung! (Jb. Mv. 1903, 8.)

Weiterwirkung der Detonation, z. B. auf eingeschlossenen Giftkampfstoff! Verstäubung des Stoffes, also nur physikalische Verteilung, aber keine chemische Zerspaltung? Versuche! (Versuche mit Detonationen in Kalorimeterbomben.) (967.)
Besonderes: Giftkampfstoffe mit Nitrogruppen ausrüsten, um sie als solche direkt verstäuben zu können? Z. B. Nitrodiphenylarsinchlorid (s. 369).

Ermittlung der Detonationstemperatur: Stahlstücke geschmolzen blau angelaufen (Stettb. 413, 93: Os-Metall und elektrisch niedergeschlagener Kohlenstoff. Im ersteren Fall verdampft Os, im zweiten Diamantbildung. Schmelzen eines Platindrahtes nach Munroe.
Zusatz von Auergemisch (Th + Ce-Salz): Leuchterregung (s. 559).
Messung der Detonationsgeschwindigkeit nach Dautriche (Entspr. Versuche mit Zündschnur resp. mit Glimmpapier).

378 Umsatzprodukte bei Verbrennung und Explosion — Schwaden.

Körpergruppen s. 350.

Schwadenanalyse = Analyse der entwickelten Gase + Rauch. (739.)

Entnahme (Kasts Apparatur).

Entnahme aus Kalorimeterbombe.

Analyse (besonders CO-Gehalt) (Rückschluß auf Gase im Moment der Detonation, auf Verbrennungsgleichung).

Rauch anders bei vollständiger als bei unvollständiger Verbrennung. Farbe bläulichweiß bzw. braun (s. Rauch).

Rußmengen der Nitrokörper und ihr Gehalt! (Vgl. Rußgehalt bei verschieden substituierten Benzolen, Naphthalin, Anthracen). Menge steigt mit fallendem O-Gehalt.

Untersuchung der Detonationsschwaden: (s. Rauchgasuntersuchung). (739.)

Rauchgasprüfer. Sekundärreaktionen — Abkühlung — s. dort. Rückschluß auf Verbrennungsgleichung! Nachflammer in Detonationsgasen! Rauchmenge, Rauchfarbe. (Rußmenge und Co-Volumen, Stettb. 77.)

Salze geben gegenüber den Nitrokörpern kaum Asche! Kohlenmenge steigt an mit abnehmendem O-Gehalt, ferner mit Explosionsdruck. Zusammenhang mit der C-Abscheidung bei therm. Zersetzung? (Metallrückstand 371.)

Vgl. Trinitrotoluol mit 15 Mol. C; Pikrinsäure mit 7 Mol. C; Tetryl mit 2,5 Mol. C. Gefahrenklasse!

379 Besondere Explosionsmomente der Ringnitrokörper.

Verwendung von Nitrokörpern als Schießmittel:

Nitrokörper direkt, d. h. allein. Salze von Nitrokörpern, z. B. Ammoniumpikrat.

Mischungen von Nitrokörpern mit anderen Stoffen, besonders mit anderen Schießmitteln. (Vgl. Brugère-Pulver, ferner Kast p. 182, 210.) (Picratpulver.)

Vorteile, Nachteile dieser Pulver gegenüber den heutigen Pulvern!

Untersuchung der Schießwirkung wie bei Schießmitteln, s. 348.

Besondere Sprengkompositionen mit Nitrokörpern:

Darstellung, Eigenschaften von Lösungen, Emulsionen usw. von Schießwolle, Collodiumwolle in Ringnitrokörpern, flüssigen resp. in geschmolzenen Nitrokörpern (z. B. Indurit aus Nitrocellulose in Nitrobenzol).

Prüfung besonders der sprengtechnischen Eigenschaften dieser Kombinationen!

Besondere Dynamite mit Ringnitrokörpern:

(Verhinderung der Gefrierbarkeit der Dynamite?) (Verwendet beim Bahnbau des Jungfrautunnels.)

Sogenannte Sicherheitsdynamite (Stettb. 240): Entweder Nitrogelatinedynamite mit Ringnitrokörpern oder dinitrochlorhydrinhaltige Ammongelatine, z. B. aus Dinitrochlorhydrin mit 15—20% Nitroglyzerin + 6—12% Dinitrokörpern des Toluols oder Naphthalins.

Wenig gefrierbar! Eutectische Gemische von Ringnitrokörpern mit Nitroglyzerin, also Ringnitrokörper als Phlegmatisierung (Formeln von Nauckhoff). Flüssiges Nitrotoluol phlegmatisiert besser als feste Ringnitrokörper, drückt aber auch Brisanz herunter, deshalb meistens halbfestes Dinitrotoluol.

Zusatz von Oxydationsmitteln zu Ringnitrokörpern:

Ammonsalpetermischungen mit Ringnitrokörpern: Donarit aus 80% NH_4NO_3 + 3,8% Nitroglyzerin + 12 % Trinitrotoluol + 4 % Roggenmehl. Zusatz von Nitroglyzerin vorgeschrieben, um Detonationsübertragung zu gewährleisten, wenn Patrone durch Feuchtlagerung gealtert ist, ferner um Hygroskopicität zu vermindern.

Roburit enthält neben NH_4NO_3 Dinitrobenzol.

Gießbare Mischung für Kriegsgranaten:

60% Trinitrotoluol.
40% Ammonsalpeter (Kast).

Ammonale für Geschoßladungen:

16% resp. 10% Al (als Gries),
72% „ 70% Ammonsalpeter,
12% „ 20% Trinitrotoluol.

Thermoexplosiver Zerfall von Fulminaten, Aziden. 38

Darstellung von Knallquecksilber. 380

Howard-Verfahren: Gang der Reaktion, Aufklärungsstufen. 0
Unvermutete Bildungsweisen. 1
Variation der Mengenverhältnisse. 2
Rolle der salpetrigen Säure. 3
Ersatz des Alkohols durch Aldehyd usw. 4
Graues, weißes Knallquecksilber; Bleichwirkung? 5
Kontinuierliches Verfahren.
Mutterlauge. 6
Kondenslauge. 7
Andere Methoden: Aus Malonsäure. 8
Aus Nitromethan-Hg. 9
Wann entsteht das Nitrat des Trimercuraldehyds als Nebenprodukt?
Vakuumtrockner.

Darstellung anderer Fulminate als Hg-Fulminat. 381

Direkte Darstellung anderer Fulminate, z. B. Silberfulminat. (Liebigs Versuche.) 0
Umwandlung von Hg-Fulminat in andere Fulminate. 1
Alkalifulminate. Erdalkalifulminate. Cadmiumfulminat.
Doppelfulminate: 3
Silberknallkalium, analog dem Silbercyankalium.
Natriumferrofulminat, analog dem Natriumferrocyanid. (Nef, Ann. 280, 334.)

Fulminate: Eigenschaften, physikalische, chemische. 382

Kristallform (weiß, grau). Korngröße. 0
Löslichkeit. (Bei Umkristallisation wird nur weißes Fulminat erhalten.) 1
Dichte. Pressen — Totpressen (s. u.). 2
Lichtwirkung. (Quarzlampe, U-V-Licht.) 3
Molekulargewichtsbestimmung (Knallnatrium — Wöhler). 4
Chemischer Nachweis: Methoden nach Langhans: 5
Eisenalaunreaktion. Überführung in Bromnitrosomethan (312). Reaktion mit Vanadinsalz. Reaktion mit Phenylhydrazin. (Anwendung dieser Reaktion auch in Zündsätzen.)
Quantitative Bestimmung mit Thiosulfattitration. 6
dto. mit Titration nach Langhans. Hg-Bestimmung elektrolytisch.
Nachweis von Oxalaten in Fulminaten. (397.)
Stabilität gegen Wasser. 7
dto. gegen Säuren. dto. gegen Laugen.
Besonders gegen Luftkohlensäure (s. Azide). Mit HCl entsteht Hydroxylamin.
Verhalten zu Gummilösung (Ansetzen von Knallsatzpillen).
Verhalten gegen Chlorate (Knallsatz). Verhalten zu Metallen, Metalloxyden.
Chemische Vernichtung von Fulminaten, Fulminatsätzen: 8
Salzsäure. Thiosulfate. Sulfide.
Darstellung sowie Eigenschaften freier Knallsäure. 9
Umsetzung zu Fulminursäure und anderen Verbindungen. Metafulminursäure.
Konstitutionsbeweis: Vergleich mit Zyanaten usw.

Fulminate. Thermische Zersetzung. Zi-Versuche. 383

Nachweis, daß Fulminate endotherm gebildet sind. 0
Thermische Zersetzung: Direkt durch Wärme. 1
Pyrofulminbildung! (Temperaturen!) Tropenlagerung! Bildung durch Totpressen.
Knallquecksilber (graues, weißes). Andere Fulminate.
Fulminat-Chlorat-Sätze.
Untersuchung des Pyrofulmins. 2
Zusammenhang mit Fulminat. (Kristallform.) (Vakuumsublimation.)
Zurückführung in Fulminat unmöglich!
Sprengtechnische Eigenschaften des Pyrofulmins: 3
Nicht mehr sprengkräftig. Im Gemenge mit Fulminat nicht mehr sprengkräftig.
Verpuffungspunkt: Fulminate allein (grau, weiß). 4
Fulminat-Chlorat-Mischungen. Phlegmatisiertes Fulminat.

5 Erhitzen auf Papier. Troisdorfer Methode des Papierdurchschlags. Porzellan, Ton.
6 Chemische Zündung: Konz. Schwefelsäure zündet.
Chlorsulfonsäure, Sulfomonopersäure.
Fulminate allein, Fulminat-Chlorat-Mischungen. (Fulminat grau, weiß.)
7 Sensibilitätsprüfung:
Fulminate allein, in Chloratmischungen usw. Reibprobe (Reibedraht). Amboßschlagprobe. Fallhammer bzw. Fallpendel.
Knall-Hg lose, gepreßt.
8 Einfluß von Feuchtigkeit. (Prüfung unter Wasser!)
Einfluß von Verunreinigungen, z. B. von Oxalaten:
9 Knall-Hg gegen Schlag empfindlicher als Silberoxalat,
gegen Wärmeeinfluß umgekehrt (s. 39).
Unterschied von weißem und grauem Knall-Hg?
Besonderes: Reine Knall-Hg-Munition in Teschings!
Totkühlen von Knallquecksilber. (384.)

384 Fulminate: Za-Versuche. Brennweise — Explosion. Umsatzprodukte.

Zündung durch Funken (elektrisch), Glutzündung.
Flammenzündung. (Zündschnur, Celluloidstreifen.) Flammpendel.
Fulminate allein, lose, gepreßt (grau, weiß), Fulminat-Chlorat-Mischungen.
Besondere Zündung: Zündung im Vakuum (nur direkt von Feuer getroffene Teile explodieren). Zündung unter bestimmtem Einschluß. Zündung unter Wasser, Thiosulfat usw.
Sind mit flüssiger Luft gekühlte Fulminate noch zündbar? (Vgl. mit flüssiger Luft gekühlte Sprengkapseln.) (s. 383.)
Brennweise: Flammenart, -form? Woher Flamme? (CO.)
Flammenfarbe, spektral? Flammendauer. Meßmethode.
Vernichtung von Fulminaten resp. Knallsätzen durch Zünden und Abbrennen mit Feuer!
Verbrennung im Vakuum (s. o.) vgl. mit der der Azide!
Phlegmatisiertes Fulminat. (Heßsche Zündschnur.)
Wodurch geht Verbr.-Geschw. zurück, wenn Fulminat in Collodium eingebettet ist? —(Engl. Pat. 3238. Vgl. mit Ölphlegmatisierung, z. B. Öle als Kernbildungsmittel in Gießerei. Jb. Mv. 1903, 45.)
Übergang der Deflagration — Verbrennung — in Detonation:
Knall-Hg lose auf Papier brennt angezündet ruhig ab, blitzartig funkend — Fulminat! —. Ist es dagegen in Sprengkapseln gepreßt, so geht bei Zündung durch Flamme die oberste Schicht in Deflagration über, die dann selber zur dynamischen Stoßzdg. wird. Der Druck steigt infolge der zunehmenden Reaktionsgeschwindigkeit so an, daß er als Stoß auf die unten liegenden Schichten wirkt: nicht nur Druck, sondern auch Drucksteigerung in Zeiteinheit ist vermehrt.
Wärmewerte (s. o. Bildung endotherm):
Verbrennungswärme. Verbrennungstemperatur.
Umsatzprodukte:
Schwadenanalyse von Fulminaten allein, von Mischungen mit Chloraten, mit Zündsatzmischungen.
Keine Verbrennung, sondern therm. Zersetzung: $Hg(CON)_2 = Hg + 2\,CO + N_2$.
Zersetzungsflamme von CO her (ist im Spektrum CO nachweisbar?). (Bei Anwesenheit von Chlorat dagegen CO_2 vorhanden, spektral nachweisen!)
In welcher Form wird das Hg erhalten? (s. o. bei Nitroringkörpern das Kastsche Patent: Gewinnung von fein verteilten Metallen).

385 Alkaliazide. Erdalkaliazide.

Darstellung (Kast 428). $NaNH_2 + N_2O$. Besonders Ammoniumazid.
Eigenschaften: Durchweg nicht explosiv! Grund? (Kast 425.)
Kristallform. Löslichkeit.
Ammonazid verdunstet, so daß kleine Mengen ganz verschwinden.
Chemische Analyse.
Explosivität: Beim Erhitzen meist nur Verpuffen, Ammonazid sublimiert über 100° wie Salmiak, bei schnellem Erhitzen in offenem Glas heftige Explosion.

Ammonazid gibt von allen Sprengstoffen größte Gasmenge!
Umkehrung der Lassaigneschen Probe: Prüfung auf C in Eisen (s. 058,5. Journ. pract. Chemie 95, 53 — 1917.) (s. 058.)

Schwermetallazide. (Besonders Bleiazid.) Darstellung. **386**

Fällung des Azids aus Na-Azid-Lösung + löslichem Schwermetallsalz, z. B. von Bleiacetat. Kontinuierlicher Fabrikbetrieb.
Fällung darf nur kleine Kristalle ergeben, weil sonst durch Zerbrechen größerer Kristalle Detonation.
U. U. Zusatz von Substanzen, die Kristallisation verzögern? Kristallisation in Bewegung. Gefäßmaterial Nickel, dann Glas. (Umsetzung mit anderen Metallen.)

Gewinnung anderer Schwermetallazide durch Umsetzung mit Na-Azid oder Bleiazid!

Wodurch unterscheidet sich die Darstellung anderer Schwermetallazide von der des Bleiazids?
Bildung dieser Schwermetallazide durch Stehenlassen von Bleiazid in einem Gefäß aus dem entsprechenden Metall?

Schwermetallazide: Eigenschaften, physikalische, chemische. **387**

Aussehen — Kristallform: Übergang von kristalliner Form zu kolloidaler = Ursache der Selbstexplosion?
Zwei Formen: Alpha-, Beta-.
Dichte: Totpressen wie bei Fulminaten unmöglich!
Löslichkeit: Auskristallisation in großen Kristallen zu vermeiden wegen Selbstexplosionsgefahr!
Verdunstbarkeit wie bei Ammonazid? (385.)
Lichteinwirkung: Silberazid geschwärzt wie alle Ag-Halogenide. Röntgendiagramm.
Chemische Eigenschaften: Analyse (Abwesenheit von basischem Azid!).
Quantitative Analyse. (Metallelektrolyse?) N-Abspaltung? (s. u.!)
Stabilitätsprüfung: Veränderung am Licht s. o. (U-V-Licht).
Verhalten zu Wasser.
dto. zu Säuren, z. B. Kohlensäure (Azide lose, in Kapseln gepreßt: Azide durch CO_2 zersetzt). dto. zu Laugen.
dto. zu anderen Metallen: Kapselmaterial nur Al, da z. B. in Cu Bildung von Cu-Azid, selbstexplosiv. dto. zu Auflagen wie Tricinat.
Chemische Vernichtung von Aziden resp. von Azidkapseln:
Alle Azide durch Eintragen in verd. HNO_3 zerstört, noch schneller durch Zugabe von $NaNO_3$, wobei alle N_3H sofort in N übergeht.
Darstellung von freier Stickstoffwasserstoffsäure: Direkt aus Aziden.
Andere Bildungsweisen.
Eigenschaften, physikalische, chemische. Eigenschaften, sprengtechnische.
Versuche betr. Darstellung von Pentazol N_5H (Curtius, Ber. 1915, II 1614).

Azide: Thermische Zersetzung. Zi-Versuche. **388**

Nachweis der endothermen Bildung, daher Zerfall exotherm ohne Verbrennung in Elemente.
Thermische Zersetzung, über 200° (Kast 430).
Verpuffungspunkt: Azide allein, im Gemisch mit anderen Stoffen.
Phlegmatisierte Azide.
Erhitzen auf Papier: Troisdorfer Methode des Durchschlags. (Vgl. mit Fulminat.)
Porzellan, Ton, Azide allein, Azidgemische.
Chemische Zündung: Konz. Schwefelsäure, Chlorsulfonsäure, Sulfomonopersäure.
Azide allein, Azidgemische.
Sensibilitätsprüfung: Azide allein, Azidgemische. Azide gepreßt. Reibprobe (Reibedraht): Cd-Azid detoniert beim Ankratzen mit Hornspatel. (Warum gerade Cd-Salz? Atomgewicht!) Empfindlichkeit nimmt zu mit Korngröße!
Amboßschlagprobe: Azide lose, gepreßt. Fallhammer, Fallpendel.
Einfluß von Feuchtigkeit (Explosion unter Wasser).
Einfluß von Verunreinigungen.

389 Azide: Za-Versuche! Brennweise — Explosion. Umsatzprodukte.

Funkenzündung: Vorlage von Tricinat, da Azid allein nicht direkt zündbar. (Verhalten sich darin alle Azide gleich?)

Glutzündung. Flammenzündung — Flammpendel.

Azide allein, Azidgemische mit anderen Stoffen (Tricinat).

Oberflächlich vergilbtes Azid verhält sich gegen Glutzündung wie unzersetztes, gegen Flammenzündung schlechter.

Besondere Zündung: Frei, eingeschlossen gezündet.

Zündung im Vakuum (s. Fulminate): Bleiazid detoniert im Gegensatz zu Fulminat.

Sind mit flüssiger Luft gekühlte Kapseln noch zündbar?

Zündung durch Bleitricinat. (363. 481.)

Brennweise: Flammenart, Flammenfarbe! Woher Flamme?

Spektraler Nachweis möglich? Flammendauer. Meßmethoden?

Vernichtung von Aziden, Azidgemischen durch offenes Feuer unmöglich?

Geht wie bei Fulminaten Verbr.-Geschw. zurück, wenn Azid in Collodium eingebettet wird? (Art Heßscher Zündschnur.)

Übergang der Verbrennung — Deflagration — in Detonation wie bei Fulminaten.

Wärmewerte: Verbrennungswärme, Verbrennungstemperatur.

Umsatzprodukte:

Schwaden von Aziden allein, von Azidmischungen (ev. + Tricinat).

In welcher Form wird dabei das Blei usw. erhalten?

Spritzfiguren bei Detonation von Bleiazid am Platindraht (vgl. mit Bleiplattenspritzern 771). (Ebenso Leuchterscheinung vgl. bei Explosionsstoß 784.)

39 Thermoexplosiver Zerfall von Verbindungen (außer Metall-Fulminaten, Metall-Aziden).

390 Besondere Verbindungen der Stickstoffwasserstoffsäure:

Chlorazid N_3Cl. Darstellung. (Vorlesungsversuch von Hofmann.)

Eigenschaften, physikalische, chemische. (715, 716.)

Explosiveigenschaften. Therm. Zersetzung, Zi-Versuche. Za-Versuche, Brennweise. Detonation. Umsatzprodukte.

Bromazid. Darstellung. Eigenschaften. Explosiveigenschaften.

Jodazid. dto.

Cyanazid. dto.

Cyanurtriazid. Darstellung. Eigenschaften. Explosiveigenschaften. (Initiator?)

Azidothiokohlensäure-Salze (Hofmann 139).

Triazidotrinitrophenol = Triazidopikrinsäure.

Darstellung. Eigenschaften. Explosiveigenschaften.

391 Diazoverbindungen von Ketten.

(Eigenart der Diazogruppe.)

Diazomethan. Darstellung. Eigenschaften. Explosiveigenschaften.

Diazoäthoxan.

Diazoessigester, andere Diazosäureester.

Diazotetrazol.

Tetrazen = Guanylnitrosaminoguanyl-Tetrazen (Stettb. 339).

Darstellung. Eigenschaften. Explosiveigenschaften.

392 Diazoverbindungen von Ringen.

(Struktureigenart: Diazoverbb. explosiv, dagegen Azo-, Azoxy-Verbb. nicht explosiv. S. 073.)

Diazoverbindungen einfacher 1-Ringe: Darstellung.

Eigenschaften (Salze: Syn-, Anti-Diazotate). Diazotypie.

Explosiveigenschaften. Warum Salze nicht explosiv?

Verminderung der Entzündlichkeit z. B. für Farbstoffgewinnung durch Zusatz von Alaun. (Ullmann!)

Die entsprechenden Aryldiazoniumfluoride sind auch in trockenem Zustand unexplosiv!
Besonders Diazobenzolnitrat!
Diazobenzolsulfosäure = besonderer Diazokörper.
Diazobenzolperbromid. Diazobenzolimid.
Darstellung. Eigenschaften. Explosiveigenschaften.
Diazoverbindungen von 1-Ringen mit Aktivgruppen: besonders von Nitrokörpern.
Nitrodiazobenzolperchlorat. (Wichtig! Perchlorat!)
Darstellung. Eigenschaften. Explosiveigenschaften.
(Entzweibrechen der endothermen Brücke unter Energieabgabe.)
Dinitrodiazophenol (Kast 433).
Darstellung aus Na-Picramat. Eigenschaften. Explosiveigenschaften.
Dinitroazobenzole (verpuffen, explodieren weniger).
Azopikrinsäure. Darstellung. Eigenschaften. Explosiveigenschaften.
Diazoverbindungen von Mehrringen.
Hier läßt der Explosivcharakter so weit nach, daß man mit diesen Stoffen z. B. für Farbstoffzwecke ruhig arbeiten kann.
Naphthalin. Anthracen. Phenanthren. Mehr als 3-Ringe.

Halogenstickstoffverbindungen. **393**

Fluorstickstoffverbindungen wie NF_3.
Darstellung. Eigenschaften. (715, 716.)
Explosiveigenschaften: Durchweg viel stabiler als die entsprechenden Cl-Verbb., nur u. best. U. explosiv (Ch.-Ztg. 1935, 395).
Stickstoffoxyfluorid = Kampfgas, explosiv (ebendort).
Chlorstickstoff.
Darstellung. (Unvermutete Bildungsweisen.)
Eigenschaften. Explosiveigenschaften.
Auslösung durch Terpentinöl.
Explosion in Wasserstoff + Chlor = Chlorknallgas. Doppelexplosion?
Homologe des NCl_3: Dichlormethylamin $NCl_2—CH_3$ (Kast 388).
Darstellung (D. R. P. 301 799!) Eigenschaften.
Explosiveigenschaften (als Sprengstoff versucht).
Bromstickstoff: Warum fällt dieser aus?
Jodstickstoff:
Darstellung der verschiedenen Produkte. (Einheitlichkeit?)
Unvermutete Bildung. Eigenschaften.
Explosiveigenschaften: Auslösung durch Stoß, HCl. (Schallwellen zweifelhaft.) (785.)
Ausstoßung von violetten Joddämpfen! (Nicht braun!)

Schwefelstickstoff und andere S-N-Verbindungen. **394**

Schwefelstickstoff. Darstellung.
Eigenschaften. (715, 716.)
Explosiveigenschaften (Verwendung als Zündsatzmaterial).
Rhodanverbindungen: Also solche, d. h. ohne Aktivatoren, explosiv?
(Analogon zu Fulminaten.)
Sulfocyansäure, -salze. Rhodan.
Kupfer-Ammonium-Thiosulfate, Bleithiosulfat (477) thermexplosiv?

Knallmetallverbindungen mit Ammoniak. **395**

Knallsilber von Bertholet: Darstellung (unvermutet). Bildung aus Lösungen zur Versilberung.
Eigenschaften. Explosiveigenschaften. (Besonders Edelmetalle; warum?) (715, 716.)
Knallgold (Stettb. 6).
Aus AuCl $+NH_3$ entsteht Amin, das mit Alkali expl. Nschlg. gibt (Hofmann, 542).
Knallplatin.
Knall-Os, -Jr-, Rh-, Ru-, Pd-Verbindungen?
Na und Ammoniak (Hofmann, 416).
Na-Amid nimmt an Luft O auf; teilweise oxydierte Produkte explodieren bei 160°.
Hg und Ammoniak resp. NH-Verbb. (Hofmann, 511).

Millonsche Base gibt in trocknem NH_3 eine beim Reiben oder Erhitzen heftig explodierende Substanz.
Cupronitride aus CuN_2O_6 + K-Amid sind explosive Niederschläge (Hofmann, 528) (dto. 408: $Cu+NH_4Cl$).
Metallverbindungen statt mit NH_3 mit Hydrazin, Hydroxylamin.

396 Cyanverbindungen.
Explosive Eigenschaften der Blausäure selbst (Arbeit von Wöhler).
Oxycyanide, z. B. Hg-Oxycyanid;
Darstellung.
Eigenschaften. Explosiveigenschaften. (715, 716.)
Metallverbindungen mit Cyanamid usw. Silbercyanamid (Lemoult Compt. rend. 125, 782.) aus Silbernitrat + Cyanamid = explosiv.

397 Oxalate.
Silberoxalat-Darstellung.
Eigenschaften. (715, 716.)
Explosiveigenschaften.
Quecksilberoxalat: Mercuro-Mercuri-Oxalat (Unterschied!).
Darstellung.
Eigenschaften.
Explosiveigenschaften (Atomgewicht von Ag, Hg). (046, 382.)

398 Azetylen und Azetylenverbindungen.
Azetylen zerfällt thermexplosiv, wenn es auf 2 atü komprimiert ist (111), bei 7 atü wieder unexplosiv.
Metallazetylenide (Gegensatz zu Calciumkarbid usw.!).
Darstellung der Azetylenide von Cu, Ag, Hg, (Atomgewichte!). In der Kälte wird Azetylen von pyrophoren Metallen wie Fe, Co, Ni adsorbiert, zuweilen unter Erglühen (Moissan-Mureu-Compt. rend. 122, 1240).
Besondere Darstellung der verschiedenen Azetylenverbindungen!
Aus sauren, neutralen Lösungen (aus Leuchtgas).
Eigenschaften. (715.) (716.)
Explosiveigenschaften (Hofmann, 328).
Zerfall ohne Gasentwicklung, Mitwirkung der umgebenden Luft? Im Vakuum keine Explosion. (Enthält also Ag_2C_2 immer etwas verunreinigendes Ag_2O, so daß bei Explosion immer etwas Gas = CO entsteht? Stettb. 37.)
Vgl. Azetylenkupfer mit Gummiwasser zu Zündpillen angerührt. (455.)
Dichlorazetylen: Selbstexplosionen = Thermexplosivzerfall = Ursache der Stoßexplosionen von Staudinger. Aufklärung durch Lenze-Metz. (429.)
Darstellung nach Metz (vgl. bei Azetylen).
Eigenschaften.
Explosiveigenschaften.

399 Sonstige thermexplosive Stoffe.

Zündmittel. 4

Zündung bedeutet: Feuererzeugung an einem Brennstoff. Die zündende Energie immer Wärme, wie jeder chemische Vorgang durch Wärmeänderung ausgezeichnet ist. R-G-T-Regel 629. Ursache der Zündung ist verschieden: Entweder ist bereits Wärme vorhanden in Form von heißem Material, von sichtbarem Feuer (Funken, Glut, Flammen) oder Wärme muß erst erzeugt werden, und zwar auf andere als kalorische Weise, z. B. durch mechanische, chemische, elektrische Energie. (Ganz für sich steht die Zündung durch Strahlung, sei es durch Ultraschall-, Ultralichtwellen, durch elektrische oder durch Korpuscularwellen.) Deshalb Unterscheidung in Zi- und Za-Methoden, d. h. in Methoden der Zündung mit unsichtbarem und mit sichtbarem Feuer. Schichtenweise Fortpflanzung der Feuereinleitung! Zündung ist Geschwindigkeitsfaktor: bei Feuereinleitung reagieren Aktiv- und Passivbrennstoff schnell im Gegensatz zur langsamen Oxydation!

Primärzündung ohne Zündstoff, mechanisch, chemisch, elektrisch. 40

Reibzündung bei festen Stoffen. 400

Stoffeinteilung: Nichtmetalle, Metalle, Kohlenstoff, C-Verbindungen.
Wichtig bzgl. der Stoffe ihre Wärmeleitfähigkeit, deshalb scheiden Metalle durchweg aus.
Physikalische Reibung (Coulombs Gesetz: R unabhängig von Berührungsfläche, proportional dem Normaldruck zwischen den Körpern).
Welche Temperaturen sind durch Reibung zu erreichen?
Beispiele historisch: Holzfeuerreibzeuge (Holzhärte!).
Feuerbohrer, Feuersäge, Feuerbogen.
(Geriebenes Zeug: Zunder, Punks-Prärіefeuerzeug.)
Eisenbahnräder beim Bremsen. Feuer bei Kegeln und Kegelkugel.
Holzverkohlung bei Lagerschalen (Pockholz). (Kaibaum der Buschmänner gibt beim Reiben feines Mehl, das leicht Feuer fängt.)
Pockholz in Mischtrommeln? (Vgl. Prüfung von Rschw.-P. in Holzkegeltrommel.)
Rumfords Kanonenbohrversuch. (614.)
Versuch auf Zentrifugalmaschine mit Feststoffen (s. u.).
Eisennagel dauernd auf Amboß schlagen: angehaltener S-Faden entzündet (nimmt man Schw.-P., so wird dabei nur der S entzündet), (s. u. Friktionszünder! 470).
Reibung mit Glasstöpsel an Kopf der Glasflasche, z. B. bei Chloraten.
Besondere Reibzündung: Vorwärmen der Unterlagen resp. der Reibvorrichtung (entspricht dann nicht mehr diesem Kapitel, weil direkte Wärme hier ausgeschlossen werden sollte).
Staubzdg.: s. Beyersdorfers Untersuchungen bzgl. Zuckerstaub usw. (430.)

Besondere Reibzündung bei Feststoffen durch Zünderleichterer. 401

Anbringen von P resp. P-Modifikationen bei der Reibvorrichtung, z. B. bei Streichhölzern (453) sowie bei Zündhütchen, die einen schwer entzündlichen Zündsatz enthalten, aber mit einer Folie abgedeckt sind, die mit P bestrichen ist. Phlegmatisierung durch Diphenylamin. (477)
(s. Kohlenanzünder, Zunder 454.) (S in Schwarzpulver. 287.)

Reibzündung bei Flüssigkeiten 402

Stoffeinteilung wie bei Feststoffen: Nichtmetalle, Metalle, C-Verbindungen.
(Gase, Dämpfe kaum; s. u.).
Besondere Prüfeinrichtungen.

Zentrifugalmaschinenversuche.
Zdg. von Schmierölen durch heißgelaufene Maschinenteile.
Diese Zündmethode kommt für Gase usw. kaum in Frage; Entzündung von Alkohol-Luft-Gemischen an heißgelaufenen Zentrifugen s. bei Zündung an heißen Wänden! (410.)
Besondere Zündung: Wie bei Feststoffen Zündung mittels präparierter Flächen, z. B. Imprägnierung mit P!
Ebenso Vorwärmung der Apparatur!

403 Kompressionszündung bei Feststoffen, Flüssigkeiten.

Versuche mit dem pneumatischen Feuerzeug. (s. 156.)
Berechnung der adiabatischen Kompressionstemperatur!
Feststoffe müssen möglichst fein verteilt werden, ebenso Flüssigkeiten, nähern sich also den verstaubten resp. vernebelten Stoffen im Motor.
Stoffeinteilung wie bei 400, 401.
Pneumatisches Feuerzeug statt mit Luft mit O füllen! (Andere Füllgase.)
Zündung von Brennstoffen durch Ausströmenlassen unter Druck in Luft oder in Sauerstoff hinein! (Vgl. Nernsts Methode zur Bestimmung des Zündpunktes von Gasen usw.; seine Ansicht von Entzündungstemperatur.)
Vorwärmung der Apparatur!
Auftreten von Flammen bei Kompressionszündung! Aufnahmen!
Glühwirkung durch Kompressionsdruck bei Sprengstoffen: 2 intensive Explosionsstöße, die in entgegengesetzter Richtung aufeinander treffen, können die am Ort ihrer Bewegung befindliche Luftmasse derart verdichten, daß diese ins Glühen gerät. Der Druck braucht nur ca. 200 atm. zu betragen, um Luft von 0 auf 1000° zu erhitzen (784).
(Vgl. a. a. O. adiabatische Kompression bei Explosionen von z. B. Nitroringkörpern beim Pressen 353, bei Hohlraumsprengungen 770, 786.)
Adiabatische Kompression bei Bergwerkssprengstoffen: Sprengstoff in Stahlzylinder der adiabatischen Kompression ausgesetzt. Zu beachten, daß vom Moment der Zündung bis zur vollen Entwicklung der Explosion eine merkliche Zeit benötigt wird. Darum muß Bewegung des Kompressionsstempels in dem Augenblick aufgehalten werden, in dem der eben zur Zündung ausreichende Kompressionsgrad erreicht ist.
Explosible Gase nicht mehr zündbar, wenn Druck unter bestimmte Grenze sinkt.

404 Kompressionszündung im Dieselmotor (Gase, Nebel, Stäube).

Sogen. Verdichtungszündung. Temperaturberechnung.
Zündung in Luft, normal, in verbrauchter Luft, in absichtlich verunreinigter Luft (Flugzeug herunterholen!).
Zündung in reinem Sauerstoff. (Temperaturberechnung wie eben!)
Zündgeschwindigkeit (163).

405 Reibzündung, langsame, der Explosivstoffe.

Reibung im unglasierten, glasierten Porzellanmörser.
Verstärkung der Reibprobe: Anwärmen des Mörsers, Pistills.
Zusatz von Glas, Bimssteinpulver, Gesteinsstaub zu den Proben. Zündsätze + Glas.
Feste Explosivstoffe, flüssige Explosivstoffe.
Mischungen verschiedener Explosivstoffe: Kurven.
Phlegmatisierung: Paraffinöl (Esops Methode), Talkum. (788.)
Reibung zwischen verschiedenen Materialien (vgl. Schw.-P.): Metalle, Holzarten, Glas, Ton, Gummi usw.
Reibungsziffer bei Zündstoffen (n. Rathsburg).
Automatische Reibvorrichtung (Lentz), durch Motor bewegt.
Schichtdicke maßgebend für Empfindlichkeit: Gleitender Schlag nach Dupré!
Reibungswärme bei Granataufschlägen. (788.)

406 Schlagempfindlichkeit = plötzliche mechanische Prüfung der Explosivstoffe.

Schlagempfindlichkeit: Schlagprobe auf dem Amboß. Besonders leicht bei NJ_3.
(Stoff in verschiedenem Material — Stanniol usw.)
Fallhammer: Kastscher Stempelapparat.

Anwärmen der Apparatur.
Französischer Fallhammer mit Stahlnäpfchen und Stahlplatte (Stettb. 371).
Fallbär bis 200 kg Gewicht.
Fallpendel. Zusatz von Glaspulver vermehrt, Talkum vermindert.
Angabe der Schlagarbeit in mkg/cm² (nach Wöhler).
Aufstellung von Kurven = Abhängigkeit der Schlagarbeit von der Konstitution.
Besondere Konstruktionen.
(Nitrokörperdetonation allein durch Schlag ohne Zünder! Skagerrak-Schlacht. [788.] Reibungswärme + Schlag.)
Stoßversuche: Z. B. Durchschießen von Sprengstoffen mittels einer Gewehrkugel.
Beschußprobe.

Chemische Zündung mittels konzentrierter Säuren. **407**

Konz. Schwefelsäure z. B. auf Öle, Glyzerin, Mischungen beider. (450.)
Besonders Wirkung auf Mischungen von Aktivstoffen und Passivstoffen.
Vgl. Thermoleometer 047, 087.
Sulfomonopersäure. Chlorsulfonsäure.
(Zdg. von Zündpillen, Höllenmaschinenzündungen usw. s. 450!)
Entzündungen durch konz. HNO_3: Terpentinöl usw.

Chemische Zündung mittels Kalk. Neutralisationswärme-Zündung. **408**

Ungebrannter Kalk (griechisches Feuer) (092) (451).
Versuche.
Glüh-Entzündungsvorgänge mittels Neutralisation: Oxyde von Alkali-Erdalkalimetallen + konz. Säuren (vgl. heutige Nebeltöpfe!).

Direkte elektrische Zündung von Brennstoffen. **409**

Stoffeinteilung wie oben: Nichtmetalle, Metalle, C, C-Verbindungen.
(Zündung von Zündpillen = Zwischenzündung s. 456.)

Zi-Methoden, kalorische Zündung ohne sichtbares Feuer. 41

(Zündpunkt = Temperatur, bei der sich brennbarer Stoff im Gemisch mit O-haltigen Gasen ohne Einwirkung eines sichtbaren Zündmittels entzündet.) Diese Zi-Punkte müssen also unter 525° liegen!
Die Erreichung dieser Zi-Punkte dauert länger als die Erreichung von Za bei Anwendung offenen Feuers, dafür brennt der Stoff bei Zi schneller durch, weil durchweg mehr von dem Stoff hochgeheizt wird als bei Za.
Z. B. Gemisch von Al + $KClO_3$ explodiert bei Zi, brennt als Blitzlicht bei Za.
Zu beachten: bei Zi-Versuchen wird nicht nur der Passivstoff, sondern die dazugehörige Luft gleichzeitig miterwärmt.
Ist t gleich, ob Stoff x mit Luft auf t erhitzt oder ob x mit Luft durch offene Flamme von t entzündet wird? Z. B. wird CS_2 bei — 20° durch Flamme direkt gezündet und verbrannt; angenommen: die dazu nötige Temperatur sei 400°: wird dann CS_2 bei + 20° durch 400 — 40 = 360° gezündet?
Kann die Richmannsche Mischregel angewandt werden?
Wichtig Wärmeleitfähigkeit und sonstige kalorische Faktoren der Stoffe!
Der Entzündungspunkt ist bestimmt durch Druck, Temperatur, Reaktionsgeschwindigkeit, Wärmetönung des chemischen Vorgangs, Wärmeleitvermögen und Oberflächenbeschaffenheit des Brennstoffs! J. A. wird Entzündungstemperatur erniedrigt durch Vergrößerung des äußeren Drucks und erhöht bei Verkleinerung des Volumens infolge der damit verbundenen relativen Vergrößerung der Oberfläche.

Zi-Prüfung an Heißwand! Ruhende, strömende Feststoffe. **410**

Für Prüfung der Zündtemperatur ist vor allem der Aggregatzustand maßgebend, deshalb Unterteilung in Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase. (402.)
Feststoffe gegen heiße Wand geschleudert, bei bestimmter Temp. derselben gezündet. (Temperaturablesung!) (Wandmaterial!) (Apparatives.)

Feststoffe kompakt, verstäubt.
Nichtmetalle, Metalle, C, C-Verbb. Reihenfolge der Metalle nach Schwartz.
Als Aktivbrennstoff wird Luft verwendet.
dto. reiner Sauerstoff.
dto. Sauerstoff, nascierend.
dto. Halogene, S, P usw.
Tritt Jentzsche Zündungslücke auf? (411.)
Zi reiner organischer Substanzen nach Tausz präzise, und zwar ist Zi = Siedepunkt mal Konstante.
(Nach van Hoff Bildung und Zerfall von Zündoxyden!)
Zündgeschwindigkeit. Erniedrigung d. Zi = Erhöhung d. Geschwindigkeit (163). (404).
Versuche mit Zündstab nach Langhans (nicht glühend!). (s. u.) (416).
Jentzscher Zündwertprüfer, sonstige Prüfmethoden nach Rheinboldt (s. auch weiter unten!) (s. 166) (416).

411 Zi-Prüfung an Heißwand: Ruhende, strömende Flüssigkeiten.

Apparatur, Einteilung der Stoffe wie eben.
Flüssigkeiten zusammenhängend, vernebelt.
Reine Flüssigkeiten. Flüssigkeitsgemische. Z. B. Öl, welches bei Schmierung gegen Heißdampfleitung spritzt.
Strömende Schmelzen, z. B. Ringnitrokörper: um so gefährlicher, je größer Oberfläche, z. B. Rohrleitung. (373).
Versuch mit Chloräthyl (s. Flammenwerfer!).
CS_2 entzündet sich bei 232° an heißer Wand und entflammt. (Bei 230° nur erst Luminiscenz (596, 598).
Verschiedene Arten von Aktivbrennstoffen.
Tausz: Zi reiner Stoffe präzise! (410.)
Zündungslücke = Jentzsches Phänomen? (410.)
Zündgeschwindigkeit? Erniedrigung des Zi = Erhöhung d. Geschw. (163, 404, 410).

412 Zi-Prüfung an Heißwand: Ruhende, strömende Gase.

Apparatur, Einteilung wie eben.
Reine Gase, Gasgemische.
Verschiedene Arten von Aktivbrennstoffen.
Tausz: Zi reiner Stoffe präzise!
Zündungslücke = Jentzsches Phänomen?
Zündgeschwindigkeit? Erniedrigung von Zi = Erhöhung der Geschwindigkeit.
Strömende Gase haben höheren Zi als ruhende.

413 Zi-Prüfung von Feststoffen, verstäubt, strömend, mit Umheizung.

Hier werden die verstäubten Feststoffe nicht wie in 410 gegen eine heiße Wand, also gegen e i n e heiße Dimension getrieben, sondern auf größere Strecke geheizt, z. B. im Marsofen (vgl. Stollen im Kohlenbergwerk!).
Anordnung, Einteilung, Aktivbrennstoffe wie in 410.
Unterschiede der so gefundenen Punkte gegenüber denen in 410.

414 Zi-Prüfung von Flüssigkeiten, vernebelt, strömend, mit Umheizung.

Kombination von 411 mit 413.

415 Zi-Prüfung von Gasen, strömend, mit Umheizung.

Kombination von 412 mit 413.

416 Zi-Prüfung bei ruhenden Feststoffen.

Erhitzen der Feststoffe kompakt oder Staub (Feinheit maßgebend, weil Adsorption des Aktivbrennstoffs = O wichtig ist), in Gefäß aus Glas, Ton, Holz, Metall (Wärmeleitfähigkeit!), und zwar offen, so daß Luft hinzutreten kann!
dto. aber unter Einschluß mit Luft (Luftmenge wichtig!),
dto. mit überstreichendem Sauerstoff,
dto. mit eingeschlossenem Sauerstoff,

dto. mit O-Substanzen, die nascierenden O geben, offen,
dto. mit O-abgebenden Substanzen eingeschlossen,
dto. mit anderen Aktivatoren, z. B. S, P, usw., offen,
dto. mit anderen Aktivatoren, eingeschlossen.
(Beim Einschluß spielt der Druck eine Rolle.)
Es handelt sich hier also um eine Art Verpuffungsprobe (s. 419).
Einteilung der Stoffe wie bei 410.
Gesetzmäßigkeiten? Zi-Punkte präzise wie vorher nach Tausz?
Hier Anwendung des Jentzschen Zündwertprüfers (s. o.), ebenso anderer Methoden, ferner des Zündstabes nach Langhans! (410).
(Vgl. dazu: Zündung in Kalorimeterbomben!)
Zündpunktprüfer nach Krupp.
Zündgeschwindigkeit vgl. mit der bei strömenden Feststoffen! (163, 404, 410, 411).

Prüfung von Zi bei ruhenden Flüssigkeiten. **417**

Einteilung wie bei 411 und 416.
Jentzscher Zündwertprüfer, Zündstab nach Langhans. (435.)

Prüfung von Zi bei ruhenden Gasen. **418**

Einteilung wie bei 412 und 416.
Jentzscher Zündwertprüfer, Zündstab nach Langhans. (435.)

Verpuffungspunktbestimmung bei Explosivstoffen. **419**

Meistens Anordnung so, daß Stoff offen an Luft geprüft wird. Variation: Stoff mit Luft, Sauerstoff in Reagensglas einschließen = Bestimmung unter Druck!
Demonstration der bekannten Apparate mit ihren Fehlern? (416.)
Einwandfreie Apparatur konstruieren!
Art des Röhrenmaterials, in dem die Prüfung vorgenommen wird:
(Verwendung eines Schmelzpunktsröhrchens!)
Erniedrigung des Verpuffungspunktes durch Verwendung zugeschmolzener Gläser.
Gesetzmäßigkeiten?
Einfluß von Metall (Pb): z. B. bei verschiedenen Nitrokörpern (Will).
Etwaiger Explosionsstoß im geschmolzenen Woodschen Metall (791, 797).

Zi ohne Zündstoff. Selbstentzündung. Katalytische Verbrennung. Autokatalyse. Stoßexplosionen. 42

Selbstzündung an Luft durch Wärmeanhäufung. **420**

Innenerwärmung infolge langsamer Oxydation, Bildung von Zündoxyden und deren Wiederzerfall? Oxydschichtenbildung? (410.)
(S. o.: Erhöhung der Zd.-Geschwindigkeit durch Zdpkt.-Erniedrigung.)
Apparatur zur Prüfung der Selbstentzündlichkeit.
(s. Eisenbahnverkehrsordnung. Lagerung. Transport.)
Kohlenarten bei Lagerung (Lufttthermometer).
Oberflächenabsorption! (Holzkohle bei Darstellung.)
Gemische von Kohlearten mit anderen Stoffen (Pyriten usw.).
Sonstige organische Stoffe, zur Selbstzündung neigend?
Heu-Selbstentzündung (Bakterienwärme) = biologische Selbstentzündung.
Öl-Selbstentzündung — Putzlappen (s. u. Siccative 427).
Fabel von Selbstverbrennung von Alkoholikern.
Selbstentzündung von rauchschwachen Pulvern (s. dort).
Selbstentzündung bei motorischen Brennstoffen (164, 165).

Selbstzündung an Luft durch Wärmeanhäufung unter Lichtmitwirkung. **421**

Vorstehende Versuche im Dunkel, im Licht ausführen!
Sonnenlichtoxydation. Wirkung von U-V-Licht!
Photooxydationen (z. B. Cellulosederivate, Nitrokörper — Berthelot).
Einwirkung dunkler elektrischer Entladungen auf Verbrennung.
(Ohne, mit Ozon-Entwicklung.)
Hallwachs-Effekt! (495.) (518.)

422 Selbstentzündung durch Wärmeanhäufung an anderen Gasen als Luft.
Versuche nach 420 mit Sauerstoff statt Luft.
Versuche nach 421 mit Sauerstoff statt Luft.
Versuche wie eben mit Halogenen usw.
Beschleunigung der Selbstentzündung.
Verhinderung der Selbstentzündung durch andere Gase, z. B. durch N, CO_2, Edelgase usw.? (Besonders wichtig für Kohlensorten.)
(Maßgebend auch hier Oberflächenform: Adsorptionsvermögen für Gase, besonders für Sauerstoff.
Selbstzündung bei motorischen Brennstoffen (s. 164, 165).

423 Pyrophore = fein verteilte Stoffe, besonders Metalle.
Durchweg anorganische Stoffe.
Besonders: Fe, Co, Ni (periodisches System). Alkalimetalle (Li). Pb (aus Suboxyden).
(Oxalate.) Erhitzen in H-Strom. (Cereisen fälschlich als Pyrophor bezeichnet.)
Sulfide.
Gichtstaub.
Künstliche Vulkannachbildung (Lemery).
Pyrophore unter Stickstoff. Semipyrophore.

424 Bei gewöhnl. Temp. an Luft zündbare Stoffe — chemische Feuerzeuge.
Metallalkyle.
Phosphor in Schwefelkohlenstoff (s. 400).
Phosphorwasserstoff, Siliciumwasserstoff.
Kalium, Natrium (behindert) auf Wasser.
Kaliumpermanganat auf Glyzerin.
Flüssigluftselbstexplosion. (207.) (427.)

425 Katalytische Verbrennung durch Edelmetalle an Luft, O.
Aktive, inaktive Oberflächen, scheinbare, wirksame Oberflächen.
Rolle, Eigenart der Katalyse. Drei Momente:
1. Katalytische Erniedrigung der Entzündungstemperatur.
2. Beschleunigung der O-Abgabe: Silicagel als Oxydationskatalysator. Oxydaktivierung durch Fremdoxyde.
3. Begünstigung der Brennstoffspaltung.

Vergiftung der Katalysatoren.
Brennstoffe: fest, flüssig, gasig.
Nichtmetalle, Metalle, Kohlenarten, C-Verbb.
Oxydationen mit elementarem Sauerstoff aus Luft durch Edelmetalle: Os, Jr, Pt, Rh, Ru, Pd. (Sol, Mohr, Blech.)
Döbereiners Feuerzeug. Döbereiners Duftlampe. (Knallgas-Wasserbildung.)
Leuchtgaszündung. Gasselbstzündung (547). (Fernzündung bei Leuchtgas s. 547.)
Platintiegel glühend zündet Leuchtgas. (Oberflächenverbrennung 517.)
Kofu-Motor.
Methylalkoholfeuerzeuge.
Zeppelinbrandgeschosse. (Zündung hier unmöglich, weil Zündzeit zu kurz. Zündverzögerung? Jb. Mv. 1909, 47.)
Kettenreaktionen bei katalytischer Verbrennung? (vgl. 629, 998.)
Adsorptionskatalyse 926.

426 Katalytische Verbrennung durch Edelmetalle an anderen Gasen als Luft.
Versuche wie bei 425, nur statt Luft reiner Sauerstoff.
Andere O-N-Kombinationen als in Luft.
Andere Mischungen mit O, also mehr Edelgase, N, CO_2 usw.

427 Katalytische Zündpunkterniedrigung durch andere Stoffe als Edelmetalle.
Katalyse durch unedle Metalle bzw. Metallverbindungen. (-Kompositionen.)
Katalytische Verbrennung im Motor durch fein verteilte Metalle, z. B. Blei, Fe usw. (169.)
Habers NH_3-Synthese. (Vd-Fe-Komposition.) (007.)
Ostwalds Salpetersäureprozeß.

Bergin-Katalysen.
CO-Verbrennung. Gasmaske. (985.)
Katalytische Entzündung durch fein verteiltes Fe_2O_3! (Vgl. z. B. Zerknall von Melassebehältern.) Zusammenhang mit Melasse:
Katalytische Verbrennung von Zucker (s. Zucker) durch Holzasche. Katalytische Asche (s. bei Pflanzenaschen). Andere Zucker, andere Kohlenhydrate usw.
Katalysen bei Leinölsikkativen: Oxyde wie MnO, PbO usw. wirken katalytisch (s. Putzlappenselbstentzündung! 420).
Katalyse bei Zersetzung, Abschuß des Schwarzpulvers. (287.) (Vgl. Holzkohlenexplosion in Dewargefäßen für fl. Luft.) (207, 424.)
Alle vorgenannten Katalysen statt an Luft an reinem Sauerstoff resp. an anderen O-N-Kombinationen, resp. an anderen Gasmischungen mit Sauerstoff usw.

Autoxydation. Autokatalyse. Induzierte, gekoppelte Reaktionen. **428**

Begriffsbestimmung.
Autoxydation: Aktivator-Accepter (Acrolein-Antioxygene).
Russeleffekt.
Autokatalyse-Begriffsbestimmung (vgl. Bioautokatalyse 998).
Ätherperoxyde: Sind Ätherlösungen autoxydabel? (Rieche) (044).
Selbstentzündlichkeit von mit $NaClO_3$ gespritzten Pflanzen (Unkrautmittel).
Prinzip der inducierten, gekoppelten Reaktionen.
(s. Kettenreaktionen bei Verbrennungen 626.)
Kettenreaktionen bei Detonationen (700).

Selbstentzündlichkeit von Azetylenderivaten: Stoßexplosionen. **429**

Chlor-, Dichlor-Azetylene. (Staudinger.) (Metz.) (Stettb. 323.) (Vgl. 398.) (783, 785.)
Darstellung: Alkalimetalle + Halogenkohlenwasserstoffe: Versuche mit allen möglichen Kombinationen, sowie mit Mischungen.
Versuche mit Ringverbindungen (Azetylenbildung ausgeschlossen?)
Stoß beim Fallenlassen des Reagensglases. (Andere Stoßbewegungen.)
Schlagempfindlichste Gruppe der Zündmittel. Empfindlichkeit nimmt zu mit Halogengehalt. Explosivwirkung entspricht der von $Al + KClO_3$, d. h. stark knallend, aber wenig brisant.
(Selbstexplosion im Gemisch mit Silanen?)
Ebenso Stoßexplosionen bei Alkylperoxyden, besonders Dimethylperoxyd; sogar die Dämpfe detonieren beim Fallenlassen des damit gefüllten Reagensglases. (Rieche, Alkylperoxyde und Ozonide. Steinkopf 1931, 30.)

Za-Zündung durch Feuer, also durch selbst vorgezündete Stoffe. Funken-, Glimm-, Glut-Zündung. 43

Elektrische Funkenzündung. **430**

Elektrisiermaschine. Induktor = Zündmaschinen (s. 456). (507.)
Was ist ein elektrischer Funke?
Funkenpotential. Funkenlänge. Funkendauer. Funkenfarbe. Funkenwärme. Funkentemperatur.
Entladung sehr kompliziert: Beginn der Entladung?
Ionisierungsvorgänge dabei? Flammenionen! (518.)
Entladungsvorgang abhängig vom Gasdruck.
Entladung im U-V-Licht (Hertzsche Versuche).
Durchschlagsspannung Maß für Zündfähigkeit des Gasgemisches.
Elektrische Abreißzündung im Motor (s. 155). (437.)
Dichte des Zündfunkens wichtig, z. B. bei Zündung von Knallgas in Explosionspipette.
Kurze rote Funken zünden besser als lange, blauweiße (Ber. d. chem. techn. Reichsanstalt 1928, 95).
Zündwirkung auf Nichtmetalle, Metalle, Kohlenarten, C-Verbb. (Aggregatzustände der betreffenden Stoffe!)

dto. auf Gemische. (Leuchtgasluftgemisch durch Klingelfunken gezündet!)
dto. auf besondere Aktiv-Passiv-Brennstoffe, z. B. auf Explosiv-Sprengstoffe.
Schw.-Pulver durch Funkenwärme mittelst feuchter Schnur zündbar, aber bei metallischem Schließungsbogen fliegt Pulver fort!
Staubzündung: Beyersdorfers Untersuchungen!
Besondere Funken zu Zündungen:
Leydener-Flaschen-Funken (t bis 20 000°) = Blitz. (Funkendichte — s. o. — groß.)
Blitz zündet immer Schw.-P., daher Schw.-P. nicht mit Rschw.-P. lagern!
Hochfrequenzfeuerzeug (456). Funkendauer (s. 432).
Zündung von vorgewärmten Stoffen s. u.!
Funken unter Flüssigkeiten: Wehnelt-Unterbrecher. Funken in Graetzscher Zelle.
Za + Zi: Vorgewärmte Stoffe durch Funken zünden.

431 Unvermutete Bildung elektrischer Zündfunken.

Luftelektrizität und Aufladung von Pulver, auch Rschw.-P.! Besonders beim Rütteln, Ausschütten (286, 341).
Feuer durch besonderen Kurzschluß (Wirkung wie vorher).
Treibriemenelektrizität (Verhinderung durch Ableitung).
Funken durch Reibungselektrizität: In Mischtrommeln für Schwarzpulver (Schwefel!).
Narkoseapparate. Luftballons.
In Zelluloidtrommeln für Zündsätze, Leuchtsätze (Schwefel).
Safrol. Schnee-Elektrizität. Wasserelektrizität. Elektrische Aufladung anderer Flüssigkeiten (Benzin).
Elektr. Aufladung von Zellhorn, Nitrolacken (Arbeitsschutz 1936, III, 100).
Erdungsmaßnahmen!
Gummi, Zelluloid mit leitenden Einlagen! Elektrizität-leitende Farben.
Unvermutete Zündung von Staubarten, Untersuchungen von Beyersdorfer bzgl. Zuckerstaub usw.

432 Funkenzündung — chemische Funken.

Funke = brennender fliegender Staub. (500.)
Funkenlänge, -dauer, -form. (430.) Funkentemperatur.
Wie weit fliegen Funken, ohne zu erlöschen?
Mechanische Abreißfunken: Pyrit und Feuerstein, Stahl und Feuerstein (Achat). Härteskala. (895.) (Welche anderen Mineralien geeignet? Erkennungsmerkmal für Mineralien!)
Feuersteinzünder in Bergwerk — Hohendahlsche Zange.
Feuersteinschloß an Gewehren.
Zündversuch mit Stahlfunkengarbe am Schleifrad (Funken — Feuererscheinung). (500.)
Cereisenfunken (Auerzündmetalle). Welche Metalle, Legierungen geben Funken?) (Funkenlos schlagende Instrumente-Hämmer aus Be-Cu. V. d. I. 1935, 586.)
Cereisenfeuerzeug, Taschenfeuerzeug für Grubenlampenzündung: verboten, da unsicher. (Zündung von Grubenlampen durch besonderes Metallfunkenmaterial, das gegen ein unter Federdruck stehendes Stahlrädchen gedrückt wird. Benzindocht gezündet. Doppelter Drahtkorb.)
Zündung durch Arbeitszeugfunken in Garagen?
Besondere Funken: Flugfunken bei Feuersbrunst.
Funken beim Nachglühen von Kartuschbeuteln, dto. bei Bergwerksschüssen.
Funken von Blitzlicht.
Funken in flüssigen Medien: Funken aus $CH_3OH + KMnO_4 +$ konz. H_2SO_4 (s. 502). (729.) Warum erfolgt hier keine Zündung des Alkohols? (451.)
Welche Stoffarten werden allgemein durch Funken gezündet? (Aggregatzustand): Nichtmetalle, Metalle, Kohlenarten, C-Verbindungen. Mischungen.
Staubzündung: vgl. Beyersdorfers Untersuchungen. Zündfaktoren!
Za + Zi: Vorgewärmte Stoffe durch Funken zünden.

433 Glimmzündung.

Übergang der Funken in Glimmen: kontinuierliche Funken (Auge hält die Funken nicht mehr auseinander).
Glimmspan (s. Sauerstoffprüfung). (203.)

Glimmende Zigarre (Glimmstengel) zündet Leuchtgas nicht!
Glimmender Woll-, Baumwollfaden, unimprägniert.
Glimmpapier, imprägniert (Blitzlichtzündung).
Glimmende Lunte = imprägnierter Woll-, Baumwollfaden. (Salpeter, Blei-Chromsalze.)
Schwefelfäden = alte Bergwerkszündung = Gleitschnur mit Zündtüte zum S-Faden (Stettb. 5).
Zeitlupe der Glimmzündung.
Temperaturen bei Glimmzündung.
Stoffarten wie oben bei Funkenzündung!
Flammenfront. Flammenbewegung in Umgebung des Zündfunkens, z. B. für Benzoldampf-Luft-Gemische.
Vorsicht: Glimmende Zigarre in Garagen: Welche Motortriebstoffe werden dadurch gezündet? Ebenso Auspuffgase mit CO!
Staubzündung: vgl. Beyersdorfers Untersuchungen. Zündfaktoren!
Za + Zi: Vorgewärmte Stoffe durch Glimmen zünden. (439.)

Glutzündung durch glühende Metalle. **434**

Wichtig Wärmeleitung, spezifische Wärme.
Loseisen für mittelalterliche Geschütze.
Draht bei der Pringsheimschen Methode der Analyse mit Na_2O_2 (s. 223).
Glühende Metalldrähte, glühende Drahtnetze = glühende Wände (s. heiße Wände 410), Stricknadel-Ohmann.
Glühende Eisenschale für Sprengstoffprüfung (ebenso Platinschale).
Glühende Metalltropfen auf Prüfmaterial auftropfen lassen. Glühendes Antimon.
Besonders hohe Glut: glühendes Al, Mg, glühendes Thermit. (236.)
Temperaturen der glühenden Metalle.
Besonders: elektrisch glühende Drähte (s. 456). (Vgl. elektrische Zündung in Kalorimeterbombe.)
Stoffarten (Aggregatzustand), (wie 432): Nichtmetalle, Metalle, Kohlenarten, C-Verbindungen.
Staubzündung: Vgl. Untersuchungen von Beyersdorfer! Zündfaktoren!
Za + Zi: Vorgewärmte Stoffe durch glühende Metalle zünden. (439.)

Glutzündung durch glühende Nichtmetalle. **435**

Wichtig Wärmeleitung, spezifische Wärme.
Glas, Quarz, Porzellan, Sinterkorund (s. Zündkerzen), Magnesit, Asbest. Steatit. Elektr. Zigarrenanzünder! (Glimmer.)
Zündstab nach Langhans = elektr. heizbarer Zündstab mit Spitze nach unten, gleichzeitig Temperatur ablesbar an besonders angebrachtem Thermoelement (s. dunkler Zündstab. 416. 417. 418.) Verwendung eines Tonrohrs wie bei Thermoelementen.
Thermostab in die Substanz tauchen oder Substanz gegen Thermostab bewegen (z. B. Chloräthyl gegen Stab spritzen).
Stoffarten (Aggregatzustand) wie oben: Nichtmetalle, Metalle, Kohlenarten, C-Verbb.
Zündung bei Kohle auf Rost:
Rückzündung durch glühende Kohle selbst (174).
Oberzündung durch Flammen- oder Gewölbestrahlung (492).
Unterzündung durch von unten vorgewärmte Verbrennungsluft (439).
Glühende Glastropfen usw. auf Prüfstoffe!
Staubzündung: vgl. Untersuchungen von Beyersdorfer. Zündfaktoren:
Za + Zi: Stoff in Reagensglas erhitzen, von innen durch glühenden Zündkörper zünden (Thermorohr s. o.). (439.)

Kombination von Glutzündung mit mechanischer Zündung. **436**

Einwirkung glühender Körper unter großer Geschwindigkeit, z. B. als Stoß oder Schlag, auf zu zündende Stoffe.
Stoffarten (Aggregatzustand) wie oben:
Nichtmetalle, Metalle, Kohlenarten, C-Verbindungen.

Entzündung von Sprengstoffen, z. B. von Nitrokörpern durch geschleuderte Stücke glühenden Eisens oder Betons, wie es z. B. bei Brocken von Explosionen vorkommen kann! (785.)
Besondere Wirkung: Sprengstoff selbst auch vorgewärmt, z. B. geschmolzen usw.

437 Glühzündung im Motor.
Älteste Zündung mittels eines durch Dauerbrenner glühend erhaltenen Drahtes oder Glühstange. = Glührohr.
Zündapparate (s. Sprengkapselzündung).
Magnetelektrische Apparate (Bosch) (Lichtmagnetzünder). Batteriezündung.
Glührohrzündung, elektrisch (s. o.). Glühkopfzündung.
Elektrische Kerzenzündung: Kerzenmaterial = Steatit, Glimmer, Hartporzellan, Sinterkorund.
Form: spitz, rund, stumpf, meißelartig (Jonenkerze!).
Elektrische Abreißzündung. (430.)
Zündstromverstärker (Kondensatoranordnung).
Stoffarten: Einteilung wie oben: Nichtmetalle, Metalle, C, C-Verbb. Meistens nur Flüssigkeiten, und zwar vernebelt! (Neuerdings auch Feststoffe verstäubt.)
Verrußung: Bei mangelhafter Vernebelung genügt Reaktionswärme des kleinen Funkens nur noch zur therm. Zersetzung des Brennstoffs, nicht mehr zur Verbrennung.
Kurzschluß-Sicherungen gegen unbefugte Zündung durch Grafitstrich an Zündvorrichtungen!
Besonderes: Zündung kalten, vorgewärmten Brennstoffs (Wandwärme!). (Za + Zi.)
Besondere Zündarten (s. 167).
Vorzündung (vor Höchststellung des Kolbens).
Zündung am Totpunkt (in Höchststellung).
Spätzündung (nach Höchststellung des Kolbens).
(Vgl. dazu: Zündverzug, 166). (438, 439). Zündverpuffungsbremse!
Klopfen, Antiklopfmittel (Zündgeschwindigkeit 163, 404, 410, 411, 416).
Messung von Glühzündtemperaturen im Motor (Schnauffer).

438 Feuerzündung unter extremen Druckverhältnissen.
(Betrifft mehr den zu zündenden Stoff als den zündenden!)
Zündung mittels vorbeschriebener Zündarten unter höheren Drücken: Unterschiede gegenüber normalen Verhältnissen?
Zündung mittels vorbeschriebener Zündarten unter niederen Drücken, im Vakuum: Schw.-P. kaum zündbar, nur am Zündkörper liegende Teile brennen, kein Fortbrennen, also Zeichen, daß vor allem zu zündender Stoff beeinflußt wird. Kein Fortbrennen trotz vorhandenen Sauerstoffs. (785, 787.)
Vgl. Knallquecksilber im Vacuum, ebenso Bleiazid (s. dort): Knall-Hg nicht weiter gezündet. (787.)
Vgl. explosible Gasgemische bei niederen Drücken.
Zündverzug (s. 166, 437). (439).

439 Feuerzündung bei extremen Temperaturen der zu zündenden Substanzen.
Zündwirkung bei vorgewärmten Brennstoffen (s. o.). (435).
Je höher Temp. des Zündstoffs, um so schneller brennen Stoffe: Holzstück gezündet durch Flamme, gezündet durch Thermit. (Zündverzug s. 166, 437.) (438.)
Zündfeuerung. 174, 177.
Za + Zi-Zündung (s. 432, 433, 435).
Zündwirkung bei tiefen Temperaturen: Brennen geht nicht weiter.
Wärmeleitung? K, Na auf HCl bei Temp. d. fl. Luft.
Einfluß niederer Temp. auf Sprengstoffe (Sprengkapseln bei fl. Luft).

44 Flammenzündung = Za-Zündung durch Feuer, also sekundäre Zündung durch bereits vorgezündete Stoffe.

Flammen zünden besser als Glutzündung; denn Flamme besitzt Beweglichkeit, kann also besser anpacken. Die Umgebung des flammenden Körpers besteht aus höher erhitzten Luftmassen als bei einem zündenden festen Körper, dafür ist aber auch feuererstickend wirkendes CO_2 darin enthalten. Flamme erzeugt als chemische

Reaktion höhere Temperatur. Flammen geben nicht die ganze bei der Verbrennung entwickelte Wärme ab, da sie selbst einen Teil zur Weiterführung ihrer eigenen Verbrennung gebrauchen. Die letzte brennende Schicht der Zündflammen muß also mehr Wärme ergeben als die vorhergehenden.
Maßgebend auch hier: Form des zu zündenden Stoffes, besser Verteilungszustand, ferner Art des Aktivstoffs, Luft resp. reiner Sauerstoff, ferner Anfangstemperatur des zu zündenden Stoffes.

Zündwirkung von Leuchtflammen. **440**

Temp. dieser Leuchtflammen niedriger als die der nichtleuchtenden. Daher ihre Zündwirkung schlechter, aber meistens angewandt, weil Leuchtflammen eher zur Verfügung stehen (s. Zündholz).
Flammen gehen immer aus von Gasen oder Dämpfen: Holzfeuer, Kerzen.
Kohlenanzünder mit Gehalt an Naphthalin! (454).
Stoffeinteilung wie oben: (Aggregatzustand!).
Nichtmetalle, Metalle, Kohlenarten, C-Verbindungen.
Staubzündung: Untersuchungen von Beyersdorfer. Zündfaktoren!
Zündung von Feststoffen durch brennende Flüssigkeiten.

Zündwirkung nichtleuchtender Flammen. **441**

Temperaturen höher als bei leuchtenden Flammen.
Herstellung von nichtleuchtenden Flammen: (s. 535).
Besondere Gase. Besonderer O-Gehalt.
Stoffeinteilung wie eben.
Staubzündung: Untersuchungen von Beyersdorfer. Zündfaktoren!
Zündung von Feststoffen durch brennende Flüssigkeiten.

Zündwirkung besonders heißer nichtleuchtender Flammen. **442**

Gebläseflammen: Darstellung s. dort. Temperatur.
Stichflamme: Darstellung bzw. Entstehung bei Bränden, Explosionen.
Besonders wichtig: Zündwirkung von Explosionsflammen von Sprengschüssen im Kohlenbergwerk — schlagende Wetter, Grubengaszündung! (720.) (s. Explosionsflammen!).
Stoffeinteilung wie eben.
Staubzündung: Untersuchungen von Beyersdorfer. Zündfaktoren! (s. bei Flammpunktbestimmung!).
Zündung von Feststoffen durch brennende Flüssigkeiten.

Zündung durch Flammen, leuchtend, nichtleuchtend, unter extremen Verhältnissen. **443**

Zündung, wenn zu zündender Körper vorgewärmt oder vorgekühlt ist. (Za + Zi.)
Zündung bei Vorhandensein von Unterdruck, Überdruck.
Zündung bei besonderen Aktivstoffen:
In gewöhnlicher Luft.
In Luft mit weniger als 12% O (Atemgrenze) Rest = Stickstoff.
In Luft mit weniger als 12% O. Rest außer N andere inaktive Stoffe, z. B. CO_2, Edelgase usw.
In Luft mit mehr als 21% O.
In Preßluft.
In reinem Sauerstoff aus Gasflasche.
In flüssiger Luft, in flüssigem Sauerstoff.
Gemisch mit Aktivatoren, die nascierenden O liefern (Nitraten, Chloraten usw.).
Verbindung von Aktiv-Passivstoff: Nitrokörper.
Gemisch mit anderen Aktivatoren als O: Schwefel, Phosphor usw.
Aktiv-Passiv-Brennstoffgemisch mit besonderem Feuchtigkeitsgehalt.

Flammpendelprüfung bei Feststoffen. **444**

Konstruktion des Flammpendels (verschiedene Systeme).
Zeitliche Einwirkung der Zündflamme gemessen!
Gesetzmäßigkeiten ermitteln!
Besonders wichtig bei Schießmitteln, Sprengmitteln, Zündmitteln, Feuerwerksmitteln.

445 Flammpendelprüfung bei Flüssigkeiten.

Konstruktion — verschiedene Systeme.

Zeitliche Einwirkung der Zündflamme gemessen.

Gesetzmäßigkeiten ermitteln!

Besonders: Gemische von Flüssigkeiten, alle brennbar. Gemische brennbarer Flüssigkeiten mit unbrennbaren. Lösungen von Feststoffen in brennbaren Flüssigkeiten, Feststoffe dabei brennbar resp. unbrennbar.

446 Flammpunktbestimmung bei Flüssigkeiten.

Definition von Flammpunkt: Temperatur des Passivbrennstoffs, nicht des Zündmittels, bei der entwickelter Dampf, aber nicht der flüssige Brennstoff selbst gezündet wird; die brennenden Gase des Aktivbrennstoffs vermögen also ihren eigenen Ursprungsstoff nicht zu zünden!

Flüssigkeiten haben Niveaufläche (vgl. mit Feststoff, dessen Oberfläche nicht waagerecht zu sein braucht), über der Niveaufläche steht immer etwas Dampf, weil Flüssigkeiten höherer Dampfspannung unterliegen als feste Körper.

Apparatur zur Flammpunktbestimmung: Pensky-Martens.
Vergleich mit Abel-Pensky, mit Marcusson-Apparat!
Pensky-Apparat, offen, geschlossen. Baaders Apparatur, elektrisch.

Apparatur nach Langhans mit Elektrozündstab, wobei auch Temperatur des Zündkörpers erhöht werden kann. Beide Temperaturen sind zu ermitteln und in Rechnung zu setzen!

Stoffeinteilung:
Anorganische Flüssigkeiten (kommen kaum in Frage).
Organische Flüssigkeiten, und zwar:
Kettenverbindungen, reine.
dto. Gemische.
Ringverbindungen, reine.
dto. Gemische untereinander.
dto. Gemische von Ketten- mit Ring-Flüssigkeiten.
Phyto-Zoo-Stoffe. Gemische untereinander.

Gemische brennbarer Flüssigkeiten wie vor mit unbrennbaren.
Ermittlung der Flammpunktgrenze! Gesetzmäßigkeiten! (Wasser, CCl_4 usw. s. Feuerlöschung!).

Lösungen von Feststoffen in Brennflüssigkeiten, und zwar:
brennbare Feststoffe, unbrennbare Feststoffe.

Wiederum Mischungen sämtlicher Gemische untereinander?!

Aufstellung von Flammpunktkurven!

Zusammenhang zwischen Flammpunkt und Siedepunkt sowie Dampfdruck (keine scharfe Beziehung!).

Zusammenhang mit der Konstitution: Formel: Mol-Gewichtsbestimmung. (Flp = Siedepunkt mal x?)

Durchweg liegt Fp um so niedriger, je niedriger Siedepunkt liegt, weil eben dann schon Dämpfe gebildet werden!

Niedriger Fp. deutet auf Explosionsneigung! Denn alle Stoffe mit niedrigem Fp. entwickeln bei niederer Temperatur brennbare Gase und alle brennbaren Gase können auch explosiv wirken! Deshalb besonders wichtig für Öle: Einteilung derselben in verschiedene Gefahrenklassen! (s. u.)

Besonderes: Abscheidung von Kohleflocken bei Flammpunktbestimmung, bzw. Braunfärbung der restlichen Flüssigkeit.

Fehlerquellen der Flammpunktbestimmung.

447 Besondere Flammpunktbestimmung bei Flüssigkeiten.

Sehr schwer flüchtige Flüssigkeiten werden durch die eben beschriebene Fp-Bestimmung nicht erfaßt, wohl aber, wenn man ihnen Gelegenheit gibt, Dämpfe zu bilden, und zwar durch Anwendung eines Dochtes! (520.) (680.)

Kapillarwirkung und die dieselbe bestimmenden Faktoren!

Damit zusammenhängend die dauernde Aufsaugewirkung, wenn die oben verdunstende Flüssigkeit resp. ihr Dampf verbrennt. Nachsaugewirkung. Zusammenhänge ermitteln zwischen diesen genannten Faktoren!

Variationen: Flüssigkeit dabei erwärmen! Docht dabei erwärmen!

Flüssigkeit dabei in Rotation, Rührung versetzen!

(Vgl. dazu: Einfache Fp-Bestimmung ohne Docht, bei der die Flüssigkeit im Pensky-Martens gewellt oder gerührt wird!)

Besondere Variation: Fp-Bestimmung, ev. mit Dochtverwendung, nicht an Luft, sondern an reinem O, anderen Luftarten usw.

Brennpunktbestimmung bei Flüssigkeiten. Bestimmung von Zpa! **448**

Wiederum handelt es sich hier um Temperaturbestimmung von dem zu verbrennenden Passivbrennstoff, nicht um den zündenden Stoff, der dabei eine ziemlich konstante (welche?) Temperatur hat! (680.)

Brennpunkt ist im Gegensatz zum eben erwähnten Flammpunkt der Temperaturpunkt, an dem die betreffende Flüssigkeit nach Entzündung völlig weiterbrennt. Eine gewisse Rolle, aber eine untergeordnete, spielt dabei naturgemäß auch die Temperatur des Zündstoffs, weil die höhere Temperatur desselben eine schnellere Verdampfung des Passivbrennstoffs zur Folge hat.

Apparatives: Ähnlich wie eben bei Fp-Bestimmung!

Stoffe, bei denen große Differenz zwischen Fp. und Zpa., brennen gezündet kaum von selbst weiter: NH_3, $CHCl_3$, Picrinsäure usw. Es gibt aber keinen Stoff mit Fp. ohne einen entsprechenden Zpa. Aber das Umgekehrte ist der Fall bei Metallen. Daher ist Fp. eigentlich nur Unterstufe von Zpa.

Zpa. bei Flüssigkeiten höher als Fp., bei Äther, Benzin beide gleich.

Niedriger Zpa. deutet auf starkes Entflammen, also auf gefährliche Flammenverbreitung.

Niedriger Fp. und hoher Zpa. gefährlicher als hoher Fp., niederer Zpa., obwohl in letzterem Falle Spanne zwischen beiden kleiner. Bei Feuerlöschung (s. dort!) muß Objekt unter Fp. heruntergekühlt werden, weil sonst Nachbrände durch innere Erwärmung eintreten und Wiederaufflackern bewirken können. Hauptwirkung der Löschung ist also abkühlend, daneben erstickend, Vernichtung des energetischen physikalischen Faktors ist also wichtiger als stoffliche Vernichtung! (672.)

Flammpunktbestimmung, Brennpunktbestimmung bei Feststoffen. **449**

Apparatives: s. Bestimmung eben bei Flüssigkeiten.

Bei Feststoffen Fp. und Zpa. zusammenliegend oder fast zusammen, weil Verdampfbarkeit hier weit geringer ist.

Schichtenweise Fortpflanzung, daher wichtig: Verbr.-Wärme, Wärmeableitung an Metall-Nichtmetall-Unterlage, Wärmeableitung an Brennfläche nach Lindner.

Fortschreitende Entzündung (Zündgeschwindigkeit, Aufhäuser) also nur, wenn exothermer Wärmezuwachs Wärmeableitung überwiegt. Daher auch äußere Form maßgebend: glasige Kohle schwer zündbar, lockere dagegen leicht (Zunder).

Schmelzende feste Körper schwerer zündbar als unschmelzbare, weil Schmelzwärme in Abzug gebracht werden muß. Nichtmetalle, Metalle, C-Arten, C-Verbb.

Entzündungstempp. der Kohlen niedriger als die zu ihrer Entstehung benötigten (Anthrazit). Bei Kohlen richtet sich ferner Entzündlichkeit nach Gasgehalt: Rotkohle leichter zündbar!

Kohle hat höhere Zündtemperatur als P, obwohl sie größere Affinität zu Sauerstoff hat als P. Fast alle Oxyde (außer denen des C) sind fest!

Bei Vorwärmung sind Feststoffe leichter zündbar: Motor, Schüsse aus bereits unmittelbar vorher beschossenem Rohr!

Berührung statt mit Luft mit O resp. mit anderen Luftarten!

Feststoff nur flächenweise mit Luft in Berührung, seitlich, unten nicht. Holzklotz gespalten in Zündhölzer, diese, richtig geschichtet oder gescheitert, brennen leicht an.

Noch leichter Stäube: Zündfaktoren nach Beyersdorfer = Zündungsmöglichkeiten der Elementarvolumina einer Staubwolke — Häufchenpackung der einzelnen Staubteilchen. (920.) Bestimmung der Entzündungstemperatur. Relative Entflammbarkeit der Staubarten, gemessen an Explosionsdruck. Vorrichtungen zur Messung!

45 Zündung mit Zündstoff = Zündpillen. Gezündet Zi, zündend Za.

Art der Zi-Zündung der Pillen selbst: chemisch, mechanisch, elektrisch.

450 Zündsatzmischungen für chemische Zündung. (Zündung durch konzentrierte Säuren.)

Satzzusammensetzung: Mischungen von Aktiv- + Passivbrennstoffen s. 407.
Tunkhölzer, Stipp-Fixfeuerzeuge Prometheans als Vorläufer der Streichhölzer, d. h. Imprägnierung von Holz, Papier usw. mit Nitraten, Chloraten usw.
Mischungen aller Sorten Passivbrennstoffe mit allen Sorten von Aktivbrennstoffen, besonders mit Nitraten, Chloraten, Chromaten, Permanganaten usw.
Herstellung der Mischungen.
Eigenschaften, physikalische, chemische.
Brenn-, Explosiveigenschaften:
Zündung durch conc. Schwefelsäure.
dto. durch Chlorsulfonsäure.
dto. durch Sulfomonopersäure.
dto. durch sonstige conc. Säuren, z. B. Salpetersäure.
Brenn-Zündeigenschaft: Feuerstrahllänge, Feuertemperatur.
Entsteht Flamme dabei? Leuchtend, nichtleuchtend?
Welche Stoffe werden gezündet? Aggregatzustand.
Nichtmetalle, Metalle, Kohlenarten, C-Verbb.
Besonderes: Anordnung solcher chemischen Zünder in Höllenmaschinen usw., Minen.
Anbringung von Zeitzündung, indem man die Säure durch Gur-Sand usw. hindurchlaufen läßt. (Russische Nihilistenbomben — Petrowskaja.) Länge der Gursäule bestimmt Zündzeit! (869, 870.)
Zeppelinbrandbomben durch chemische Zündung betätigt (z. B. Mischungen mit Blutlaugensalz usw.).

451 Besondere chemische Zündungen von Zündsätzen.

Zündungen durch gebrannten Kalk, wie beim griechischen Feuer (s. 408). (092.)
Versuche, Zündsätze auf diese Weise zur Zündung zu bringen. Feuerstrahllänge der dabei entstehenden Zündflamme, Temperatur usw.
Zündungsanordnungen mittels Na, K und Wasser.
Welche Feuermengen, Flammenmengen entstehen dabei?
Welche Feuerübertragungslänge ist zu erreichen?
Zündung unter Flüssigkeiten, z. B. mittels Permanganat + CH_3OH + conc. Schwefelsäure. (432.) (502.) (729.) (Vgl. o. mit Anordnung der Tunkhölzer.)

452 Zündpillen, mechanisch gezündet.

Paraffinstreifenreibvorrichtung für Grubenlampen (Wolf):
Zündpillen aus nichtexplosibler Zündmasse auf Leinwandstreifen, mit Paraffinschicht überzogen, durch Anreiben gezündet.
(U. U. bei hoher Wettergeschwindigkeit nicht sicher!)
Rotierende Schlagzündvorrichtung für Zündpillen, Zündbänder, Zündstreifen (gefährlich für Grubenlampen, da Funken aus Drahtnetz herausschlagen können).

453 Zündhölzer.

(Mechanisch-chemische Zündvorrichtung.)
Zusammenwirken von Kopfmasse, Reibflächenmasse, Holzimprägnation.
Sicherheitszündhölzer. (401.)
Herstellung:
Holzarten (s. dort), Härte, Harzgehalt. Imprägnieren mit Paraffinen (früher Schwefel). (Beim Schwelen des Holzes, z. B. an glimmender Zigarre, Geruch nach Paraffinteer.)
Imprägnierung für, gegen Weiterbrennen. (690.) Wasserdichte Imprägnierung. (Gegen Nachglimmen 504.)
Zündmasse an Kopf: Mischung mit weißem P., später dto. mit rotem P.
Sicherheitsmassen ohne P.
Phosphorsulfide.

Stearinsäure, ölsaure Salze (Pb), Mn-Resinate usw.
Reibflächenausstattung: Roter P. (Menge ermitteln.)
Sand zur Erhöhung der Reibempfindlichkeit (besonders an Luxusständern für Zündhölzer).
Eigenschaften, physikalische, chemische:
Festigkeitsprüfung. Haftfestigkeit des Kopfes.
Chemische Analyse. Lagerbeständigkeit.
Zi-Versuche: Therm. Zersetzung. (Kopfmasse, Reibfläche allein in Reagensglas erhitzen.)
Empfindlichkeit gegen Reibung, Stoß, Schlag. Versuch der Entzündung an Fensterscheibe. Abknallen des Kopfes unter Fallhammer.
Reibstärke an Reibfläche prüfen: Welche Energie ist zur Erzielung der Entzündung nötig?
Za-Versuche: Zünden durch offenes Feuer, Flamme, Glut: Temperatur!
Brennweise: Einzelholz, Schachtel.
Verhältnis zwischen Zündkopfmasse zu Dicke, Länge.
Flammenform, -größe, Zündholz waagerecht, senkrecht nach oben, nach unten brennen lassen.
Flammendauer.
Zündholz über brennender Petroleumlampe. (514.) Zündholz im CO-Kegel der Bunsenflamme.
Aus x m Höhe brennend herunterfallen lassen auf zu zündenden Stoff.
Flammentemperatur:
Welche Stoffe werden gezündet: Aggregatzustand.
Nichtmetalle, Metalle, Kohlenarten, C-Verbb. Zündfähigkeit des Zündholzes selbst an Papier, Zigarre usw.
Kohlenstaub z. B. kann aufgewirbelt durch Zündholzflamme zur Explosion gebracht werden, nicht dagegen kompakte Kohle.

Besondere Zündholzarten. **454**

Äußeres Material: Durchgekerbtes Schilfrohr. Zündhölzer aus Pappe, Preßpapier. Zündhölzer mit beschwertem Ende, damit sie nach Fortwerfen Feuer oben tragen. Einrichtung, daß Feuer immer in einer Richtung brennt. (Gegen Nachglimmen 504, 453.)
Besonderer Kopf: Zündhölzer ohne Kopf ($BaCl_2O_6$. D. R. P. 163 500).
An jeder Reibfläche zündbare Hölzer: Schwieningsche Zündmasse.
Ewiges Zündholz: = Zündband = runde Schachtel, wie ein Bandmaß, aus dem man ein ca. 5 cm langes Stück zieht und abreißt. (Wissensch. Fortschritt Jan. 1934, 54.)
Wachsstreichhölzer (cerini) zu Kerzen — Luxus-Salonstreichhölzer.
Besondere Arten: Feuerwerksstreichhölzer! Für Zündschnurzündung Zündholz daran befestigt.
Bengalische Hölzer.
Mox-Zündhölzer für Zündung von Moxbriketts.
Stoltzenberg-Hölzer zur Entwicklung von Giftkampfstoffen.
Zigaretten mit Zündholzkopf.
Zwischenzündungen, wie sie auch am Zündholz selbst vorhanden sind: Feuer-Kohlenanzünder mit Teerdestillaten, Naphthalin usw. (440) Zunder (s. 401).

Sätze für Glühzünder, Funkenzünder. **455**

Darstellung:
Chlorat-Rhodanat-Sätze (Bleirhodanat).
Chlorat-Knall-Hg-Sätze.
Bleipicrat (Deutschland). Bleitricinat.
Acetylenkupfer (andere Acetylenide). (398.)
Schießwolle (schlechter elektr. Leiter) + Chlorat (ev. + Sb_2S_3. Wolle geschabt).
Sätze für photographische Blitzlichtzünder (vgl. Thermitzündung).
Besonderes: Niehler Kämme!
Verbindungsart mit Sprengkapsel: Vergußmassen (s. Verguß im Geschoß):

Geschmolzener wasserhaltiger Alaun (Feuerdämpfer, zugleich Abdichtung gegen hohen Wasserdruck, Paragummihülle, Bleikopfabdichtung, Chattertonüberzug usw.). Besonders: Bei Flüssigluftsprengstoffen.
Eigenschaften, physikalische: Stoß-, Rüttelfestigkeit. Elektrische Leitfähigkeit.
Chemische Eigenschaften: Analyse (s. Ausgangsstoffe!).
Stabilitätsprüfung. Lagerbeständigkeit.

456 Glühzünder: Zündung, Brennweise, Umsatzprodukte.

Zündung durchweg elektrisch, da diese ohne Qualm bei beliebig weit entfernter Zündquelle verläuft und mehrere Schüsse gleichzeitig abtun kann.
Elektrische Zündapparate (vgl. Motor) (s. 430). (434.)
Dynamoelektrische Apparate.
Stromstärke bzw. Widerstand der Zünder. Funkengröße.
Ev. Anschluß an Starkstrom, z. B. bei Blitzlichtzündern.
(Vgl. Hochfrequenzfeuerzeug bei elektr. Funkenzündung.) (430.)
Leitung: Cu, verzinnt, mit Gummi, Guttapercha umpreßt. (Kunstpreßstoffe.) Flammensichere Drähte mit hochchloriertem C_xH_y imprägniert, schlagwettersicher.
Besondere Kurzschlußversuche (Blitzeinschlag).
Brückenglühzünder:
Glühdraht aus Pt, Pt—Jr (0,003 mm) (V2a-Stahl).
Innere Widerstandsmessung (1—3, ev. 65—100 Ohm).
Streu-Schleichstromsicherheit (elektr. Grubenbahnen), d. h. sicher gegen 0,1—18 Amp. Dauerstrom, 15 Volt Dauerbelastung.
Einschlagender Blitz kann zünden. (Galvanometerprüfung.)
Beim Anlegen der Spannung unbekannte Vorgänge bzgl. Erzielung des Brennens.
Zeit messen, bis zu der Glühen erfolgt; Glühdauer.
Glühzündstöcke (Zündpillen an Stöcken).
Funkenzünder:
Spalt zwischen Drahtenden, zwischen denen Funke übergeht.
I. Ü. wie eben bei Brückenglühzündern. Serien: nur hintereinander.
Brennweise des Zündpillenmaterials:
Form des Brennens: Funken, Glut, Flamme?
Brenngeschwindigkeit: Abhängig vom Druck: Eigene Gase (vgl. Zünder-Satzringe).
Durch Druck entsteht Frühzündung! (Vgl. Motor!)
(Ebenso Abfließen der Schlacken bei Zündern wie bei Zündschnur.)
Umsatzprodukte:
Schwaden, Rauch. Rückstände.
Besonderes: Aufladung des Bombenzünders unmittelbar vor Bombenfall von Flugzeugdynamo aus (s. 496). Kondensatoraufladung (458). (475.)

457 Sätze für Widerstandszünder.

(Spaltglühzünder?)
Darstellung: Ähnlich wie bei den vorhergehenden Glühzündern, nur müssen die Sätze leitend gemacht werden. Zusätze von: Grafit, Koks usw. (s. Schw.-P.!).
Sonstige Zusatzteile: Gummi, Schellack usw.
(Vgl. das Leitendmachen beim Cohärer! Späne von Ag, Ni usw.)
Eigenschaften, physikalische, chemische:
Rüttelfestigkeit wie eben bei Glühzündern.
Chemische Analyse. Lagerbeständigkeit.

458 Widerstandszünder: Zündung, Brennweise, Umsatzprodukte.

Vgl. mit dunkler Heizung — Diathermie. (492.)
Widerstandsmessung.
Leitfähigkeitsmessung (Grafitierungsgrad).
Stromwärme und deren Prüfung. Serien: auch parallel.
Schleichstromunsicherheit (deshalb in Deutschland verboten).
I. ü. wie bei Glühzündern! (456.)
Umsatzprodukte: Schwaden, Rauch.
Besonderes: Aufladung des Bombenzünders unmittelbar vor dem Bombenfall. Kondensatoraufladung (456). (475.)

Besondere Zündpillen für elektrische Zündung. Zeitzünder. **459**

Eschbachs Verzögerungszünder:
Aufsatzpillen aus Schw.-P. (Diese geben Rückstände!)
Kann Ausdehnung der beim Abfeuern dieser Verzögerungszünder entstehenden Gase nicht erfolgen, so tritt wie beim Zündschnurzeitzünder infolge der Druckeinwirkung eine Vergrößerung der Verbrennungsgeschwindigkeit ein und der beabsichtigte Erfolg der Verzögerung wird aufgehoben.
Anbringen bestimmter Öffnungen für Abfließen der Gase resp. der angesammelten Asche.
Eschbachs gaslose Verzögerungszünder:
Vermeidung des eben erwähnten Übelstandes durch Verwendung von Thermitsätzen, die ohne Gasentwicklung verbrennen. Sätze bestehen aus Metallen + O-Trägern.
Prüfung der Sätze durch Verbrennen unter Wassersäulendruck.

Zündstoff für Leitzündung = Zündschnur. Gezündet Za, zündend Za. 46

Historische Vorläufer der Schwarzpulverzündschnur. **460**

In Schwarzpulverbrei getauchte Holzstäbe.
Halmzünder. Stoppinen mit Schwarzpulver. Schilfrohrbrandel.
Schnur mit Klumpen von Schw.-P. herum (ursprüngliche Zündung von Nitroglycerin).
Fäden, mit Schw.-P. imprägniert, um Leuchtsterne herumgelegt, um Anbrennen zu erzielen.
Fabrikation dieser Zündrequisiten, Eigenschaften.
Passive Zündung derselben durch Za.
Aktive Zündwirkung — Za-Wirkung. Reichweite der Fernleitung?
Brennzeitenmessung.

Lunten, Zündbänder. **461**

Bergwerksschwärmer: Gasschwärmer, Schwefelschwärmer.
Schießwollfäden, Celluloidstreifen.
Lunten = imprägnierte Baumwollfäden (andere Fasern?). (Ludelfäden.)
Imprägnation mit O-Trägern: Nitraten, Chloraten usw.
Versuche mit Chromaten, $PbCrO_4$ usw. (Bleieisencyanür. Kast 456.)
Fabrikation der Lunten, Eigenschaften.
Passive Zündung = Za.
Aktive Zündwirkung = Za. Reichweite der Fernzündung?
Brennzeitenmessung.

Schwarzpulverzündschnur. Zeitzündschnur. **462**

Fabrikation. (Pulversorte.) Pulverseele!
Eigenschaften, physikalische:
Haftfestigkeit des Pulvers an Schnur (Rüttelprobe).
Dichtigkeit der Guttaperchaschicht (Wasserprüfung).
Zerreißfestigkeit der Schnur, frei, umsponnen. (Spinnmaschine.)
Torsion der gedrehten Schnur.
Röntgendurchleuchtung: Richtige Füllung?
Prüfung mit Galvanoskop, Durchleiten eines Stromes von 3000 Volt, gleichmäßige Füllung?
Lagerbeständigkeit: Feuchtigkeitseinfluß!
Eigenschaften, chemische: Lagerbeständigkeit; Brüchigwerden der Guttapercha bei extremen Temperaturen.
Besonderer Analysengang zwecks Prüfung.

Passive Zündung, Brennweise, Umsatzprodukte der Zeitzündschnur. **463**

Thermisches Verhalten bei langsamer Erhitzung = Zi-Versuch.
(Besonderes Verhalten der Gummibestandteile.) Schlag — Fallhammer.
Verpuffungstemperatur! Versuch: Vgl. mit losem Schw.-P.!
Za-Versuche: Zündmöglichkeit durch Glut? Glühnadel? Funken?

Anzünder für Schnur: Reißanzünder mit Fangöse (zugelassen für ganzen Bergbau).
Unterschied in Zündung gegenüber freiem Schwarzpulver?
Zündholzkopf direkt an Schnur, Schachtel schräg halten!
(Schnur mit Windrichtung legen, gegen Wind anzünden!)
Streifenpulver zum Anzünden!

Brennweise:

Sprühfeuer. Feuer am Ende beobachten, wenn Schnur gerade, schräg abgeschnitten (s. 501).
Geknickte Schnur (s. u. Geschwindigkeit).
Sprühprobe direkt im Reagensglas.
Prüfung im Dunkeln: Seitliches Aussprühen!
Schnur für Flüssigluftsprengstoffe darf nicht sprühen! (S. 208.)
(Stichflammenlänge [s. Zündhütchenfeuerstrahl] s. 475).
(Stichflammentemperatur — Sicherung gegen Schlagwetter!)

Brenngeschwindigkeit:

Messung mit Stoppuhr (rd. 1 cm/sec.).
Abhängig von: Pulverart, Korngröße des Pulvers, Feuchtigkeit, Temperatureinfluß (Sommer, Winter).
Besonders wichtig Druckeinfluß: Beschwerung der Schnur! (Kann dadurch zur Schnellzündschnur werden!) (466.)
Korkzieherartig gewundene Schnur gibt Kurzbrenner! Knoten in Schw.-P.-Zündschnur — Weiterbrennen (467, 488).
Zündschnur gleichzeitig an beiden Enden zünden! Wann und wo treffen sich Feuerleitungen? (Vgl. Dautriches Methode 755.)
Brenngeschwindigkeit in flüssiger Luft (bei Flüssigluftsprengstoffen) darf nicht steigen infolge des größeren O-Gehalts der Umgebung! (208.)
Photographische Methode von Neubabelsberg!
Kühlung der Schnur mit flüssiger Luft (467, 488).

Umsatzprodukte:

Schwaden, Rauch. Aufplatzen der brennenden Schnur (regelmäßig?).
Schwaden stärker bei feuchter Luft. Rauchschwache Schnur!
Chemische Untersuchung der Schwaden.
Rückstände — chemische Untersuchung. Übereinstimmung mit gewöhnlichen Pulverrückständen!

464 Aktive Zündwirkung der Schwarzpulverzeitzündschnur.

Entsteht Flamme oder nur Glut?
Stichflammenlänge messen (vgl. Feuerstrahl bei Zündhütchen). (475.) (698.)
Stichflammentemperatur messen! Schlagwettersicherheit!
Zündwirkung der Schnur (ev. im Reagensglas) gegen:
Nichtmetalle, Metalle, Kohlenarten, C-Verbindungen. (Schnur soll Leuchtgas-Luftgemisch nicht zünden!)
Verschiedener Aggregatzustand!
Besonderes: Zündverhalten zu Sprengstoffen.
Schnur dabei gerade, schräg abgeschnitten!
Besonderer Aufbau der Schnur am zu zündenden Körper:
(Befestigung wie etwa Zündkörper vorn an Zündschnur selbst!) (483.)
Schellack-Kreidekitt. Metallmantel: U. U. Umherfliegen brennender Al-Splitter (Wettersicherheit!)
Aufbau für trockene, feuchte Schnurzündung! Anwürgezange.
(Uchatius histor, Versuch mit Zündschnurballons — Venedig.)

465 Besondere Schwarzpulver-Zeitzündschnüre.

Andere Fertigungsmethoden.
Zusätze zur Pulverseele: O-abgebende Salze: Chlorat, Chromat neben trocknendem Öl usw.
Schnur mit Diazokörpern.
Sicherheitszündschnüre.

Schnellzündschnur mit Schwarzpulver. **466**

Explosionszündschnur im Gegensatz zu Detonationszündschnur (487.) (Momentzündschnur.)

Fabrikation. Unterschied gegenüber der Zeitzündschnur; fester Einschluß der Pulverseele. Gummi, Kunstpreßstoffe statt Leinen. (Geschwindigkeitssteigerung vgl. gaslose Zünder 459!) Besondere Mehlpulversorten!

Längsbindfäden, um Zerreißen beim Abbrennen zu verhindern.

Eigenschaften, physikalische, chemische: Vgl. bei Zeitzündschnur oben!

Besonders Rüttelfestigkeit und Lagerbeständigkeit.

Dehnfähigkeit der gereckten Schnur.

Dichtigkeitsprüfung in Wasser, Enden außerhalb.

Passive Zündung, aktive Zündung, Umsatzprodukte der Schnellzündschnur. **467**

Therm. Zersetzung wie bei Zeitzündschnur.

Zi-Za-Versuche wie bei Zeitzündschnur. (463, 811.)

Unterschied gegenüber Zeitzündschnur: Knall beim Abbrennen.

Brenngeschwindigkeitsmessung wie bei Zeitzündschnur: Uhr!

Aufspringen, Bogenschlagen der abknallenden Schnur! Gleichmäßig? (s. 757).

Weitere Geschwindigkeitssteigerung durch Beschweren mit Steinen usw. (Kräfteparallelogramm). (Vgl. Frösche bei Feuerwerkerei!)

Steigerung der Brenngeschwindigkeit durch Druck. Vgl. Hohlladung in der Waffe. (808.)

Umsatzprodukte wie bei Zeitzündschnur!

Knoten in Zündschnur. Weiterbrennen (s. 488).

Kühlung der Schnur mit flüssiger Luft (463, 488).

Aktive Zündwirkung der Schnellzündschnur.

Vgl. mit Zeitzündschnur. Hier Zi- + Za-Zündwirkung.

Befestigung am zu zündenden Körper: Anbringen von Kreuzmuffen (gummiertes Papier). Gleichzeitige Zündung mehrerer Ladungen.

Besondere Arten von Schnellzündschnur. **468**

Ähnliche Zusätze wie bei Zeitzündschnur: Können diese auch bei Zusatz zu Mehlpulver und bei festem Einschluß eine Verbesserung der Schnellzündschnur herbeiführen?

Andere Leitzündungen durch Schwarzpulver (Rschw.-P.?). **469**

Schwarzpulverleitungsfeuer in Zündern: (vgl. bei Zündhütchen!).

Historisch: Säulenzünder! Richterscher Zeitzünder mit bestimmten Strecken von Schwarzpulver. (474.)

Brennzünder mit Satzringen von Schwarzpulver:

Bestimmte Sorte von Pulver.

Bestimmte Menge bzw. Dicke der Pulverseele.

Bestimmter Preßdruck der Pulverseele.

Brennzeitenmessung: Apparatives.

Gesetzmäßigkeiten.

Besonderes: Brandloch bei Zündern, um Rauch-Asche freizugeben. Verklebt durch Papierplatte.

Leitzündung durch Pulverkörner über Zündhütchen bzw. Sprengkapsel.

Vgl. mit Schw.-P.-Korn über der Eschbachschen Verzögerungskapsel. (459.) (481.)

Wie oben bei Satzringen maßgebend:

Pulversorte. Menge, Dicke der Pulverschicht. Preßdruck des Pulvers.

Rauchschwaches Pulver unbrauchbar, da zu schwer zündlich. Besonders: Anfeuerung bei Leuchtsternen. (560.)

Zündstoffe — Zündhütchenarten. Gezündet = Zi, zündend = Za. 47

Friktionsröhren, Friktionsbrandel, Reibzündröhren. **470**

Feldschlagröhre, Glühschlagröhre für Handfeuerwaffen, Geschütze,

(Vgl. mit Stoppinen 460, ferner mit Reibzündhölzern.)

Darstellung der Sätze (s. auch unten: Zündhütchensätze).

Eigenschaften, physikalische, chemische.

Zündung: Art der Reibanordnung. Zi-Versuche. Za-Versuche.
Brennweise: Feuerstrahllänge usw. Temperatur. Feuer mit Knall!
Zündmöglichkeit bei: Nichtmetallen, Metallen, C, C-Verbb. (Aggregatzustand!)
Besonderes: Pulver, Sprengstoffe.
Umsatzprodukte.
Sätze lose nicht transportsicher, transportsicher die fertigen Brandel, Röhren usw.

471 Amorces. Knallbriefe, Knallkorken. Eisenbahnknallsignale.
Darstellung (s. 747). (756.) (Kast 453.)
Eigenschaften, physikalische, chemische.
Zündmöglichkeiten: Zi-Versuche. Art der angewandten Reib-Schlag-Stoß-Zündung?
Za-Versuche: Gelingt die Feuerzündung überhaupt?
Brennweise: Feuererscheinung, verbunden mit Knall!
Hier soll eine Zündung aktiver Art gar nicht ausgeübt werden, trotzdem ist sie möglich; bezgl. der Sicherheit muß geprüft werden: ob etwa losgehende Knallkörper andere dabei lagernde mitentzünden können?
Loser Satz z. B. nicht transportsicher, wohl aber die fertigen Knallpräparate.
Flobertpatronenmunition. (478.)

472 Zündhütchen: Fertigung, Eigenschaften, physikalisch, chemisch.
Alle Arten von Zündhütchen, Infanterie-, Artillerie-, Minen-Zündhütchen.
Kapselmaterial (Infanterie-, Artillerie-Zündhütchen).
Kupfer, Messing (Einwirkung von Schweiß-Buttersäure). Andere Metalle, Hartgummi usw.
Stärke, Härte des Kapselmaterials: Skleroskop. (Sklerometer 890.) Duroskop.
Prüfung lichtelektrisch: Fortlaufende Metallbanduntersuchung: durch Riß durchgehendes Licht wirkt auf Photozelle. (V. d. I. 1933, 1339.)
Schlagzündschraube: Wiederverwendung nach einmaligem Beschuß — Ausglühen. (892, 803.) Reibzündschraube.
Elektr. Schlag-Reibzündschrauben.
Abdeckungsmaterial (Stanniol), Al unbrauchbar, da es Ausbrennung in Kammer gibt).
Lack-Sömmerda. Cellophanabdeckung. Pflanzenpapier.
Satzzusammensetzung: Knall-Hg-freie, -haltige Sätze. Mengenverhältnisse.
(Besondere Sätze s. u.)
Schellackersatz — restloses Abbrennen.
Satzmenge sowie Zusammensetzung muß dem Verwendungszweck angepaßt sein, besonders stimmen zu Zündfähigkeit des verwendeten Pulvers in der Waffe (Schw.-P. oder Rschw.-P.!). (Glaspulver, Schmirgel.)
Kipptrommel. Schneckentrommel. Beutelmischer. Schwenktrommel. (254, 285.)
Einpreßvorrichtungen für Sätze in Hütchen: Preßdruck! Keine Zündungsmöglichkeit beim Pressen? (Wie ändert sich Entzündlichkeit mit dem Druck?)
Physikalische Prüfung der Hütchen: (vgl. mit losen Sätzen).
Aussehen der Sätze in den Hütchen, makro-mikroskopisch.
Dichte der Sätze in den Hütchen (Prüfmethoden). (Berechnung pro 1 ccm.) Gemengverteilung!
Rüttelprobe: Hütchen verglichen mit losen Sätzen.
Hygroskopizität — Prüfung im Exsiccator.
Chemische Prüfung:
Analyse, qualitativ (s. bei Ausgangsstoffen).
Quantitativ: Nitrat, Chlorat als Nitronverbindungen.
(Bei Nitratbest. nach Schultze-Tiemann stören die Nebenbestandteile nicht. Jb. Mv. 1908, 78.)
Elektrolyse. Sätze allein, gemeinsam mit Hütchen. (Maschinelle Entfernung des Mantels s. Sprengkapsel.)
Einwirkung von Feuchtigkeit, CO_2 usw. auf lagernde Hütchen. (Messing-Galvanismus!)
Chemische Vernichtung unbrauchbarer Hütchen: Thiosulfat, Sulfide (s. Sätze allein).

473 Zündhütchen: Therm. Zersetzung. Passive Zi-, Za-Versuche.
Thermische Zersetzung der Hütchen (vgl. mit losen Sätzen).
Hütchen mit Sb_2S_3 u. U. selbstentzündlich (Dupré: Ber. d. engl. Gewerbeinspektion für Explosivstoffe Nr. 141).

Verpuffungstemperatur (Reagensglas) Verpuffungsbilder!
Hierzu: Prüfung der Hütchen in Holzfeuer, nähert sich allerdings der Za-Prüfung, da Hütchen u. U. glühend werden! (Wärmeleitfähigkeit des Hütchenmaterials!)
Ebenso hierher: Ausbrennofen für Hütchen!
Vgl. dazu: Selbstzündung einer Patrone in heißgewordener Waffe?

Sensibilitätsprüfung:

Hütchen immer verglichen mit losen Sätzen, um zu ermessen, wie Kapselmaterial sowie Pressung der Sätze die Empfindlichkeit vermindern resp. vermehren!
Reibprobe: Rüttel-Reibeapparate. (Vgl. lose Sätze: Reibung in roher Porzellanschale, bzw. Schmirgelleinen, Hartholzzylinder, Hartholzkegelapparat, wie für Pulverprüfung. 286, 342.) (Glas-Schmirgelzusatz 472.)
Reibzündapparat nach Lentz (automatische Reibung).
Rotierender Stempelapparat nach Rathsburg.
Schlag-Stoß-Probe: Fallhammerprüfung: Erhöhung der Schlagwirkung durch Zumischung von Sand usw. zu den Sätzen.
Bei losen Sätzen (s. Nitrokörper) vielleicht Mitwirkung der adiabatischen Kompression?
Wirkt irgendwie Hütchenmetall mit bei Prüfungsergebnis?
Hammerschlag-Fallhammer (Temperatur bei der Prüfung!).
Material der Schlagspitze, heizbarer Schlagapparat.
Fallpendelapparat (Tietze). Fallwinkel.
Granatenfallapparat nach Metz (Brownsden-Maas).
Schlagzündung bei Gewehren, Geschützen. (Nadelzündung.)
Anordnung des Schlagbolzens bei Gewehren: wieviel Schläge hält der Schlagbolzen aus? Härte desselben? Schlagwirkung der Feder?
Besonderes: Dauerschlagwirkung bei dauernd feuerndem Maschinengewehr!
(Schlagzündvorrichtung in Zünder s. 474.)
Beschußprüfung mit starker, schwacher Schlagkraft!
Initiierbarkeit der Hütchen. Initiierbarkeit durch Sprengkapsel?
Zündübertragung eines Hütchens auf ein anderes: Abstand der Hütchen voneinander, Verpackungsabstand! (Vorschrift für Verpackung, Revision, Lagerung).
Zwischenraum leer, mit losem Satz oder anderem Material gefüllt: Übertragungsfähigkeit verschieden. (Schw.-P. als Zwischenmaterial!)
(Ähnliche Übertragung bei verpackten Hütchen: Fallenlassen einer Zündhütchenschachtel aus bestimmter Höhe!) (Vgl. bei Sprengkapseln 485.)
Detonationsübertragung.

Za-Versuche.

Glutzündung, z. B. in Holzfeuer, wenn Hütchen glühend werden!
(Andere Za-Versuche führen kaum zum Ziel, weil Satz abgeschlossen ist. Zündung bei offenem Satz in Kapsel!)
Brennweise: (vgl. mit freien Sätzen).
Wodurch entsteht Feuerstrahl — Flamme? Ähnlich wie bei Zündschnur! (Vgl. mit Zündhölzern! Brennzeit (s. 757).
Flammen-Feuerstrahl-Größe, -farbe (s. 501). (476.)
Stichflamme-Feuerstrahllänge (vgl. 712 usw.) (463.)
Messung der Länge, z. B. in Granate, gleichzeitig Zündwirkung (s. 476).
Kann Luftstrom Feuerstrahl zur Seite blasen? Stärkenverhältnis beider!
Vgl. Hütchen im Ausbrennfeuer.
Besonders geleitetes Feuer: Feuerstrahl muß beim Gewehrhütchen durch enge Zündlöcher schlagen! Dimensionen! Wann erlischt Feuerstrahl? Hat Art des Metalls der Zündlöcher Einfluß auf Fortleitung? (Wärmeableitung!). (476.)
Flammdauer: Bei den in Hütchen gepreßten Sätzen ca. $^1/_{3000}$ Sek. (vgl. mit losen Sätzen).
Temperatur des Feuerstrahls. Messung.
Verbrennungswärme. Messung.
Zu stark geladene Hütchen geben zu hohe Gasdrücke.
Zu schwach geladene Hütchen geben Nachbrenner (s. u.).

474 Passivzündung der Hütchen in ruhenden Sprengkörpern (Minen).

Laborierung, Auslösungsmomente.
Stoßminenzünder, Tankminenzünder.
Schlagzünder bei Attentaten: Uhrwerkszünder bei Höllenmaschinen.
Schlagwirkung in besonderer Ausführung. — Bombenzünder 872.
Überraschungsmomente.

475 Passivzündung der Hütchen in bewegten Sprengkörpern: Geschoßzünder.

Historische Zünder — Säulenzünder, Richters Zeitzünder (s. 469).
Aufbau des Zünders — Kopfzünder, Bodenzünder.
Metallart. Metalluntersuchung. (Festigkeit, Analyse.) (Zünder aus Bakelit, Kunstpreßstoffen.)
Aufschlagzünder (Az mit o. V., m. V.). (877.) (Schlagarbeit berechnen!)
Brennzünder Bz = Zeitzünder.
Satzringbrennzünder. (Schlagarbeit berechnen!)
Uhrwerkszünder.
Elektrisch aufgeladener Zünder. (872.) (456, 458.)
Brennzeitenmessung (Cranz II, 421). Oberes, unteres Satzstück.
Ebenso Berechnung d. Brennzeit (288). (Cranz III, 124) (757).
Ev. Explosion des Satzringes, wenn Schw.-P. im Satzring bei verstopftem Brandloch explodiert.
Doppelzünder: Bei Az wird Brennzünder ausgeschaltet, auch tritt Az in Tätigkeit, wenn bei Bz das Geschoß frühzeitig aufschlägt, ferner wenn Zünder allein von Geschoß wegfliegt.
Brennzünder brennen in großen Höhen langsamer.
Bdz = Fertigaufschlagzünder mit o. V., m. V.
Sicherungen: Vorstecker.
Sperringe — Festigkeitsprüfung.
Fliehbolzen: Bruchfestigkeit (s. Drall! 834).
Rotationswirkung: bei welcher Zentrifugalkraftgröße tritt Wirkung ein? (Dralluntersuchung — Geschütz. 834.)
Modernes Prinzip: Trennung des Zünders von der eigentlichen Sprengladung.
Rohrsicherheit, Rohrkrepierer (876).
Handgranaten. (Abzugsvorrichtung.)
Torpedos.

476 Aktive Zündwirkung der Zündhütchen. Umsatzprodukte.

(Vgl. mit freien Sätzen.)
Welche Stoffe werden gezündet? (Vgl. mit Zündholzwirkung): Nichtmetalle, Metalle, Kohlenarten, C-Verbindungen (jeweiliger Aggregatzustand) (s. 473).
Zündung in Waffen: Prüfung in Granaten mit Schlitzen für Pulver: bei bestimmtem Abstand muß, bei bestimmtem weiteren Abstand darf nicht gezündet werden. Für diese Prüfung der Feuerstrahllänge sowie der Zündwirkung Verwendung von nitriertem Papier, aber schwankende Ergebnisse wegen Hygroskopizität, deshalb Pulver (Man. St. P.) genommen (Jb. Mv. 1912, 58). (473.)
Rauchschwaches Pulver nicht so leicht gezündet wie Schw.-P., deshalb Beiladungen von Schw.-P. (vgl. ähnlich wie bei Zündung durch Blitz, s. dort! Zündüberträger!).
Besondere Zündwirkung bei extremen Temperaturen:
Schüsse aus heißem Gewehr.
Zündhütchen durch fl. Luft abkühlen!
Hinterzündung normal, Vorderzündung d. Patrone (Cranz II, 153) (s. 808).

Umsatzprodukte (Rostwirkung).
Schwaden-Rauch. Farbe. Untersuchung (giftige Schwaden bei As-Munition usw.).
Gewöhnlicher Zündsatz mit $KClO_3$, Knall-Hg, Sb_2S_3 gibt braunen Rauch. Reizung der Atmungsorgane (Jb. Mv. 1909, 58).
Korrosion der Waffe: (Umsatzgleichung).
Chemische Einwirkung bei hoher Temperatur. (614, 615.)
Versuche bzgl. Wirkung der entstehenden Produkte auf verschiedene Metalle (besonders freies Cl!) (800. 801.)

Erosionsfreie, korrosionsfreie Zündhütchen. **477**

Begriff der Korrosion, Erosion. (615, 617.)

Umsatzgleichungen.

Sätze mit Nitraten statt Chloraten: Sätze mit BaN_2O_6 geben statt braunen Rauchs weißen Rauch (beim Öffnen des Verschlusses). Übergang des Nitrats in Carbonat.

(Sätze mit BaO_2 nicht einheitlich zu fertigen, da reines Superoxyd nicht geliefert werden kann, sich ferner an der Luft zersetzt (Jb. Mv. 1905, 87).

Besonders schnell unbrauchbar werden die Sätze bei Tropenlagerung, d. h. bei höherer Temperatur.

Sätze mit Trinitrotoluol — TNT —: auch bei höherer Temperatur unbrauchbar (Jb. Mv. 1910, 55).

Sätze mit Bleinitrat neigen zur Selbstentzdg. (Websky, Lustfeuerwerkskunst p. 119).

Muriatische Sätze = Kn-Hg-frei. (Kast 448.)

Bleithiosulfatsätze.

Bleinitrat-Hypophosphit-Sätze. (299, 785.)

Deckplättchen mit rotem P, phlegmatisiert durch Diphenylamin. (014.) (401.)

Veränderte Chloratsätze: Zusatz von MnO_2 zu Chloratsätzen, um O-Abgabe katalytisch zu beeinflussen? (s. Sprengkapselsätze). (252.) (481.)

Im Kriege Ersatz des Schwefelantimons durch andere Sulfide: Arsen, Eisen usw. Unterschiede gegenüber den Antimonsätzen, abgesehen von der Giftigkeit. (476.)

Besondere Sätze: Rhodanblei usw. (diese Sätze mit Zusatz von S, aber auch mit Se, Te gefertigt!).

Sätze aus $KClO_3$ + Sb_2S_3 gefahrlos gemischt, Stanniolblättchen zur Abdeckung mit Rot-P-Emulsion bestrichen = Annäherung an Reibfläche bei Zündhölzern!

Passive Zündung dieser Zündhütchen, ihre aktive Zündwirkung, ihre Schwaden, ihre Rauchentwicklung untersuchen.

Zündhütchen mit Schußwirkung. **478**

Flobertmunition! Teschingmunition. (471.)

Menge des Satzes größer. Ladeart, Preßdruck.

Passivzündung, Gas-Rauch-Schwaden-Entwicklung. Gasdruck. Temperatur.

Variationen der Flobertmunition.

Treibwirkung vgl. mit Pulverwirkung. (766. 842.)

Besondere Arten von Zündpillen, ohne, mit Kapseln. **479**

Pillenlichte = Zündpille + Brandsatz in Zylinder zur Zündung besonderer Kriegsfeuer (Zündlichte).

Vgl. die ursprüngliche Nobelsche Sprengkapsel mit Füllung aus gepreßtem Schwarzpulver. (480.)

Schlag-Zündstoff = Sprengkapsel. Gezündet Za, zündend Zi. 48

Fertigung der Knallquecksilber-Sprengkapseln. **480**

Kapselmaterial (Härte nicht so wesentlich wie bei Zündhütchen). Kupfer für Knall-Hg-Kapseln, Al für Bleiazid-Kapseln. (Messing für erstere ausgeschlossen, weil galvanische Ströme ev. Knall-Hg zerstören, s. chem. Prüfung.)

Unterschied, ob Sprengkapsel freien Sprengstoff zünden soll, oder ob Wirkung in Granate verlangt wird: Verzinnung!

Satzmaterialien!

Knallquecksilber, Kn-Hg-Chloratmischungen, ev. + Gummilösung. Vgl. die Sprengkapseln mit Knall-Hg-Chloratsatz mit solchen, die nur Knall-Hg enthalten. (Letztere nicht gefertigt!)

Abdeckung des Satzes zur Verhütung des Verstaubens. Preßdruck (Totpressen!) s. bei (Einsatzkapsel — Einsatzhülse.) (Innenhütchen.)

Preßdruck. Einpreßmethoden; Einzelverfahren, Ladelöffel.

Preßdruck. Einpreßmethoden; Einzelverfahren, Ladelöffel. (Lademaschine. Stettb. 346.)

481 Besondere Sprengkapseln.

Besonderes Kapselmaterial.

Schultze-Kapsel mit besonderem Boden: zugespitzt. (786.)

Schwedische Kapsel, an beiden Seiten offen (größte Verdichtung am Boden).

Besonderer Kapselinhalt:

Andere Satzzusammensetzung, andere Mengenverhältnisse.

Verwendung von Mischungen von $KClO_3$ und MnO_2 statt des Chlorats allein, um katalytisch schneller O freimachen zu können (s. 477).

Bleiazidkapseln mit Trizinatauflage. (Bleitrizinat allein hat geringe Auslösungsgeschwindigkeit. 363, 404.)

Verzögerungskapseln nach Eschbach (s. 459).

Nitrokörperkapseln (s. Nitrokörper) (s. u. Zwischenzündung).

482 Physikalische, chemische Eigenschaften der Sprengkapseln.

Festsitz des Satzes: Prüfung auf Rüttelmaschine. (Vgl. Entstaubungsmaschine mit Sägespänen.)

Dichtebestimmung des herausgenommenen Satzes.

Apparatur zum Zerschneiden der Kapsel (Herausnehmen des Satzes).

Chemische Analyse: Sprengkapsel mit Satz völlig auflösen:

Kapsel samt Inhalt zwecks Elektrolyse auflösen!

Gefahr wegen Wärmeanhäufung-Entzündung.

(Deshalb Vermeidung der chemischen Zerstörung unbrauchbarer Kapseln.)

483 Passive Zündung der Sprengkapseln. Zi-Versuche. Za-Versuche.

Thermische Zersetzung (vgl. mit therm. Zersetzung des Inhalts allein).

Sensibilitätsprüfung: Prüfung mit Fallhammer, Fallpendel (letzteres genauer).

Sensibilität bei extremen Temperaturen: vorgewärmte Apparatur, Prüfung in Tropen.

Vorgekühlte Sprengkapseln, z. B. bei Flüssigluftsprengstoffen: Knall-Hg-Kapseln funktionieren nicht mehr, wohl dagegen Bleiazidkapseln. (Durch Abkühlung Verdichtung des Satzes?)

Kapsel im Verpuffungsapparat prüfen!

Za-Versuche: Sprengkapseln in glühendes Holzfeuer = Übergang von Zi zu Za, sobald Kapselmaterial glühend.

Zündung mittelst Feuers: Zündschnur, glatt, schräge abgeschnitten. Verbindung der Schnur mit Kapsel. Wie weit kann Zündschnurende von Satz entfernt sein, um noch zünden zu können? Befestigung der Schnur fest an der Kapsel. (Abdichtung mit geschmolzenem, wasserhaltigem Alaun!) (464.)

Zündung durch Feuerstrahl des Zündhütchens: Aus welcher Ferne zündet dieser Feuerstrahl? Entfernung im Zünder!

Bei Feuererscheinung spektrale Mitwirkung des Hülsenmetalls?

Erklärung der besonderen Zündwirkung des Bleitrizinats bei der Azidkapsel (vgl. 350).

484 Aktive Zündwirkung = Schlagwirkung der Sprengkapseln.

Sprengkapsel wirkt durch heißen Schlag (vgl. Materialprüfung 890: Erhitzen und schütteln).

Knallsätze wirken nicht durch Flamme, sondern durch den plötzlich auftretenden Gasdruck! Bedingung dafür ist, daß das Verhältnis des Gasdrucks zu seiner Entwicklungszeit in der Initialwelle annähernd so groß ist wie in der Detonationswelle des Sprengstoffs. (785.)

Vgl. ähnliche Initialwirkung, ausgeübt durch auffliegendes Metallbruchstück usw. auf Nitrokörper. (785.)

Die sogenannte Anlaufzeit der Sprengkapsel! Induktionsperiode (s. 166). (485.) (700.) (785).

Darstellung der Schlagwirkung im kleinen Bleizylinder. Wirkung auf Bleiplatte: Schlagfigur, Schlagloch, Splittertreffer usw. (vgl. 773). (771.)

Materialprüfung mittels abgefeuerter Sprengkapseln? Prüfung der Festigkeit von Stahl usw. anderen Materialien — Baumaterialien —, bei denen es auf Festigkeit ankommt. (890.)

Vergleichbar nur gleichartig gebaute Sprengkapseln!

Besonders starker Durchschlag bei Kupferkapseln in einer Eisenhülse.
Schwaden stoßen langsamer vor als die Stoßwelle: vgl. Influenz in Kapitel 49 und Detonationserscheinung? Vgl. 778.
Besitzt das bei der Detonation der Sprengkapsel auftretende Feuer irgendwelche Zündkraft? (Nachglimmen von Al-Teilchen bei Bleiazidkapsel. 504. Kohlenstaubzündung.)

Grenzdichte = Dichte des zu initiierenden Körpers. Zwischenzünder. **485**

Besonders wichtig hinsichtlich der Initialwirkung der Sprengkapsel Dichte des zu initiierenden Körpers (s. Brisanz!) wie auch Dichte des Sprengkapselsatzes. Abhängigkeit beider? (785).
Grenzdichte = Dichte des Sprengstoffs, bis zu der er sicher initiiert wird. Hohe Dichte vermindert Auslösbarkeit, erhöht die Stoßsicherheit.
Kristalline Körper — Pikrinsäure aus Schmelzfluß — schwerer zu detonieren als gepreßte (etwa bei Kristallisation eingeschlossene Luft?). Lose Pikrinsäure zerstäubt teilweise bei Detonation.
Flüssige Sprengstoffe schwer und unregelmäßig detonierbar. (Nitroglyzerin, Methylnitrat, Panklastit usw. Wärmeausgabe verschieden gegenüber festen Stoffen?) Bei Nitroglyzerin detonieren immer nur die direkt getroffenen Teile, deshalb starke Initiierung notwendig.
Schmelzbare Sprengstoffe schwerer initiierbar als unschmelzbare, weil Schmelzwärme als Wärmedifferenz in Erscheinung tritt.
Mit steigender Temperatur i. A. Zunahme der Empfindlichkeit, d. h. Sprengstoffe werden bei höherer Temperatur leichter initiierbar. Wird Grenzdichte bei Deton-Zündschnur durch Ziehen überhöht? Detonatorstab von L'Heure. (s. 785.)
Abnahme der Initiierfähigkeit i. A. mit zunehmender Dichte der Initialladung? Trifft bei Knall-Hg zu, das Gegenteil bei Bleiazid. Größere Bleiazidkristalle empfindlicher als kleine. Knall-Hg initiiert an sich besser als Bleiazid, nur ist Anfangsgeschwindigkeit geringer, Chloratzusatz verbessert, vermindert aber Initialwirkung. (s. 484: Anlaufzeit!)
Bei schwer detonierbaren Sprengstoffen — besonders militärischen in Granaten usw. — Zwischenschaltung eines Zwischenzünders. Auf diese Weise kann man dichteren, also mehr Sprengstoff in die Granaten laden. Zündladung bei gegossenen, aber auch bei gepreßten Ladungen, weil ev. beim Schuß überstaucht.
Zwischenkörper darf nur gepreßt sein mit so geringer Dichte, daß er sicher gezündet wird.
Zwischenzündung zuerst von Brown als Vorlage trockner Schießwolle vor nasser eingeführt!
Übertragungsfähigkeit bei verpackten Sprengkapseln selbst (vgl. 473).
Hypothesen (s. 785, Influenzzündung 793): Wellensynchronismus (Abel) (714, 793, 490) falsch, weil dann Teilexplosion ein und desselben Sprengstoffs unmöglich sein müßte (vgl. Kast, 405). Wo steckt Wellensynchronismus bei Zündung von Pikrinsäure durch Knall-Hg? Beim Schuß durch Bodendruck nur Ladung unten überstaucht, die darüberliegende müßte losgehen!
Vgl. dazu: Ermittlung der Grenzladung, bei der von fünf Schüssen keiner Grubengas zündet. Abhängig von Initiierung? (Stettb. 250).
Grenzladungen in Versuchsstrecken. (727. 728.)

Phlegmatisierungszündung. **486**

Gegensatz zu der eben erwähnten Zwischenzündung.
Erschwerung der Initiierung (deutsche phlegmatisierte Schiffsgeschosse in der Schlacht am Skagerrak) (s. 778). (788.)
Abnahme der Sprengkapseln nach der Phlegmatisierungsmethode
von Esop (Rizinusöl),
von Wöhler (Paraffinöl),
von Mv. (Talkum),
(vgl. Brennstoffphlegmatisierung).
Phlegmatisiertes Kn-Hg selbst: s. Detonationszündschnur 487.

487 Detonationszündschnur. Fertigung. (Gezündet Zi, zündend Zi.)

(Detonationszündschnur gehört zu Sprengkapseln, weil sie ebenfalls eine Stoßzündung darstellt: Eine Art der eben besprochenen Zündungskomposition von Sprengkapsel + Zwischenzünder!) (485.)

Knall-Hg-Zündschnur: Fertigung wie bei Schw.-P.-Zündschnur (s. 462). Eigenartig ist der dabei erreichte Phlegmatisierungsgrad! (s. 486, 758: Phlegmatisierung!).

Versuche mit Schießwollzündschnur: Schießwolle in Bleiröhren, ausgezogen.

Nitrokörperschnur in Bleiröhren: Nur Nitrokörper, die Metalle nicht angreifen! Kunstpreßstoffe?

Füllung durch Einsaugen von geschmolzenem Nitrokörper. Danach Ausziehen der Bleiröhre samt Füllung, dabei gleichzeitig Verdichtung des Füllstoffs? (Vgl. Ausziehen eines feinen Platindrahtes in Silber nach Wollaston.)

Pentrinitschnur (s. Pentrinit).

Besonderes: Einheitsschnur — Harles — aus Zeit + Schnell + Detonationszündschnur.

488 Eigenschaften der Detonationszündschnur. Zi-, Za-Versuche.

Physikalische Eigenschaften: Dichte.

Untersuchung mit Röntgenstrahlen auf Gleichmäßigkeit.

Widerstandsfähigkeits-, Festigkeitsmessungen.

Chemische Eigenschaften: Analyse.

Einwirkung des Hülsenmaterials auf Satz bei Lagerung usw.

Zi-Versuche: Therm. Zersetzung (vgl. Füllstoffe allein!). Sensibilität gegen Schlag, Stoß, Reibung (merkwürdig dagegen Phlegmatisierung von Knall-Hg!).

Verpuffungstemperatur! (s. o.: Zündend Zi, gezündet Zi).

Initialversuche mit Sprengkapsel! Befestigung beider!

Za-Versuche: Kann man durch Flamme überhaupt eine Entzündung der Schnur erzielen? Keine Detonation, sondern Abbrennen?

Knoten in Zündschnur — Weiterdetonation (s. 467).

Kühlung mit flüssiger Luft (463, 467).

489 Aktive Zünd-Initialwirkung der Detonationszündschnur.

Initialwirkung vgl. mit der einer Sprengkapsel. Dieselben Methoden!

Wirkungsweise: Gummibandversuch.

Vgl. mit Detonatorstab — L'Heures Zündung (bei Detonatorstab eilt Explosionswelle des Detonators der Welle des Sprengstoffs voran!). Deton.-Geschwindigkeit bei dünnen Bleiröhrchen anders als bei dickeren (s. 756, 757).

Einschlag der Detonationsschnur bei Dautriche-Prüfung in Blei, d. h. bei Messung der Detonationsgeschwindigkeit (755). Abhängigkeit der Detonationsgeschwindigkeit der Schnur selbst von Dichte: Deton.-Geschwindigkeit bei Trotylschnur vermindert, wenn Krümmung vorhanden, z. B. bei gerollter Schnur. (Nach Friedrich verliert dagegen solche gekrümmte Schnur an Dichte; Detonationsgeschwindigkeit wird bei Pentrinitschnur größer an Krümmungsstellen, weil Dichte dort zunimmt. (Kast-Günther, Z. Schieß-Sprengstoffe, 1919, 120. Urbansky ebenda, 1927, 273. Friedrich ebenda, 1931, 185.)

Besondere Zündung: Kumulativzündung nach Brunswig: Zusammenschlag zweier Detonationswellen. (Versuch im Laboratorium mit Schnellzündschnur.) Besondere Influenzwirkung dabei? (785.)

49 Zündung durch Wellen, Strahlung usw.

Zündungsmöglichkeiten durch unsichtbare Auslösung, wobei entweder besonders empfindliche Stoffe — Zwischenzünder — oder der betreffende Sprengstoff selbst gezündet werden!

Longitudinale, transversale Wellen. (Detonationswelle longitudinal.)

490 Zündung durch Longitudinalwellen-, Detonationswellen-Influenz.

Nachweis der longitudinalen Natur der Detonationswellen. (780, 782.) (518.)

Wellenlängenmessung.

Einwirkung dieser Wellen auf Stoffe, die keine Sprengstoffe sind, z. B. in der Kalorimeterbombe! Atomzertrümmerung!
Einwirkung dieser Wellen auf labile Systeme wie Sprengstoffe.
Influenzierende Wirkung der Sprengstoffwellen: es influenzieren nicht nur Wellen desselben oder verwandter Sprengstoffe, sondern auch Wellen fremder Sprengstoffe. Ermittlung der Influenzabstände bei wellenverwandten, wellenfremden Sprengstoffen: Unterschiede! (793.)
(Lehre vom Wellensynchronismus — Abel — falsch! 485.)
Jodstickstoff in Brennpunkten parabolischer Hohlspiegel (s. 782, 785).
Versuche mit anderen Sprengstoffen dto.

Wirkung von longitudinalen Ultraschallwellen. **491**

Ultraschallwellen (Maschinenbau-Betrieb 1936, 387. Hiedemann: Ergebn. exakter Naturw. Bd. 14 (1935) 216. Erschütterungswellen, hochfrequente Wellen. (Geschwindigkeit.)
Erzeugung (s. Werkstoffprüfung 890):
1. Luftstrahl-Schallerzeugung nach Hartmann.
2. Magnetostriktions-Schallgeber.
3. Quarzschallerzeuger. (Vgl. Müller-Pouillet, Bd. I, 3, p. 53.)
Ultraschallwellen nicht hörbar: Schwingungszahl ca. 700 000/Sek. Dadurch Zertrümmerung von großen Molekülen gelungen?
Verwendung dieser Ultraschallwellen zur innigen Verteilung von Silberemulsionen auf photographischen Platten! Verwendung in Colloidchemie.
(Schallwellen bei Explosionen s. 740.)
Nachweis des Drucks von Schallwellen (Physik. Zeitschr. 6, 22, 1905).
Versuch, durch Schallwellen Jodstickstoff zu zünden (s. 793).
Störung bzw. Zerstörung von Flugzeugen durch Ultraschallwellen, welche das Material des Motors bis zum Bruch beanspruchen (Reichspost, Wien, v. 6. 9. 33. Gasschutz - Luftschutz 1934, 27).
(s. Explosionswellen!) (780, 783, 890, 771, 782, 797.)

Wärmewellen. — Ultrarote Strahlen. **492**

Longitudinale Wellen (vgl. 666: Wärmestrahlung!).
Ev. Kombination von Wärme- mit Lichtwellen. Diathermie! (435, 458, 999, 665.) (Oberzündung).
Sonnenstrahlen — Linsenzündversuche (vgl. Altertum — Archimedes), (sonstige Brennglasversuche). Zündung durch Kinolinsen usw. Stocks Vakuumlinsenapparatur (s. 665). Sonnenofen. Sonnenkraftmaschinen. (665.) Temperatur im Brennpunkt!
Sonnenstrahlenwärme als Zündmittel: Pulver in blanker tellerförmiger Waageschale aus Metall durch Sonnenstrahlen entzündet. Versuche mit halbkreisförmigen Messingstreifen, in welchen Sonnenstrahlen konzentriert werden. (Bl.-P. nicht entzündet, aber stark zersetzt. Jb. Mv. 1900, 99.)
Davys Versuche mit Kollodiumballons (Knallgas, reflektiertes Licht).
Filterung durch Jodbrennglas. Durchlässigkeit für verschiedene Stoffe.
Besondere Versuche mit typischen ultraroten Strahlen.
Apparatives. Auswahl. Quarzlinsen. Diathermane, adiathermane Linsen. (668.) Wellenlänge.
Sichtbarmachung ultraroter Strahlen durch Elektronengerät 549.
(Vgl. Wärmemessung: Photographieren mit ultraroten Strahlen im Nebel usw.)
Einrichtung und Wirkung der Photozelle (Se, Alkalizelle). (548.)

Zündung durch Lichtstrahlen, sichtbare. **493**

Ausschluß der Wärme durch Anwendung von wärmeundurchlässigen Linsen: Also nur transversale Wellen.
Zündung von Chlorknallgas — Gegensatz zu gewöhnlichem Knallgas.
Versuchsapparatur: Lichtfarben verschieden wirksam!

Mischungen von Chlorknallgas mit anderen Gasen — Unterschiede hinsichtlich der Lichteinwirkung?
Thitonometer von Draper.
Typische Zündwirkung von sichtbarem Licht auf andere Stoffe.

494 Zündung durch unsichtbares Licht: Ultraviolettlicht.

Transversale Wellen.
Einwirkung des U-V-Lichts auf alle möglichen Stoffe (s. auch bei Einzelbesprechung).
Durchlässigkeit der verschiedenen Stoffe für U-V-Licht (Quarzlampe s. 590, 591).
Vergleich mit allgemeinen chemischen Reaktionen im U-V-Licht (Tageslicht, 493). (Photolyse, Photochemische Katalyse.)
U-V-Strahlen der Stratosphäre, abgeschirmt durch Ozonschicht in der Atmosphäre.
U-V-Licht lockt Fische an.
Schutz gegen U-V-Strahlen: Verpackung mit Ultraminpapier. (Wissen — Fortschritt 1936, 410.)

495 Elektrische Oscillation: Luftelektrizität. Dunkle elektrische Entladung.

Elektrische Wellen transversal. Nachweis.
Luftdruckänderungen verändern Jonisierungsgrad der Luft, können dadurch Explosionen usw. veranlassen, z. B. von Schlagwettern. (s. auch 497).
Können andere Explosivstoffe ähnlich beeinflußt werden?
Welche Einflüsse machen sich dabei geltend?
(Vgl. Ionen, Elektronen in Flammen, Gluten 518, 430.)
Wesen der dunklen Entladung (zusammenhängend mit Luftelektrizitätsbildung). (421.)
Hertzsche Versuche: Kombination von dunkler Entladung mit ultravioletter Strahlung.
Stocks Versuche: Boranezersetzung, besonders gut bei Gegenwart von Argon? Wichtig, weil Ar ein Luftbestandteil!
Hallwachseffekt (499) (421) (518).
Versuche, die Zündung von Flugzeugmotoren unmöglich zu machen, indem man durch ultrakurze Wellen Luft ionisiert und Kurzschluß in Zündkabeln erzielt. Gute Isolierung schützt dagegen! (Reichspost, Wien, v. 6. 9. 1933.) (Gasschutz - Luftschutz 1934, 27.)
Teslastrahlen (573). Zündet Funken der Leydener Flasche lediglich durch Wärme oder durch besondere Schwingungen? (430, 575.) Oszillationen?
Staubstrahlen.

496 Elektrische Wellen von bestimmter Länge (Radiowellen).

Abstimmung dieser Wellen auf bestimmte Körper möglich, so daß chemische Veränderung derselben eintritt?
Wirkung auf Cohärer ausnützen? (Fernzündung, drahtlos.)
Cohärerzündwirkung benutzt zur Zündung von Land-, Seeminen (456).
Besondere Cohärer konstruieren! (456, 458.)
Kombination dieser elektrischen Wellen mit anderen Wellen!
Kurzwellen-Diathermie (besondere physiologische Wirkung!). (458, 999.)
Kurzwellen-Therapie — Heilwirkung nur durch Wärmestrahlen? (Elektrotechn. Zeitschr. 1936, 863.)

497 Kosmische Höhenstrahlen. Erdstrahlen.

Nachweis.
Welcher Art sind die Höhenstrahlen? Korpuskularstrahlen von der Art der 498 folgenden Ra-Röntgenstrahlen? Herrührend von Atomzertrümmerung!
Wirkung auf Stoffsysteme, besonders Sprengstoffsysteme. (Grubengasexplosionen?) (495.) (Jupiterumlauf 11 Jahre.)
Selbstexplosionen beim Auftreten von Sonnenprotuberanzen! Beim Auftauchen neuer Sterne scheinen keine besonderen Höhenstrahlen aufzutreten. (Elektrotechn. Zeitschr. 1936, 788.)
Sonstige Anlässe bzw. Auswirkungen!
Heaveside-Schicht.
Grenzstrahlen (Mischung von U-V- mit Röntgenstrahlen).

Korpuskularstrahlen: Radium. Kathodenstrahlen. **498**

Besondere Wirkung der freiwillig verlaufenden Ra-Strahlung.
Wirkungen auf Stoffe: zersetzend, aufbauend.
Kombination mit anderen Strahlenwirkungen usw.
Positive Strahlen (Gehrke-Reichenheim). (Vgl. 497.)
Korpuskularstrahlen durch Explosion 899.

Wirkung von Atomen-Radikalen. Atomzertrümmerung. **499**

Zündungsmöglichkeit nach Haber mit freien Atomen, Radikalen: Reaktion von Alkalimetallen mit Halogenen usw. (574).

Beschuß von labilen Stoffen wie Sprengstoffen mit Schußstrahlen wie bei den Atomzertrümmerungen: Wirkung? Zündung oder sofort explosiver Zerfall möglich; Todesstrahlen? (s. 899).

Blitzenergie: Anlage am Monte Generoso (vgl. 899).

Elektronenstoß-Reaktionen (574).

Hallwachseffekt (s. 495). (518.)

Feuererscheinung! Glut, Flamme. Beleuchtung. Lichtmessung. Blitzlicht. Leuchtsterne. Buntfeuer. Lumineszenz. 5

Glüherscheinungen: Funken. Glimmen, Glühen. 50

Funken bei Verbrennungen an Luft. 500

Funken = punktförmige Glut.
Form: rund, eckig, ballig, strahlig, glänzend, stumpf.
Farbe. Temperatur. Dauer (Abkühlungsgeschwindigkeit).
Überschlagen der fliegenden Funken!
Schleiffunken: Nur bei Metallen! (Überwirbeln wie bei den sich überschlagenden Splittern der Sprengkapseln auf Bleiplatte (771).
Stahlrad gegen Feuerstein (früher Zündung im Bergwerk).
Besondere Meßapparatur zur Messung der Funkenfluglänge, Ausdehnung der Funkengarbe (vgl. mit Komet!), Helligkeit der auftretenden Funken usw. 432).
Unterscheidung der verschiedenen Eisensorten. Funkenstahlanalyse.
dto. Eisenlegierungen (Réaumurs Legierung).
dto. andere Metalle, Metallegierungen.
Besonderes: Cereisenfunken am kleinen Stahlrad bei Feuerzeugen. Zündung in Grubenlampen usw.
Durchsägen von Stahl mit Kreissäge, besonders bei glühenden Eisengegenständen, Eisenbahnschienen.
Reibungsfunken: Sägen wie eben von Metallen mit Metall.
dto. von Holz usw. mit Metall.
Pyrit, Stahl und Feuerstein (s. alte Feuerzeuge 432).
Zusammenreiben welcher Stoffe gibt ebenfalls Feuer?
Leichtmetalle auf der Drehbank.
Zentrifugalmaschinenversuch mit Pockholzkugeln.
Bremsung an Eisenbahnrädern: Stahl gegen Holz.
Kegel und Kegelkugel.
Funken als stiebende Feuerteilchen: Kohlefunken am Kohlefeuer.
Funkenfänger an Lokomotiven, Lokomobilen.
Theaterblitz mittelst Lykopodiums. (187.)
Blitzlicht mittels glühenden Al, Mg (s. Blitzlicht 552).
Funken in der Feuerwerkerei (s. 501).

Funken bei Verbrennungen in Sauerstoff bzw. mit O-Lieferanten. 501

Metalle, kompakt, Pulver in reinem Sauerstoff (s. 203).
Verbrennende Eisenspirale: verschiedenes Verhalten der verschiedenen Eisensorten?
Funken bei autogenem Schweißen und Schneiden von Stahl! (502.)
Funken anderer Metalle in Sauerstoff direkt resp. bei autogenem Schweißen oder Schneiden (Punktschweißung).
Nichtmetalle in reinem Sauerstoff: S, P, As, Sb usw.
Glimmende Zigarre (503) gibt in O sprühenden Funkenstrahl.
Funken in Feuerwerkerei (Wunderkerzen). (Metallpulver + Oxydatoren). Funkenregen. (566.)
Funken beim Verbrennen in Halogenen: Antimon-Arsen-Staub in Chlorgefäß hineingeschüttet. (016, 017.)
Funken bei Reaktionen mit S, P usw. als Aktivatoren!
Funkenstrahl bei Zündhütchen und Zündschnur. (Hier kein Flammenstrahl, sondern Funkenstrahl.) (463, 475.)

502 Besondere Verbrennungs-Funken:

Eudiometerfunken bei elektrischer Zündung von Knallgas usw.
Knackfunken bei Explosivstoffen. (714.)
Funken bei Luminescenzerscheinungen (s. 592).
Funken unter flüssigen Medien (s. 430, 432, 451).
Schneidfunken beim autogenen Schneiden unter Wasser (501). (Vgl. 508.)
Temperaturmessungen bei diesen Funken.

503 Glimmerscheinungen.

Glimmen = aus Glühpunkten zusammengesetzte Linie, Funkenlinie, Feuerlinie, deren Bildung mit Auge verfolgbar ist. Unterschiede gegenüber elektrischem Glimmen!
Folgen mehrere Glühpunkte sehr schnell aufeinander, wie z. B. bei Blitzlicht, so entsteht ein Glüh- oder Flammeneindruck! Glimmendes geschmolzenes Antimon auf Papier. (Kurven.) (017.) (640.)
Glimmender Span bei Sauerstoffprüfung. (203.)
Glimmende Zigarre usw. — Glimmstengel! (s. 501).
Glimmender Docht, Lunte, Salpeterpapier, glimmendes Zündholz.
Glimmpapierpyrogramm (s. nitriertes Papier), $NaNO_3$-Säcke.
Verglimmen pyrophorer Stoffe. (423.)
Feuerschwamm. Zunder.
Kohle im Ofen, Bügeleisen. (256. 291.)
Temperaturmessungen: Wesentlich ist für Glimmen, daß keine hohen Temperaturen erreicht werden, andererseits, daß Glimmerscheinung verhältnismäßig langsam verläuft: z. B. kann Glimmen in Stoffen tagelang anhalten (in Kohle).

504 Nachglimmerscheinungen.

Nachglimmen von Dochten, Lunten, Kerzen, Zündhölzern; Nachglimmen entsteht, wenn Glut bzw. Flammen eines brennenden Körpers plötzlich gedämpft werden.
(s. Imprägnierung gegen Nachbrennen, z. B. bei Zündhölzern, 453, 454.)
Kartuschbeutel. (339. 718.)
Al bei Azidsprengkapseln. (483.)
Auftreten von Ionen beim Glimmen (s. 518).

505 Glut.

Zusammenhängende Fläche, Funkenfläche, Feuerfläche, entstanden aus Glimmen = Linie; die Fläche kann fest oder flüssig sein (Niveaufläche, z. B. geschmolzene glühende Materialien). (Etwas anderes als Glühen, denn Funke glüht auch!)
Glut physikalisch, Glut chemisch.
Im Gegensatz zu Funken oder Glimmen mit niederer Temperatur ist bei Glut zu unterscheiden: Rotglut, Gelbglut, Weißglut, Blauglut.
Bestimmungsmethoden der Gluttemperatur: Pyrometer = Glühinstrumente (s. 636).
Reine Glüherscheinungen haben kontinuierliches Spektrum. Sie stellen Stoffe bei hoher Temperatur dar, ohne daß die Stoffe durchweg chemischer Reaktion unterliegen: eine Verbrennung findet dabei nur sehr langsam statt; d. h. Glut nur bei solchen Stoffen, die bei höheren Tempp. langsam chemisch reagieren; schnell reagierende Stoffe lassen keine Glut aufkommen!
Festglut: Draht nach Doves Schwingungsversuch.
Ofenkacheln, Glas, Steine bei Oberflächenverbrennung.
Metalle beim Walzen, Ziehen usw.
Kohlenglut im Ofen.
Thermitglut. Glut bei Leuchtpatronen usw.
Flüssigglut: Geschmolzenes Glas, Metalle (Bessemerbirne usw.).
Auftreten von Ionen (s. 518): Thermische Elektronenemission aus glühenden Metallen, Metalloxyden.

506 Kosmische Gluten. Feststoffe, Flüssigstoffe.

Glut der Himmelskörper — Sonnenglut. Sonnenstürme, Protuberanzen.
Funkeln der Gestirne. Kometen. Feuerkugeln. Meteore. Boliden. (665.) (833.)
Astrospektrographie. (Stettb. 217.)

Höchsttemperaturen (vgl. 636, 637, 719).
Erdinneres glühend (brennend?) unter Druck! (Bridgemanns Versuche 785, 898.)
Feuerausbrüche — Vulkane (Lava, Schlacken). Feuersee auf Java.
Wärmehaushalt der Erde (vgl. 999).

Glut bei chemischen Reaktionen ohne Verbrennung. (Neutralisation.) **507**

Feuererscheinung hier Ausdruck der heftigen Reaktion (vgl. chemische Zündung, Chemilumineszenz).
Feuer bei Neutralisation von Kalk durch konz. Säuren (vgl. Zündung bei griechischem Feuer). (092. 288.)
Feuer bei $CaO + SiF_4$ (Hofmann, 347). Bei Neutralisation von Cs-Oxyd (Hofmann, 430).
Feuer bei $CaO + PCl_3$ bei Na_2O, $BaO + P_2O_5$ (Hofmann 243, 395).
Auftreten von Ionen (s. 505, 518).

Elektrisches Glühen (Funken, Glimmen, Glut). **508**

Vergleich mit chemischer Glut: Hier kein Verbrennen, da oft Glühen im luftleeren Raum oder im gaserfüllten Raum ohne Sauerstoff! = Glühen in Atmosphäre, die kein Verbrennen gestattet. (Joules Wärmegesetz s. 546.)
Elektrische Funken (s. 430): Vergleiche mit chemischen Funken, auch hinsichtlich des Spektrums (s. dort). Funkendauer, Funkenhelligkeit — Auslösungsfunken. Messungen nach Cranz IV, 179. (Vgl. 836, 837.)
Farbe des Funkens vgl. farbige Blitze! St. Elmsfeuer, Nordlicht - grüner Strahl. (573.)
Elektrisches Glimmen: Glimmlichtlampen mit bestimmter Gasfüllung. Spektrum!
Elektrische Glimmentladung und Elektronenstoß (s. 499, 574).
Elektrische Glut: Glühlampen (Name!) aus Kohle, Metall. (P in Glühlampe. 014.)
Glühdrahtpipette. (118.) Drahtheizkörper. Glühkathodenheizung.
(Grubenlampen mit Akkumulatoren, Starklichtlampen, angeschlossen an Druckluftleitung zum Treiben einer Turbodynamomaschine.)
Nernstlampe. Kohlenbogenlampe, Lichtbogenofen (Feuer oder Flamme darin?).
Widerstandsöfen (Siluminstäbe). Elektrische Induktionsöfen.
Ofen mit H-Spülung (Verhinderung der Oxydation von Wo).
Hitzdrahtampèremeter.
Galvanokaustik (s. Verbrennung am Menschen). (096.)
Elektrische Leuchtfeuer — Leuchttürme. (547.)
Lichtbogen unter Wasser — elektrische Schweißung, elektr. Schneiden (vgl. 501, 502).
(Für Kupferschweißung Schlauchelektroden.)

Elektrische Drahtversprühung. **509**

Elektrische Stoßverdampfung (s. 790, Stettb. 25).
Zerstäubungserscheinungen bei Metallen (Fischer, Fortschritte der Chemie, Physik, physik. Chemie Bd. 19, Heft 1).
Explosionsspektren (574, 575).

Flammenerscheinung. Frei brennende Flammen. 51

Flammen von vorhandenen einheitlichen Gasen, Gasgemischen. **510**

Flamme im Gegensatz zu Glut bewegliche Feuererscheinung: Auge glänzt im Tannenbaumlicht, Flamme zur Seite blasbar. Cardanos Definition.
Thermodynamik der Flammen = Thermodynamik der Gasreaktionen. (Haber.)
Nichtleuchtende — Blauflammen, leuchtende Flammen (s. u. Carburierung!). Erstere heißer!
Temperaturmessung: Schmelzen von Metalldrähten — wichtig Dicke des Drahtes, Metallschmelzpunkt. Wärmeableitung (s. 660). Flüchtigkeit von Metallsalzen in der Flamme. (575.)
(Lichtkraft s. Helligkeitsmessung!)
Flammenform, Flammengröße (Flammenschlieren), Flammenwirbel. Flammenkern. Brennfläche. Berechnung der Brennflächenform (Mache). Gonyscher Satz. (525.)
Gasströmung. Stichflammen. Flammenbilder verschiedener Gase.
Ausbreitungsgeschwindigkeit abhängig vom Druck (vgl. u. geführte Flammen aus Brennern). Verbrennung von Gasstrahlen (Bunte).

Zonenhöhe. Flammenfront in Flammrohrkesseln! Schachtflammöfen.
Flammprüfer Krüß-Alteneck. (525.)
Brennzeit: Wie lange brennen die verschiedenen Gase in Zylindern? (Gleiche Menge, gleiche Dimensionen?)
Vgl. leuchtende, nichtleuchtende Gase.
Gasgemische. Gesetzmäßigkeiten.
Gemische nur aus anorganischen Gasen, z. B. $H + NH_3$, $H + H_2S$, $H + PH_3$ usw.
Organischen Gasen, z. B. $CH_4 + C_2H_2$, $CH_4 + ClCH_3$ usw.
Anorganischen + organischen, z. B. $H + CH_4$ usw.
Gesetzmäßigkeiten zwischen Gemischen aus nichtleuchtenden mit leuchtenden Gasen.
Gase, Gasgemische in Seifenblasen eingeschlossen, ohne Luft, da sonst Explosion.
Brennzeit, vgl. mit frei brennenden Gasen. Gasgleichgewichte. Flammentemperaturen (s. 636, 637).
Gasfiltration durch poröse Wände (517).

511 Flammen vorhandener Gase mit anderen Aktivatoren als Luft.

Gasverbrennung an reinem Sauerstoff. Einteilung wie eben.
Hier nur Zuführung von O während der Verbrennung, da bei vorheriger Mischung mit O Explosion (s. Explosionsflamme!). Durch Zuführung von O Decarburierung von Flammen. (535.)
Unterschiede gegenüber reiner Luftverbrennung.
Flammen von Gasen in Gegenwart von Aktivatoren, die nascierenden O abgeben.
Flammen bei Gasen in Halogenen außer Explosionen wie bei $Cl + H$ (s. Explosionsflamme). (121.)

512 Flammen von Flüssigkeiten, geschmolzenen Feststoffen an Luft.

Frei brennende Flüssigkeiten. Einteilung wie bei 510.
Anorganische Flüssigkeiten, organische Flüssigkeiten. Gemische beider.
Gemische dieser Flüssigkeiten mit Brenngasen.
Brenngesetzmäßigkeiten. Leuchtend, nichtleuchtend. Brennzeitenmessung.
(Vgl. Zündpunkt — Brennpunkt in: A 4.)
Hammonds Tauchbrenner: Erhitzung der Flüssigkeit durch eine darin befindliche Flamme. (Oberth.-Rakete 824.)
Geschmolzene Feststoffe, anorganisch: S, P usw., geschmolzen durch andere Wärmequellen als durch Zündquelle.
Organische Feststoffe.
Gemische dieser Schmelzen.
Flammen von Lösungen fester Stoffe in Brennflüssigkeiten.
Brände von Flüssigkeiten in bestimmten Räumen: in Wohnungen, Treppenhäusern usw. Windbeeinflussung resp. Einfluß von durch eigene Wärme hervorgerufenen Strömungen. (654.) (514.)
Brausende, pfeifende, schießende Flammen, Stichflammen. (Welche Richtung nehmen Stichflammen?)

513 Flammen von Flüssigkeiten, geschmolzenen Feststoffen an anderen Aktivatoren als Luft.

Versuche wie bei 512 an reinem Sauerstoff.
Unterschiede gegenüber Luftverbrennung.
Versuche an Halogenen.
Versuche mit Mischungen oder Verbindungen mit Aktivatoren, aber keine Explosivverbrennungen (s. Explosionsflammen).

514 Flammen von Feststoffen an Luft.

Entstehung von Gasen durch therm. Zersetzung der Feststoffe. Einteilung wie bei 510.
Anorganische Brennstoffe.
Kohlenarten, kurz-, langflammige. Organische Brennstoffe, einheitliche, Phyto-Zoo-Stoffe.
Zündholz an Petroleumlampe (s. Holz). (453.)
Gemische sämtlicher Arten.
Gemische mit Brennflüssigkeiten, mit Brenngasen.
Brände von Feststoffen in bestimmten Räumen, Wohnungen, Treppenhäusern usw.

Windbeeinflussung resp. Einfluß von durch Eigenwärme hervorgerufenen Strömungen.
Brausende, pfeifende, schießende Flammen, Stichflammen. (Welche Richtung nehmen Stichflammen?) (512.) (654.)

Flammen von Feststoffen an anderen Aktivatoren als Luft. **515**

Versuche wie bei 514 an reinem Sauerstoff.
Unterschiede gegenüber reiner Luftverbrennung.
Versuche mit Halogenen.
Versuche mit Mischungen oder Verbindungen mit Aktivatoren, aber nur reine Verbrennungsflammen (Explosionsflammen s. dort!).

Flammen von Feststoffen, Flüssigkeiten bei feiner Verteilung. **516**

Verstäubung, Vernebelung (Einrichtungen s. bei Motor [Staubexplosion]). (150, 180.)
Einheitliche feste Stoffe resp. Stoffgemische, einheitliche flüssige Stoffe resp. Stoffgemische.
Gemische fester Stoffe mit flüssigen Stoffen.
Unterschied der Flammenerscheinung dieser fein verteilten Stoffe gegenüber der Flammenerscheinung in kompaktem Zustand (nur insoweit, als es sich wirklich um Flammen handelt).
Hier ferner nur ruhige Flammen (Explosionsflammen s. 710).
Bei ruhigem Abbrennen der Stäube resp. Nebel wird u. U. nur Funkenbildung erfolgen: Vgl. Blitzlicht bei Lycopodium! (187, 500.)
Es kommt dabei auf die gegenseitigen Abstände der passiven, der aktiven Brennstoffteile voneinander sowie von den gegenseitigen Abständen derselben an!

Flammenlose Oberflächenverbrennung. **517**

Eigenartig geleitete Flammen! (Vgl. 044: Flammenlose Verbr. von Äther.)
Geschwindigkeit zwischen 2 Gasen an Kontaktflächen größer als im Verbrennungsraum selbst. Katalysatorwirkung steigt mit der Temperatur; bei Weißglut wirken Katalysatoren gleichmäßig = flammenlose Oberflächenverbrennung.
Oberflächenverbrennung an Nichtmetallen:
Magnesia, poröse Steine. Gasfilter, poröse Wände (510). (Ist Porosität notwendig? Vgl. Versuch der Diffusion von H, Leuchtgas, durch Ziegelstein!) (980.)
Bone-Schnabels Prinzip! (521.)
Oberflächenverbrennung an Metallen: Entzündung von H + Luft in Platinschwamm. U. U. glüht Platinschwamm im Gasluftgemisch dauernd weiter, wenn aus irgendwelchen Gründen Zündtemperatur nicht erreicht wird. (425.)
Ebenso glühen Platintiegel, Platinspiralen weiter, wenn man sie in nichtleuchtender Bunsenflamme zum Glühen erhitzt, dann Flamme ausdreht und nun Gas von bestimmter Entfernung aus gegen Platin strömen läßt. (Katalyse bei der Verbrennung.) (425.)
Verwendung dieser Oberflächenverbrennung in der Praxis:
Verbrennungsofen nach Liebig? Verbr. in den Auflegsteinen.
Kessel nach Oberflächenverbrennungsprinzip. Verbrennung in Krematorien?
Vorteile dieser Verbrennungsmethode: Erreichte Temperatur, Geschwindigkeit? Rückstände. Vollständigkeit der Verbrennung, restlose chemische Oxydation?
Besonderes: Oxydation von CO in der Hopcalite-Gasmaske, eine Art von Oberflächenoxydation, nicht von Oberflächenverbrennung, weil kein Glühen stattfindet. Hier handelt es sich mehr um eine Katalyse! (425.)

Elektrische Leitfähigkeit von Feuer, besonders von Flammen. Ionen. **518**

Eine Flamme hat elektrische Leitfähigkeit, davon herrührend, daß in jeder Flamme freie Elektrizitätsträger — Ionen und Elektronen — vorhanden sind.

Auch brennende oder glimmende feste oder flüssige Körper machen die Luft in ihrer Umgebung stark leitend, d. h. sie ionisieren die Luft. Anwendung von Flammenkollektoren. (Berliner-Scheel, Handwörterbuch der Physik.)

Besonders verstärkt wird die Leitfähigkeit durch Einführung von Metalldämpfen in die Flamme. Alle Salze desselben Metalls bewirken bei äquivalenter Konzentration gleiche Leitfähigkeit. (576.)

Das Auftreten freier Ladungsträger in Flammen ist als Folge der sich in der Flamme abspielenden chemischen Reaktionen anzusehen. Die Anzahl der Ladungsträger ist

in den einzelnen Bereichen der Flamme verschieden und steht in engem Zusammenhang mit der Lichtemission der Flamme. (Berliner-Scheel, Handbuch der Physik.)
Diamagnetismus der Flammengase! (673.)

Flammenionen.

Therm. Dissociation von Atomen in Ionen und Elektronen (Eggert).
Ionisation von Gasen (Haber): Eudiometergase. Explosionsgase!
Elektronenstoßreaktionen (508, 574). Bombardierung eines Gasgemisches mit Elektronen (Atomzertrümmerung).
Elektr. geladene Körper verlieren Ladung in Flammen (s. Ionisation bei elektrischer Funkenzündung!). (508.)
(Vgl. Ionisierung beim Leuchten des Phosphors.) (596.)
Elektronen zur Entdeckung kleinster Flammen.
Ionengeschwindigkeit in Flammen. (Vgl. Motor 159.)
Vgl. Hallwachseffekt; unter Einwirkung von Lichtstrahlen verlieren geladene Körper ihre Ladung ziemlich rasch, ferner laden sich solche Körper, wenn sie ungeladen den Lichtstrahlen ausgesetzt sind, positiv auf. (421. 495. 499.)
Glühendes Metallstück, welches aufgeladen ist, verliert seine Ladung, wenn Spannungsdifferenz nicht künstlich aufrecht gehalten wird. Bei konstant erhaltener Spannung fließt dauernder Strom zwischen ihm und einer in der Nähe befindlichen Elektrode.
Ganz besonders starke Elektronenemission zeigen glühende Metalloxyde — Wehneltkathode (s. 504, 505).
Ionenzähler oder Ionenaspirator von Ebert. Ionen in Wind, Rauch.
Vgl. allgemein: Erregung und Ionisierung durch chemische Reaktionen, wirksame Strahlen bei chemischen Reaktionen (s. Zündung durch Strahlung! 490). Feuerlöschung durch Flammenionen (s. 671). (Explosionen — Ionen 899.)
(Vgl. Schwadenionen — Poppenberg 739. 719. 119.)
Durchdringungsfähigkeit von Flammen — leuchtende, nichtleuchtende — für ultrarote, ultraviolette Strahlen! (933.) (666.)

519 Hochverdünnte Flammen.

Gewöhnliche Flammen sind stationäre Reaktionszonen, gewöhnlich stehende Explosionen, in denen sich schnell verlaufende Gasreaktionen abspielen.
Im Gegensatz dazu stehen kalte Flammen, deren Brennen nicht an Überschreiten einer bestimmten Temperatur gebunden ist. (591.)
(Geza Schay, Fortschr. Chemie, Physik, phys. Ch. Bd. 21, p. 1.)

52 Flammen von geleitetem Feuer.

520 Dochtflammen von Flüssigkeiten. An Luft.

Flammen von Spiritus, der in Wollknäuel aufgesaugt ist. (447.) (643.)
Vgl. Spiritus in Plumpudding. Poröse Tonzylinder.
Flammenart, -form, -größe bei Petroleumlicht. Formberechnung.
Gewöhnlicher Docht. Kapillaritätsbestimmungen. Viskosität.
Runddocht mit Innenluft. Luftbedarf. Spiritus nichtleuchtend. Petroleum leuchtend.
Unterschiede gegenüber der freien Verbrennung.
Brenndauer. Temperaturmessungen.
Flüssigkeitsarten, -mischungen wie im Kapitel vorher.
Lösungen von Feststoffen in Flüssigkeiten.

521 Dochtflammen von geschmolzenen Feststoffen an Luft. Kerze.

Einteilung wie eben (s. Beleuchtung 541. 447.)
Alle Arten von Feststoffen. (137.) (643.)
Lösungen von Feststoffen in Flüssigkeiten s. o.
Art, in der Verdampfung des Kerzenmaterials vor sich geht. Viskosität.
Kerzenvariationen. Durchweg leuchtende Flamme!
Optisches Flammenmaß (Krüss) für Flammenhöhe von Kerzen (s. 525).
Temperaturmessung.

Variationen der Apparatur.

(Flammenform.) Brennzeiten bei verschiedenen Stellungen der Dochtflamme: waagerecht, senkrecht nach oben, nach unten brennend.

Zusammenstoßen verschiedener Dochtflammen: gleicher, verschiedener Brennstoff. Verschiedener Winkel!

Flamme von Flüssigkeit + Flamme von Feststoffen.

Bewegung der Dochtflamme auf Zentrifuge usw. (vgl. Stichflammen, schießende). (524.) (526.)

Versuch von Bohn! (517.)

Veränderung von Flammengröße, -farbe usw. beim Überstülpen von Zylindern über Flammen! Flächenform-Berechnung!

Spektralbeobachtung!

Produkte vorzeitig gelöschter Dochtflammen (s. 131). (Äsel gläsen!)

Dochtflammen in reinem Sauerstoff, in Halogenen. **522**

Brennen von Dochtflammen in zugeleitetem Sauerstoff:

Veränderung der Flammenfarbe, -größe, -temperatur usw.

Wird leuchtende Flamme nichtleuchtend? (s. Decarburierung 535).

Wie groß ist Sauerstoffbedarf?

Bei Kerzen durch höhere Temperatur der Flamme größere Schmelzzone!

Zuleiten von Chlor usw. zu Flammen: Rußabscheidung!

In welchem Zusammenhang steht Menge der Rußabscheidung?

Flammenwerfer. **523**

Hier handelt es sich nicht um Leitung von Flammen durch Dochte oder in Faserstoffen, sondern um Leitung durch Rohre oder Schläuche (s. 142, 143). (146.)

Material der Leitung: Metall, Glas, Gummi usw.

Syphone für griechisches Feuer (092. 146).

Böotisches Blasbalgfeuerrohr. Byzantinische Flammenwerfer.

Mittelalterliche Flammenspritzen:

Handdruck-, Gasdruckspritzen. (Reddemann, Wehrtechn. Monatsh. 1935, 276.)

Kessel mit Flammöl (bestehend aus leichten und schweren C_xH_y, Teeröl und Schwefelkohlenstoff), das durch komprimierten Stickstoff (15 atm) beim Öffnen des Hahns am Strahlrohr ausgetrieben wird. (Statt N andere Gase.)

Entzündung durch selbsttätigen Zünder am Ende des Strahlrohrs.

Reichweite: Je nach Größe 20—80 m. Brenndauer 30—45 sec bei ununterbrochenem Spritzen. Bis zu 35 kurze Feuerstöße können gemacht werden.

Anwendung: Zum Aufrollen von feindlichen Gräben, zum Ausräuchern von Blockhäusern, Unterständen, Stollen, Tanks, Gebäuden. Bei Verteidigung zur Abwehr von Gegenangriffen!

Flammenwerfer zur Schädlingsbekämpfung (s. 978).

Abwehr, Verbrennung von Giftkampfstoffen (s. 987).

Flammenwerfer zur Goldgewinnung — Bestreichen der Felsen in Transvaal mit Flammen (Technik für alle 1936, Heft 12, 359).

Flammen von Gasen unter bestimmtem Druck. **524**

Vorhandene Gase aus Sammelgefäßen:

Flammen von Wasserstoff, Deuterium, anderen anorganischen Gasen, von C_xH_y-Gasen, die unter bestimmtem Druck aus bestimmten Öffnungen brennen. Leuchtende sowie nichtleuchtende. (110.)

Normaler Druck wie bei Gasanstalten (Gasometerdruck!), dann höherer, niederer Druck. Druckmessungen. Brennerformen.

Ausströmungsgeschwindigkeit unter Druck von h mm Wassersäule =

$$\sqrt{\frac{2\,g\,h}{s}} = 4{,}43\,\sqrt{\frac{h}{s}}$$ (s = spezif. Gewicht des Gases).

Menge, die in t sec aus Kreisöffnung von d mm Durchmesser strömt

$= \frac{4{,}43}{4000}\,\pi\,d^2 \cdot t\,\sqrt{\frac{h}{s}}$. Ist Öffnung scharfkantig, so ist Gasstrahl kleiner, Menge nur ⅔ des berechneten Wertes.

Gemische verschiedener Gase, leuchtend und nichtleuchtend.
Ausströmungsöffnungen: einfache Röhrenöffnungen, zylindrisch, oval, eckig usw. (Bunsenbrenner s. u.) Gasuhrmessung.
Flammenform, -größe: Berechnung? Abhängig von Druck, von Querschnitt. (510.) Vgl. Gesetze betr. (Vgl. Ausflußmenge von Flüssigkeiten!)
Wie lange nach Abdrehen des Haupthahns ist Gas aus Leitung noch entflammbar? (525.) Ausflußmenge von Gasen.
Einfluß der Reibung, z. B. in Rohrkrümmer usw.
Abdrehen des Gaszuflusses zu einer bestimmten Flamme: Letztere brennt bestimmte Zeit weiter. (Länge der Gasleitung.) Zeitbestimmung!
Brennen solcher Flammen auf Zentrifugalmaschine. (522.)
Form beim Zusammenstoßen mehrerer Flammen unter bestimmtem Winkel.
Besonderes: Specksteinbrenner bei Acetylenbrennern! (s. 534). (545.)
Flammenprüfer (530).
Gase, erst entwickelt:
Müssen bestimmten Druck überwinden, um aus Reaktionsmasse entweichen zu können. Z. B. H aus Zn + HCl (vgl. Wassertiefe bei anderen Gasen 003. 015. 886).

525 Gasflammen bei vorheriger Luftzumischung (Bunsenbrenner).

Unterschiede gegenüber 524: Luftzumischung vor der Verbrennung! Bunsenbrenner, vor ihm Faraday. Modell aus Glas, Quarz. Prinzip der Wasserstrahlpumpe! Wie groß ist Ansauggeschwindigkeit der Luft? Wieviel Luft wird angesaugt? Luftbedarf der Flamme. Gasuhrmessung. (119.) (163.) (110.)
Gasverteilung in der Bunsenflamme, Zonenverteilung.
Entmischung in Flammen. Gase ableitbar aus Kern: brennbar?
(Zusammensetzung dieser Ableitgase im Vergleich zu den Hauptgasen — Analyse.)
Nachweis von Ozon in Gasflammen!
Wie lange nach Abdrehen des Haupthans ist Gas in Leitung noch entflammbar? (524.)
Flammenform, -größe: Wodurch aufrechter Flammenkegel? (s. 521).
Brennfläche (Mache). Wärmeübergang (s. Temperaturverteilung).
Gasströmung — Gonyscher Satz. (510.) Berechnung der Brennflächenform.
Form — Länge — Höhe: Schwankungen bei Druckschwankungen in der Leitung, zumal bei Saugbrennern. Flammenschlieren. Anwendung der Schlierenphotographie (vgl. 836).
Länge, Größe der Flammen bei Zylinderbrennern von verschiedenem Querschnitt, verschiedenem Gasdruck einander proportional?
Flammenprüfer von Krüß, Hefner-Alteneck. (524, 530.) (510.)
Flammentemperatur — Zonenverteilung: (Treadwell.)
Oxydations-Reduktionszone (s. Lötrohr 147, 148). Färbung, Größe beider Kegel.
Innerer Reduktionskern — CO-Kern — kühl (Streichholzversuch). (453.)
Zonennachweis durch Brandringversuch!
Temperaturmessungen (s. dort). Spektralbeobachtung.
Im Bunsenbrenner stehende Explosion (vgl. mit Kohlenstaubfeuerung, bei der Explosionen vermieden werden). Singende Flamme — Müller-Pouillet Bd. I 3, 208.
Verhältnis der Verbrennungsgeschwindigkeit c und der Strömungsgeschwindigkeit u:

$$c = u \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$ (α = Öffnungswinkel des Innenkegels).

Strömungsgeschwindigkeit — Gasuhrmessung.
Durchschlagssicherung gegen Durchschlagsexplosion! — Zündflammensicherung! (Drahtnetz). Rubens Flammenrohr. (112, 740.)
Explosion eines Leuchtgasgemisches am Bunsenbrenner durch elektr. Funken.

526 Bunsenflamme — Variationen.

Brennen aus verschieden geformten Brennern:
Öffnungen statt rund von anderem Querschnitt (Mache).
Andere Anordnung bzgl. der Luftvermischung:
Teclu-, Meker-, Franke-, Gröger-, Marschall-, Strahlenbrenner (Serienbrenner).
Doppelbrenner, Microbrenner.

Porzellanbrenner nach Beckmann. Kupferrohre statt Messingrohre (Erkennung von Halogen).
Gasbrenner für Glüh-, Härteöfen. (Werkstatt-Technik 1936, 294.)
Brenner mit Vorwärmung.
Gasbrenner auf Zentrifuge. (522. 524.)
Zusammenstoßende Gasflammen: Winkel-Flammenform! Zusammenstoß von Gas- + Kerzenflamme!
Dazu: Einfache Gasflamme waagerecht, senkrecht, schräg stellen.
Vgl. tangentiale Anordnung der Flammen bei technischen Gasheizungen.
Soll Flamme in senkrecht gestelltem Rohr von unten nach oben fortschreiten, sind andere Mischungsverhältnisse mit Luft notwendig, als wenn sie von oben nach unten fortschreiten soll.
Besonderes: Druckluftgasbrenner, bei denen im Gebläse die Verbrennungsluft unter Druck steht. Niederdruck-, Hochdruckbrenner, Steinstrahlbrenner.
Flammentemperatur (635/7).
Empfindliche Flamme: Herstellung, Anwendung! Flammenzucken! (s. 524).
Sensitive Flamme. (529.) Müller-Pouillet Bd. I, 3, 208, 309.
Veränderung der Flamme beim Durchgang von Gewehrgeschoß!

Gasflammen mit Zuführung anderer Aktivatoren (Reiner Sauerstoff, Halogene). **527**

Zuführung sowohl in die brennende Gasflamme wie auch beim Bunsenbrenner vorher Zumischung von O zum Brenngas.
Veränderung von Flammengröße, -leuchtkraft, -temperatur.
Zwischenform: Gebläseflammen!
Zumischung von Halogenen und anderen gasförmigen Aktivatoren: sowohl zur brennenden Flamme wie vorher Zumischung zum Brenngas.

Umgekehrte Flammen. **528**

Vertauschung der Brenngaszuführung mit der der Luft resp. der des Sauerstoffs.
Apparative Anordnung.
Unterschiede gegenüber normalen Flammenanordnungen betr. Flammengröße, -form, -temperatur usw.
Reduktionsversuche nach Meyer mit umgekehrten Flammen.

Gasflammen mit Zylinderaufsätzen **529**

Vgl. Dochtflammen mit Zylinderanordnung! (s. Beleuchtung!).
Flammengröße, -farbe, -form, -temperatur. Unterschiede gegenüber Flammen ohne Zylinder.
Lockflammen in Abzügen (s. auch Wind).
Besonderes: Chemische Harmonika: Tönende Gasflammen (vgl. 526 empfindliche Flamme). (110.)

Carburierung nichtleuchtender, Decarburierung leuchtender Flammen. 53

Prinzip des Leuchtens von Flammen. **530**

Versuche zur Theorie: = Glühen von Festkörpern in Gasen:
Bei Kohlenwasserstoffgasen erfolgt durch hohe Temperatur der Flamme Dissociation in C + H. Davon verbrennt H schnell, C dagegen teils langsam, teils gar nicht; daher Glühen eines festen Körpers in Gas. Kohleteilchen nicht sichtbar (Augeneindruck).
Brenngas vorher in Röhre stark bis zur Dissociation erhitzen. Leuchtgasspaltung bei einfachem Leiten durch erhitztes Rohr. (Spaltung von Benzol durch elektrische Funken in C + H.)
Franklands Hypothese vom Erglühen sehr dichter Gase und Dämpfe.
(Gegenteilige Ansicht Gmelin-Kraut.)
Unten folgende Versuche der Carburierung — Decarburierung sowohl dafür wie dagegen (s. u.: H unter Druck leuchtend). (532.)

Holz, Kien usw. geben leuchtende Flammen bei relativ niederer Temperatur, bei der also Dissociation der Destillationsgase kaum erreicht wird; hier wird fester Kohlenstoff, der direkt aus Holz usw. stammt, in die Flamme mithineingerissen.
(Vgl. Abscheidung von As, Sb bei Verbrennung von AsH_3, SbH_3, vgl. 146, 154.) (536.)
Warum brennen Äther leuchtend, Alkohole nichtleuchtend? (531.)
Gesetzmäßigkeiten! Spektralbeobachtung! Flammenprüfer (524, 525). Flammenglanz (533).

531 Gemische von leuchtenden mit nichtleuchtenden Flammen.

Flammen sowohl von direkten Gasen wie von ursprünglich festen und flüssigen Stoffen.
Wo liegt Grenze des Leuchtens? Z. B. welches Gemisch von nichtleuchtendem Alkohol mit leuchtendem Äther ist noch leuchtend bzw. nichtleuchtend?
(Vgl. Tiefen-Flächenbrenngeschwindigkeit.) (130. 131.)
Petroleumleuchtkraft durch Naphtalin erhöht 544.
Sonstige Vergleiche bzw. Gesetzmäßigkeiten der beiden Sorten von Flammen.

532 Physikalische Carburierung nichtleuchtender Flammen.

H unter Druck wird leuchtend: Brennen in Sauerstoff von 20 atm. (530.)
Aus Linienspektrum wird Bandenspektrum.
Temperatursteigerung allein carburiert nicht: H-Flamme in reinem O kaum heller als in Luft, obwohl t höher (Frankland). (Vgl. Haber-Bosch: Brennen von NH_3 unter Druck.) Gase unter Druck — Bombengase! Acetylen unter Druck leuchtet.
Steigerung der Helligkeit (s. dort) einer H-Flamme durch O-Zufuhr in gewissen Grenzen: In Ermangelung eines Maughan-Gebläses verbindet man Mundende eines Gaslötrohres mit O-Gebläse, seitwärts angebrachte Röhre mit der Gasleitung. Öffnet man Gashahn, zündet das aus Lötrohrspitze ausströmende Gas an, se erhält man die Leuchtgasflamme, läßt man aber durch Öffnen des O-Hahns vorsichtig O in Flamme strömen, so erhält man eine brillante weiße Flamme. Hier aus einer nichtleuchtenden Flamme eine nicht durch Kohleteilchen usw., sondern lediglich durch Temperatursteigerung infolge des O-Zustroms leuchtende helle weiße Flamme!
Entleuchtetes Gasgemisch (s. 537) leuchtet wieder, wenn es vorgewärmt wird!
Von außen glühende Stoffe in Flammen: Metalle (Pt-Draht), Metalloxyde (Auerglühlicht), Nichtmetalloxyde.
Spektralbeobachtung.

533 Chemische Carburierung durch anorganische Mittel.

Leuchtendmachen durch Einstreuen usw. von Stoffen:
Pulver von Al, Mg, Fe, anderen Metallen, die jedoch beim Versuch nicht verbrennen dürfen.
$PtCl_4$ carburiert, indem sich fein verteiltes Pt bildet.
Ebenso wirkt Dampf von OsO_2.
Chromylchlorid: Spaltung in Chromioxyd, O, Cl. (535.)
HCl-Rauch macht eine darübergehaltene Flamme leuchtend.
NH_4Cl als eingeblasener Rauch unwirksam, da sofort wieder Dissociation stattfindet.
P-Flamme sehr hell, wenn auch nicht sehr heiß. Strahlungsvermögen von P_2O_5 sehr groß. Flammenglanz (vgl. P in O 203).
Spektralbeobachtung. (Auerlicht usw. s. 546.)
Nichtleuchtende Flammen in Cl brennen lassen: Kohlebildung! Carburierung?

534 Chemische Carburierung durch organische Mittel.

Einblasen von Kohle-Ruß-Teilchen in nichtleuchtende Flammen.
Wirken verschiedene Kohlenarten verschieden? (s. Kohlenarten 031).
Außen-, Innenkohle in Flamme.
Verwendung von nascierendem Kohlenstoff, d. h. von bei der Verbrennung gebildetem Kohlenstoff. Rußwirbel von Benzol, Albocarbonbeleuchtung, Naphthalin, Kampfer usw.
Welche Mengen C müssen zu den verschiedenen Flammen gesetzt werden, um sie leuchtend zu machen? Gesetzmäßigkeiten? Abgestufte Carburierung (Ohmann).
Vgl.: i-Octan rußend, n-Octan nicht rußend (vgl. mit Klopfen der Motoren, wichtig für Brennstoff in Feuerzeugen). (168. 169.)
Besonderes: Acelylenlampen (524) (545).

Brennbare Flüssigkeiten wie Spiritus, die nicht leuchten, vorher mit Ruß usw. versetzen: entsteht Leuchtflamme? (Mengen des nötigen Zusatzes.)
Übercarburierung: Beim Brennen wird zu viel Ruß abgeschieden: Flamme rußt, blakt!
Spektralbeobachtung!

Decarburierung durch Zuführung von Preßluft, von reinem Sauerstoff. **535**

Durch gesteigerte O-Zugabe in Form von Preßluft oder O direkt werden die das Leuchten bewirkenden Kohle-, Metall- usw. Teilchen wegoxydiert, das Leuchten verschwindet. Gleichzeitig Steigerung der Temperatur. (S. 522: O bewirkt u. U. das Gegenteil, indem er Leuchten erzielt.) (511.) (Erklärung 628.)
Bei genügender Luftzufuhr im Bunsenbrenner wird entleuchtet, dabei wird Flamme verkleinert. Hellblau-Färbung der Bunsenflamme durch O-Zuführung.
Leuchtgas aus enger Spitze in O-Zylinder hinein brennen lassen: Entleuchtung!
Gelingt nicht mit Chromylchloridflamme, diese brennt blendend hell! (533.)
Spektralbeobachtung.

Verhinderung der Dissociation der Flammengase. **536**

Verhinderung der Dissociation der Flammengase in C + H durch:
Zugabe von H (Massenwirkungsgesetz!): Entleuchtung!
Zumischung von Wasserdampf-Dissociation in H + O, also wie eben Zugabe von Wasserstoff.
Spaltung von Arsen-Antimonwasserstoff. (145, 146. 530.)
Entleuchten durch Niedrighalten der Temperatur, so daß keine Dissociation in H + C eintritt. (Dann muß Teil des Brennstoffs unverbrannt entweichen!)
Spektralbeobachtung.

Entleuchtung durch starke Abkühlung **537**

(s. eben niedere Verbrennungstemperatur!).
Brenngas oder Verbrennungsluft abkühlen: (flüssige Luft).
Leuchtende Flamme wird entleuchtet.
Kalter Metallgegenstand (Wärmeableitung!) in Flamme kühlt ab, entleuchtet.
Faradays Ätherkerze, durch Äther in fl. Luft gewonnen, brennt entleuchtet.
(S. o.: Nichtleuchtend gemachtes Gasgemisch leuchtet wieder, wenn es vorgewärmt wird. Platinrohr.)
Spektralbeobachtung.

Entleuchtung durch Leiten des Brenngases über indifferente Substanzen. **538**

Leuchtgas über Bimsstein mit Paraffinöl geleitet wird entleuchtet: der das gewöhnliche Leuchten bewirkende Bestandteil: Äthylen wird festgehalten!
Ähnliche Reaktionen!
Spektralbeobachtung.

Entleuchtung durch Verdünnung der Reaktionsgase. **539**

Brenngas oder Luft oder beides mit indifferenten Stoffen verdünnen; spec. Wärmen resp. Wärmeleitfähigkeit derselben!
N, CO_2 usw.: Flammenaussehen dabei, Größe, Formveränderung (ev. Umsetzung von CO_2 zu CO?).
Entleuchten der Flamme also nicht durch O-Gehalt der Luft, sondern durch Verdünnung bewirkt. Beim Verdünnen mit Luft steigt aber Heizkraft, da die Leuchtenergie auch als Heizenergie erscheint, während mit Verdünnen durch N die Heizkraft nicht steigt.
Man kann auch durch HCl, Wasserdampf usw. verdünnen! (s. 536).
Hierdurch wird die Flamme vergrößert und die Verbrennung findet nur im äußersten Kegel statt. Temperatur ist erniedrigt und erreicht in dem sich immer erneuernden inneren Kegel wahrscheinlich nicht die Zersetzungstemp. des Methans und Äthylens.
Mit N erhitztes Gas kann durch Vorwärmung wieder leuchtend gemacht werden.
In verdünnter Luft (Montblanc) leuchtet Kerze nicht! (s. 541).
Spektralbeobachtung.

540 Historische Beleuchtung durch Leuchtfeuer, Leuchtflammen.

Holzscheite. Fackeln. Fackellauf = Olympiade. Kienspan. Vorläufer des Weihnachtsbaums. Irisches Kerzenholz. Bergwerksleuchtspäne. (087. 098.)

Historische Feuersignale: (Wehrtechn. Monatsh. 1935, 385.)

Alarmfeuer bei Homer (Ilias 18, 211). Feuerwarte bei Herodot. Feuerpost des Hephästos. Fackelsystem nach Thukydides.

Öffentliche Beleuchtung:

Signalfeuer auf Bergen. Reichweiten.

Leuchttürme (Pharos). Leuchtfeuer, Leuchtbojen, Leuchtbüchsen.

Windlichter (Kienspäne in Ölpapier, Alabaster-Laternen).

Helligkeitswerte — Messung s. u.!

541 Kerzenbeleuchtung.

Historisches.

Kerzenmaterial: (Kirchenleuchter, Kandelaber). (137.)

Wachs — Bienenwachs, Talg, Stearin, Paraffin.

Schmelzpunkte, Siedepunkte. Stearin-Paraffin = nichtauskristallisierende Mischungen. Mengenverhältnis?

Fertigungsmethode: Ziehen, Gießen. (Haftfestigkeit — Oberflächenspannung beim Haften am Docht!) (Kandiszucker an Fäden!) (926. 953.)

Docht: Material und seine Kapillaritätskonstanten (s. bei Flamme!). (Docht vgl. Rost bei Festbrennstoffen?)

Flechten — Tordieren (Cambacères). Wird dadurch Kapillarität gegenüber der des glatten Fadens geändert?

Aufstieggeschwindigkeit (vgl. bei Flamme) hier bei erhitzten Flüssigkeiten = Schmelzen (Gegensatz zu unten: Petroleum usw.).

Form der Dochte — entsprechend Form der Kerzen? Rund, oval, eckig — Querschnittsform! Flach-, Runddocht! Rund-Hohldocht.

Wachszündhölzer cerini (454).

Verhältnis zwischen Durchmessern von Kerze und Docht! Dochtverstopfung?

Docht kann im Gegensatz zu Lampendocht nicht verstellt werden!

Dochtimprägnierung: Nachglimmen verhüten, Nitrate, Borate, Phosphate usw. Andererseits Verhinderung der Dochtverzehrung, weil Docht dann unwirksam wäre!

Anbringung besonderer Zuführungen für Luft, z. B. seitlich, von innen her usw. (Rund-Hohldocht).

Brennen der Kerze:

(Bezeichnung: kerzengerade?)

Brennmaterial = Dämpfe aus thermisch zersetzten Feststoffen. Durch Wärmestrahlung (?) muß immer neues Kerzenmaterial geschmolzen und dem Docht zugeführt werden. Bedeutung der Wärmekonstanten sämtlicher Kerzenmaterialien!

Art, Form, Tiefe des geschmolzenen Kerzensees!

Form, Teile der Kerzenflamme: Flamme ist leuchtend, also Temperatur relativ niedrig. Inneres vgl. mit grünem Innenkegel der Bunsenflamme.

Brennzeit (s. auch bei Flamme).

Bei Verbrennung bleibt Docht nach oben stehen, kann nicht verbrennen, da Brenngase ihn umspülen. Putzen der Kerzen, Cambacères (s. o.), tordierte geflochtene Dochte. Art der dabei erreichten seitlichen Verbrennung demonstrieren!

Kerze bei Luftverdünnung: Unter Luftpumpe, auf Montblanc: Wird trübe, Veränderung von leuchtend nach nichtleuchtend. (s. dort). Verbrennungsgeschwindigkeit bleibt dabei unverändert, ob Kerze an Erdoberfläche oder auf Montblanc verbrannt wird. (s. 539).

Besonderes Brennen bezgl. Helligkeit: In Laternen usw., also Brennen mit bestimmter Luftmenge, außerdem geschützt gegen Zug.

Verbrennungsprodukte: Analyse!

Produkte abfangen, mit fl. Luft abkühlen. Unverbrannte Gase aus Kerze absaugen. Kerzendampf nach Ausblasen sofort wieder anzündbar bis auf Flamme herunter.

Geruch bei Ausblasen der Kerze: Acrolein. Frühzeitiges Ausblasen — besonderer Geruch?
Bei ausgeblasener Alkoholflamme Aldehyd erkennbar? (s. dort).
Kerzennüsse (Candles).

Kerzen aus besonderen Materialien. Besondere Brennweise. **542**

Kompositionskerzen: Zusatz von Beta-Naphthol zwecks Härtung.
Kerzen für Tropenlagerung: Besonderes Material bezgl. Schmelzpunkt! (136.)
Kerzen, bunt gefärbt: Welche Bedingungen müssen zugesetzte Farben erfüllen? Brennbar oder unbrennbar?
Kerzen mit bunt brennenden Flammen (s. Buntfeuer) nicht möglich, weil Verbrennungstemperatur zu niedrig, so daß Metalldämpfe kein Spektrum geben können! (vgl. 576).
Gebleichte Kerzen — mit Cl gebleicht — können beim Brennen HCl-Dämpfe geben: (Würtz am Hofe in Paris) (s. Giftkampfstoffe).
Giftkerzen (Jesuiten): Imprägnierung mit As-Präparaten, die beim Brennen Arsenik in Luft wirbeln. (Vgl. Verstäubungsart für Giftkampfstoffe! 962.)
Zusatz von O-abgebenden Mitteln, um helleres Brennen zu erwirken, also größere Helligkeit zu entfalten! (Vgl. Kerzen zum Verbrennen von Giftkampfstoffen. 987.)
Haltbarkeit dieser Kerzen i. Vgl. mit normalen. (Verbiegung?)
Brennweise dieser besonderen Kerzen verglichen mit normalen Kerzen: Brennzeitenbestimmung, Helligkeitsmessung. Form usw. verändert?
Verbrennungsprodukte: Unterschiede gegenüber normalen Kerzen.
Kerzen in Chlor statt in Luft.
Spektralbeobachtung!

Zylinderbenutzung bei Kerzen, Lampen. **543**

Vgl. Schornstein bei Feuerungen!
Regelung der Luftzuführung (bei Kerzen weniger bedeutsam, da es sich hier um geschmolzene Stoffe handelt).
Zylinder von da Vinci, Quincet. Dimensionen-Berechnung.
Einschnürung-Berechnung. Strömungsverhältnisse in Luft! Wärmeströmungen.
Wie heiß wird z. B. Zylinder?
Besondere Formen: Rund, oval, eckig. Gespaltene Zylinder.
Material: Glas (Sorte), Quarz, Ton. Alabaster.

Lampenbeleuchtung = Beleuchtung mit Flüssigbrennstoffen. **544**

Thermisch zersetzte Dämpfe aus Flüssigkeiten. Unterschied gegen Kerzen. (136.)
Dochtdimensionen müssen passen zu denen des Brennstoff-Füllbehälters und des Zylinders.
Vgl. dazu: Brennen von Flüssigkeiten in porösen Tonzylindern. (133.)
(Verbrennung vgl. mit Lösevorgang — Porengummi.) (623.)
Wesentlich Kapillaritätskonstante des Brennöls: die der Naphthene größer als die der Paraffine, daher steigt Baku-Öl schneller im Docht hoch als amerikanisches Öl, ferner nährt es die Flamme besser.
Im Gegensatz zu Kerzendocht ist Lampendocht während des Brennens höher, niedriger stellbar.
Nähen = Abreißen der Flamme (vgl. bei Gasflamme).
Lampen, historische: Aus Ton, Metall.
Dochtschnauzenlampen.
Nachtlichtlampen = schwimmender Docht in Rüböl.
Hängelampen mit Ölschalen (Lampenträger).
Ölmaterial: Pflanzen-, Tier-, Mineral-Öl.
Rüböl brennt schwer, muß erst thermisch zersetzt werden: die Dämpfe brennen.
(Stobwassers Ölgasmotor, in dem Rüböl ohne Docht brennt.) (154.)
Bei Petroleum brennen die eigenen Dämpfe! (Naphtalin erhöht Leuchtkraft. 531.)
Lampen mit Ölbehälter, gleich hoch mit Brenner (Sinumbralampen).
Lampen mit Ölbehälter höher als Brenner: Prinzip nach Mariottes Flasche. Saug-lampen. Drucklampen mit Sturzflasche.

Lampen mit Ölbehälter tiefer als Brenner:
Uhrlampen Große-Carcel. Kolben-Moderateurlampen.
Hydrostatische Lampen. Petroleum durch $ZnSO_4$-Lösung hochgedrückt.
Aerostatische Lampen: Petroleum durch Luft hochgedrückt.
Öldampfbrenner für schwer zu verstäubende Steinkohlenteeröle.
Brenner (vgl. Glasbrenner): Einloch-, Mehrloch-Brenner.
Flach-, Rund-, Schlitz-Brenner.
Besondere Messungen: Brennzeiten. Helligkeitsmessung (s. u.).

545 Beleuchtung mittelst Kohlenstoffs aus thermisch zersetzten Gasen.

Beleuchtung mit Holzgas, Steinkohlengas.
Historisches s. Leuchtgasfabrikation (Murdock).
Ölgasbeleuchtung.
Acetylen: Besondere Brennerart, um C-Abscheidung zu verhüten!
Druckgas, aber nur in gelöster Form, weil sonst explosibel (s. dort!). Dissousgas (s. 524, 534).
Besondere Helligkeit.
Verbrennung mit Sauerstoff: Verwendung zu Heliostaten.
Prüfung von Acetylensicherheitslaternen auf Explosionssicherheit.
Spektralbeobachtung!

546 Beleuchtung mittelst fester Fremdstoffe in nichtleuchtenden Flammen.

Carburierung mit unverbrennbaren anorganischen Stoffen (s. Carburierung 533).
Glühkörperheizung!
Platindrähte in Gasflammen. (Vgl. mit Metalldrähten in elektr. Glühlampen, nur daß diese in Luftleere glühen, also ohne zu brennen!)
Talbots Aschenskelett aus mit $CaCl_2$ getränktem Papier. (Andere Materialien versuchen.)
Platinnetz mit Überzug von CaO. Andere Edelmetalle statt Platin!
Magnesiumkämme von Fjanenhelm.
Flammen von höherer Temperatur in dieser Weise carburieren:
Drummonds Kalklicht in Knallgasflamme (s. 508).
Ebenso Körbchen von MgO, Platin. Linnemann-Brenner mit ZrO. (Temperatur?)
Richtige Flammenhöhe. Rauschen der Flamme.
(Vgl. elektr. Heizen in höheren Temperaturen.)
Spektralbeobachtung.

547 Beleuchtung nach Auerprinzip.

Auerlicht — Incandescenzlicht.
Glühkörper: Zusammensetzung. Herstellung. Collodinieren. Abbrennen. Zylinder.
Gasart: Leucht-, Blau-, Generator-, Wasser-Gas.
Absatz von Eisencarbonyl auf Glühkörper.
Stehendes, hängendes Licht. (147.)
Regenerativ-Invert-Brenner (Vorwärmung der Verbrennungsluft nach Siemens).
Brennerform (s. Bunsenbrenner).
Grubenlampen nach Auerprinzip.
Starklichtbeleuchtung (Lucas-Selas-Millenium-Pharos-Keith-Licht).
Leuchtturmfeuer. Leuchtfeuer nach Auerprinzip (s. 508, 540) (587).
Ursache des Strahlens — Helligkeit: Lichtemission (im Anfang nur Wärmestrahlung).
Lichtverteilung im Raum.
Glühlicht nach Auerprinzip mit flüssigen Brennstoffen:
Petroleum-, Spiritusglühlicht. (Bemerkenswert: einmal leuchtende, dann nichtleuchtende Flüssigkeitsbrennstoffflamme.)
Spektralbeobachtung!
Gasselbstzündung (s. 425). Automatische Zündung (Multiplex). Fernzündung (vgl. 425).
Sonnenscheinventil des Nobelpreisträgers Dalen.
Selbsttätige Löscheinrichtungen für Leuchtgas (679).

Zu berücksichtigen, daß wir alle Gegenstände auf dem Kopf stehend sehen; wir sehen Sterne an den, nicht an dem Himmel: Helmholtz. Auge sieht Schwingungen von 481—764 $\mu\mu$, photographische Platte von 18—1600 $\mu\mu$.

(Ameisen und andere Kleintiere sehen wahrscheinlich ultraviolettes Licht.) Lichtwellenläge = unveränderliches Längenmaß.

Wellen von 310—390 $\mu\mu$ rufen im Auge Empfindung des Lavendelgrauen hervor. (Wirkung nicht direkt, beruht auf Fluoreszenzerregung im Auge.) (549.)

Netzhautzentrum führt Zapfen, Peripherie Stäbchen (erstere Hellapparat, letztere Dunkelapparat). In Stäbchen Sehpurpur, durch Belichtung in folgender Reihenfolge gebleicht: grün, blau, orange, violett, ultraviolett, rot. (Bleichung auch am lebenden Auge, sieht auch mit gebleichtem Purpur.) (Reihenfolge der Bleichfarben stimmt überein mit Helligkeitsverteilung im lichtschwachen Spektrum.) Absolute Reizschwelle liegt bei $1{,}21 \cdot 10^{-11}$ Erg. Gesichtsempfindungen bedingt durch chemische Prozesse (Assimilierung, Dissimilierung in der Sehsubstanz.)

Helligkeitsempfindung: abhängig von a) Intensität der Lichtquelle, b) Dauer des Lichteindrucks.

Nach Aufenthalt im Dunkeln Licht blendend (Netzhaut hat im Dunkeln an Empfindlichkeit zugenommen, ermüdet wieder am Licht) (Helladaption). Umgekehrt verschwinden beim Übergang vom Hellen ins Dunkle Lichtempfindungen, kehren erst allmählich wieder (Dunkeladaption).

Dauer: Intensives Licht wirkt nicht sofort mit voller Stärke, Anklingungszeit (für intensives Licht ca. 0,16 sec), ebenso verschwindet Lichteindruck langsam: Abklingungszeit. Abhängigkeit der Helligkeit von T^4; bei zwei Lichtquellen von Rotglut 700° und Weißglut 1400°:

$$\text{Helligkeitsverhältnis: } \frac{700^4}{1400^4} = \frac{1}{16}$$

Selbst dunkelste Farbstoffe reflektieren von dem auf sie fallenden Licht noch 25. Teil, die hellsten ca. $^4/_5$. Helligkeitsunterschiede in einem Gemälde liegen dazwischen; die in der Natur vorkommenden Kontraste 1000fach und mehr größer. Diese Wiedergabe in Malerei unmöglich. Zur Vergrößerung der Kontraste schwarze Körper zur Beobachtung in der Malerei.

Dauer des Lichteindrucks im Auge (Funken usw.). (Seezeichenwert.)

Stereoskopisches Sehen. (Körperliches Sehen.) Einäugiges, doppeläugiges Sehen. (740. 741.)

Nachbilder. Sehen mit atropinisiertem Auge. (549.) Durchsichtigkeit. Durchscheinkraft.

Glutenbezeichnung (rot, gelb, weiß, blau).

Helligkeitsmessung:

Messung unzerlegten Lichtes.

(Vergleichsmessung?) Lichtbrechung (vgl. 578).

Lichtstärkeneinheit (historisch) (s. sichtbare Strahlung).

Methoden: Gegenseitige Verschattung: Kerze durch Sonne.

Helligkeits-Messer. Visuelle Photometer. Beleuchtungsmesser. Lichtelektrische Schwärzungsmesser. Objektive Beleuchtungsmesser. Lichtverteilungs-Meßgeräte. Helligkeits-Farbbeurteilung mit Rastern, Geweben, Schleiern (vgl. Schleier — Damenmode). Mit Wassertröpfchen benetzte Fensterscheibe. Mattierte Glasscheiben. Bunte Scheiben, mattiert. Flammen, Feuer im Nebel. Rauch-Umbralgläser. (932.)

Durchlässigkeit von Alabaster, Ölpapier. Durchscheinender Marmor (Voege) (Kunstmarmor). (s. Nebeltröpfchenmessung 920.) (932.)

Lichtstärke der Leuchtpatronen nach Rumfords Schattenmethode (s. Leuchtpatronen).

Photometrie: Photometer von Lambert, von Bouguer-Foucault, von Ritchie, von Bunsen (Fettfleck), von Lummer-Brodhun.

(Kleinste wahrnehmbare Lichtmenge auf Entfernung = 1 km ist 0,12 HK.)

Flimmerphotometer. Straßenphotometer mit Martens Spiegelapparat.

Cl-H-Photometer-Aktinometer. Stufenphotometer.

Photographische Helligkeitsmessung, z. B. bei Leuchtpatronen.

Ulbrichtsche Kugel (ev. Se-Sperrschichtzelle) (Sensitometrie). (564.) Sensitometer für Plattenempfindlichkeit.
Flächenhelligkeit (Erdhelligkeit). Glanzmessung. Metallglanz (Bronzefarben bunt durch Lamellenreflektion). Diamantglanz (Diamant, Zinkblende). Glasglanz (Glas, Quarz). Fettglanz (S). Perlmutterglanz (Perlen, Gips). Seidenglanz (Fasergips). Feuerglanz (Arsenfarben). Matt (Kohle) (vgl. Celloidinpapier, glänzend, halbmatt, matt). Oberflächenform. Feines Pulver (Lichtabsorption). Blättchenstruktur (Irisieren, Farben dünner Blättchen? Anlauffarben?). Glatt zusammenhängend (Spiegel). (Vgl. As, Sb-Spiegel.) Newtons Ringe. Nobilis Farbenringe b. elektrolytischen Superoxydniederschlägen.
Messung der Nordlichthelligkeit. Graukeilmethode.
Helligkeitsangabe, z. B. im Vergleich mit Sonnenlicht (Blitzlicht).
Flammenmessung — Explosionsflammen im Convex-Concav-Spiegel. Königs rotierender Spiegel.
(Aufnahmen.) (711.)
Beugung und Tröpfchengröße. (920.)
Lichtmeßwesen! (vgl. Schallmeßwesen). (716.) Spektralmessung.
Photozelle und Anwendungsgebiete (s. 666). Photozellenherstellung (Se, Alkalimetallzelle 933): Thallosulfidzelle. (719.) (Elektrotechn. Zeitschr. 1936, 1117.) (Rolltreppe. Registrier-Apparaturen.)
Lichtelektrischer Effekt. Fernsehen. Lichtdruck (932). Lichtmühle (493).

549 Buntlichtmessungen.

Besondere Augen — Farbenblinde: Wie sehen Rotblinde das Feuer?
Nach bestimmten Medikamenten entstehen bestimmte Farbenempfindungen, z. B. Rotsehen usw. Farbensehen mit atropinierten Augen. Insekten reagieren auf besondere Farben: Reizfarben. (Stier = rotes Tuch. Freßfarben. (998.) Schwellenwert. (548.)
Eindruck aller Farben bei hoher Intensität ist weiß. Hellstes Licht im Spektrum ist gelb ungefähr bei der D-Linie. (Dieser Reizwert stimmt weder zu Werten der Wärmeenergie im Spektrum noch zu denen der chem. Wirksamkeit.)
Dunkeladaptiertem Auge erscheint lichtschwache Farbe farblos, größte Helligkeit nach violetter Seite zum Grün verschoben, rot erlischt. Purkinjes Phänomen: Von zwei im Tageslicht gleich hellen blauen und roten Flächen erscheint am Abend die blaue heller als die rote. (Vgl. blauere Abendfarbe der Nachtviolenblüten.) Bunte Schatten — Goethe (549).
Im helladaptierten Auge fällt Farbempfindlichkeit schnell nach Peripherie hin ab, im dunkeladaptierten Auge fällt sie nur für Rot zur Peripherie ab, für alle anderen steigt sie an, wobei alle Reizlichter farblos sind.
Nachbilder: 1. positiv (leuchtender Kreis beim Schwingen glühenden Spans).
2. negativ (Komplementärfarbe); farbiges Abklingen auch weißer Eindrücke.
(Vgl. Buntfeuerwerkerei: Rot besonders deutlich neben Grün: Ermüdetes Auge empfindet Komplementärfarbe.) (585.)
Buntlichtmessung in Osrams Lichthaus.
Belichtungsart: Tageslicht-monochromatisches Licht. (Indikatoren bei Titrationen einwandfrei nur bei weißem Licht; gut auch bei Lampenlicht in glänzender Pt- oder Ag-Schale zu sehen.)
Lichtfilter-Reinlicht-Tageslichtlampen. (Durch rotes Glas nur rote Strahlen; alle Körper mit anderen Farben sind schwarz.) Reflektiertes Licht vom durchgelassenen oft verschieden: Fuchsin reflektiert grün, läßt kristallisiert und in Lösung rot durch. (Schattenstärke gefärbter Gläser.) Gefärbte Gegenstände bei bengalischer Beleuchtung. (Elektrische Glühlampen geben wärmeren Ton als Bogenlampen.)
ZnO in der Kälte weiß, in Hitze gelb, beim Erkalten wieder weiß. (Diese Farbänderung nicht Zeichen für Übergang des ZnO in anderen [allotropen] Zustand; erfolgt nicht plötzlich wie sonst in solchem Falle, sondern allmählich. Rührt daher, daß das Gebiet, in welchem es Strahlen absorbiert, von ultraviolettem Teil, wo es sich bei gewöhnlicher Temperatur befindet, beim Erhitzen nach sichtbarem violetten und blauen Teil des Spektrums wandert.) Allgemeine Erscheinung, daß sich Absorptionsgebiet für Strahlen mit Temperatur in solchem Sinne verschiebt: weiße Stoffe beim Erhitzen gelb, gelbe rot, rote braun; blaue und grüne Stoffe erleiden dagegen beim Erwärmen meist keine auffällige Änderung ihrer Farbe. Umgekehrt werden gelbe

und rote Stoffe (mit Ausnahme der organischen Farbstoffe) durch Abkühlen, z. B. in flüssiger Luft, blasser bis farblos. (Ostwald.)
Farbenauswahl für Erkennung im Dunkel: Eisenbahnschrankenfarbe! Rot-weiß! (Sonst rot-grün!) (Vgl. 585.) Tarnungsfarben braun-grün bei Geschützen, Einlagen in Beton bei Autostraßen, Munitionshäusern.
Grundbegriffe der Farbmessung.
Drapers Gesetz: mit steigender Temperatur nimmt Wellenlänge des entstehenden Lichtes ab.
Farbmeß-Methoden.
Sensitometrie von Schichten. Definitionen. Meßmethoden.
Aktinitätsbestimmung photogr. Lichtquellen.
Photographische Belichtungsmesser.
Ombrux-Belichtungsmesser.
Lichtempfindlichkeit photographischer Negativschichten nach DIN 4512.
Lichtmessungen hinter buntem Glas: (ev. hinterlegt mit Hg). (Vgl. 579.)
Nebeldurchdringungsfähigkeit verschiedener Lichtfarben: Besonders groß für Na-Licht (Autos) (Autostraßen).
Über das Sehen bei Glühlampen- und bei Na-Dampflicht (Vergleich zwischen elektrischen und chemischen Glühkörpern.)
Besonderes: Erkennen von Farblichten durch Neophanglaskörper! Ausführungsform. Anwendungsgebiete!
Nebelphotographie mit ultrarotem Licht! Ultrarot mit längerer Welle als sichtbares Licht geht durch Nebel wie Blaukreuzstoff durch Gasmaske. (933.) (983.)
Umsetzung in sichtbares Licht mittels Elektronengerätes. (492.)
Stärkemessung von eigentlichem Buntlicht (Signale) (s. hier wie auch 580).

Zeitlicht. Blitzlicht. 55

Zeitlicht durch Abbrennen von Aluminium, Magnesium an Luft, Sauerstoff. 550

Streifen, Bänder von Magnesium, Aluminium, Legierungen beider an Luft. Band um Welle geschlungen. Magnesiumfackeln.
Helligkeitsmessungen.
Es handelt sich bei diesen Vorgängen nicht um Flammen, sondern um glühende feste Massen: Oxyde als Umsatzprodukte. (557.) (Funken 432.)

Zeitlichtsätze. 551

Die Mischungen werden im Gegensatz zu Leuchtpatronen auf der Erde abgebrannt, nicht verschossen.
Ähnliche Zusammensetzung wie bei Leuchtsätzen (s. 560), aber in gepreßtem Patronenzustande abgebrannt, so daß kein blitzartiges Abbrennen. Durch Pressen wird Verbrennungsgeschwindigkeit zurückgedrängt: Vergleich mit Satz: Verbr.-Geschw. nimmt mit steigender Kompression zu! (Vgl. Valiers Raketenprinzip 822.) (561.)
Da Mischungen nicht verschossen werden, also in Luft keinen Zusammenhalt zu wahren haben, kann hier Schellack usw. fehlen! (Indisches Weißfeuer 281.)
Fertigung: Feinheit des Materials, vor allem des Metalls.
Eigenschaften: physikalisch, chemisch. Lagerbeständigkeit.
Zusatz von Oxydationsmitteln? Warum brennt Al, Mg in Pulverform nicht an der Luft nach Anzünden weiter?
Zi-Za-Versuche (Sensibilität).
Umsatzprodukte. Brennzeitenmessung. Helligkeitsmessungen. Spektralmessung.

Blitzlicht durch Verbrennen fein verteilter Stoffe. 552

Hineinblasen von Mg in Flamme (Pustlampe, Theaterblitz). Ebenso Bärlappsamen, Bovistmehl. (500. 187.)
Vacublitz = Al-, Mg-Folie in mit O gefüllter Glühbirne.
(Für photographische Aufnahmen in Kohlenbergwerk.)
Elektrische Zündung. Zündverzug bei Blitzlichtlampen. (166.)
Verbrennung infolge des reinen O = Blitzlicht.
Blitzlicht gekuppelt mit Auslöseapparat. (Wissen u. Fortschr. 1936, 856.)

553 Blitzlichtsätze. Fertigung. (Auerprinzip.)

Satzmaterial: Metall + Oxydationsmittel. (Letzteres kann auch aus Sulfaten, Carbonaten usw. bestehen, da auch diese Salze mit Al, Mg explosiv reagieren.) (238.)
Metall: Al, Mg, Legierungen. Kornfeinheit!
Bindemittel — Schellack — kann fehlen wie bei Zeitlicht, im Gegensatz zu Leuchtpatronen.
Oxydationsmittel: Nitrate, Chlorate, Permanganate.
(Satzzusammensetzung! Zusammenhang zwischen Brennzeit und Kornfeinheit! S. unten!)

Besondere Apparatur: Brennsatz, passiv, getrennt von aktivem Bestandteil (Verwendung von Zwischenwänden oder getrennten Gefäßen. — Mischung erst unmittelbar vor Gebrauch).
(Pressung selten! S. Leuchtpatronen!)

Zusatz von Gemischen von Thorium-Cerium-Salzen, welche durch abbrennendes Metall zur Lichtemission angeregt werden. (Nitrate.)
Satzzusammensetzung. Fertigungsmethoden.

554 Physikalische, chemische Eigenschaften der Blitzlichtsätze.

Aussehen, makroskopisch, mikroskopisch. Dichte. Hygroskopizität.
Analyse.

Lagerbeständigkeit bei gewöhnl. Temp.: Einwirkung von CO_2 der Luft.
Einwirkung von Feuchtigkeit: die verwendeten Metalle sind keine Edelmetalle.
Wassereinwirkung auf Al, Mg (s. Metalle selbst!).
(Besonders Thoriumsätze.)

555 Thermische Zersetzung, Zi-Versuche, Za-Versuche.

Thermische Zersetzung (s. bei Einzelbestandteilen).

Zi-Versuche: Erhitzen im Reagensglas (ev. Explosion?).
Verpuffungspunkt! (Besonders Thoriumsätze.) Sensibilitätsprüfung!

Za-Versuche: Zündung durch Salpeterpapier, Glimmpapier, Zündschnur, besondere elektr. Photographenzündung. (455.)

Sätze hineinblasen wie bei Mg in Flamme (Pustlampe, Theaterblitz). (Vgl. oben 551.)
Agfa-Blitzlichtlampe.

556 Brennweise, ev. Explosion der Blitzlichtsätze.

Geschwindigkeit beim Abbrennen: Zusammenhang zwischen Brennzeit und Kornfeinheit des betr. Metalls.
Wie wird Geschwindigkeit verändert durch Zusatzsubstanzen wie die Thorium-Cerium-Salze? Drosselung!

557 Helligkeitsmessung des Blitzlichtes.

Art der Lichterscheinung: keine Flamme, sondern nur Glüherscheinung, da keine Gase vorhanden sind (s. Carburierung!). (550.)
Helligkeitsmessung (s. 548).
Beste Messung ist die bei dem Blitzlicht gemachte photographische Aufnahme! Helligkeitsdifferenzen auf dem Bild! (Blitzlichtaufnahme im Kehlkopf!)
Reichweite des Blitzlichtes: Wie weit ist Lichtschein wahrzunehmen? Vgl. mit Leuchtpatronen. Spektralmessung.

558 Umsatzprodukte.

Rauch, Schwaden. Oxyde usw.? Farbe usw. Analyse.
Rauch im Zimmer — Atmungsorgane (s. 913).

559 Besondere Blitzlichtwirkungen.

Versuche, den explodierenden resp. detonierenden Stoffen wie oben Thorium-, Cerium-Salze zuzusetzen, um zu sehen, ob durch die hohe Temperatur bei den Detonationen diese Zusatzstoffe trotz der kurzen Reaktionszeit zum Glühen gebracht werden und Licht geben: Messung der Lichtintensität, um daraus Schlüsse bezgl. der Detonation resp. der Detonationsgeschwindigkeit ziehen zu können!
Spektralmessung!

Lust-Kriegsfeuerwerkerei: Sätze ähnlich wie oben bei Blitzlicht, nur hier unter Zusatz von Klebmitteln gepreßt, da sie verschossen werden.

Herstellung der Weißlichtfeuerwerkereisätze. **560**

Sätze ohne Metallzusatz:
Fundamentalsätze (grauer, fauler Satz). (289.)
Zwischensätze. Vermischungs-Mengen, Fertigmischung. Hauptsätze. Schellackersatz. Schwenktrommel. Rollierende Trommel. Schneckentrommel. Beutelmischer (254). Oxydationsmittel und als Passivbrennstoff meist Schwefelantimon (früherer Satz zum Erleuchten des Festungsglacis: Salpeterschwefel [3 : 1], Mehlpulver, Schwefelantimon).
Sätze mit Metallzusatz: Metalle wie bei Blitzlicht: Al, Mg, Legierungen.
Dazu als Klebmittel Schellack, sonstige Gummiarten (nicht mit Wasser anrühren, da Reaktion mit Metallen).
Besondere Einlaborierungsmethoden für Lustfeuerwerk.
Besondere Salze nach Auerprinzip: Zusatz von Th, -Ce-Zr-Verbb.

Verdichtungsmethoden der Sätze. Herstellung der Patronen. **561**

Schlagen der Sätze. (Hülsenmaterial: Zinkhülsen.) (Vgl. 581.)
Stopfen der Sätze. Explosionsgefahr: adiabatische Kompression der Sätze? (Vgl. Pressen von Nitrokörpern.) (Raketen 820.)
Pressen der Sätze: (Erweichen des Schellacks?)
Schwach gepreßte Sätze für Handleuchtzeichen (Kenntlichmachen der vordersten Infanterielinien (z. T. auch bunt).
Stark gepreßte Sätze zu eigentlichen Leuchtpatronen.
Pressen von Sternen (von Tellern für größere Kaliber, da wegen Explosionsgefahr in einem Stück nicht möglich, außerdem Preßdruck und damit Brennzeit zu ungleichmäßig). (551.) Einlaborierung in Patronenhülse.
Besondere Laborierung der Anfeuerung: Seiten-Rillenanfeuerung.
Zdg. durch Anfeuerung erst am Kulminationspunkt. (581.) Verzögerungszündung. Pulver-Luntenfäden.

Physikalische, chemische Eigenschaften der Leuchtsätze. **562**

Aussehen, Farbe.
Dichte. (Lose: Korngrößemessung.)
Bis zu welcher Maximaldichte kann verdichtet werden?
Hygroskopizität (s. u.).
Chemische Analyse.
Lagerbeständigkeit: Gegen CO_2 der Luft.
Gegen Feuchtigkeit, mit der u. U. Sätze reagieren!
(Explosionsgefahr!) (Superoxydsätze!)

Thermisches Verhalten, Zündung, Zi-Za-Versuche. **563**

Thermische Zersetzung (Tropenlagerung) (s. Einzelstoffe).
Hier Verhalten der Gemische.
Zi-Versuche: Erhitzen im Reagensglas. Verpuffungstemperatur.
Sensibilitätsprüfung: Verhalten gegen Schlag, Stoß, Reibung. (Ev. Explosion der Leuchtsterne beim Abdrehen auf Drehbank! Vgl. o. Pressen! Vgl. mit Nitrokörpern, die beim Pressen, aber nicht beim Bearbeiten losgehen. Hier dagegen Entzündung auf Drehbank beobachtet!)
Stoßentzündung beim Abschuß! Explosionstemperatur liegt zu nahe an Verbrennungstemperatur!
Prüfung auf Stabilität beim Abschuß! Explosion im Rohr — Rohr neuerdings verkürzt (s. 583).
Initiierungsmöglichkeit: Sätze explodieren mit Sprengkapselzündung. Knall, wenn Patronen unverbrannt auf die Erde fallen, ebenso beim Aufprall auf Wasser — Prallzündung (s. 583).

Za-Versuche:
Zündung durch offenes Feuer: Zündholz, Zündschnur.
Zündung in Waffe.

564 Brennweise. Brennzeit. Helligkeit. Wärme, Temperatur.

Brennen der Feuerwerkskörper in Luft nach Abschuß.
Steighöhe, durch Laborierung variierbar. (S. bei Raketenfeuerwerk!)
Flugbahn des brennenden Sterns: besondere Bahn (s. 832). Stern soll brennend zur Erde kommen.
Brennzeit: Lose Sätze, dieselben Sätze gepreßt. Abhängigkeit der Brennzeit vom Preßdruck bzw. von Dichte.
U. U. Explosion der Sterne beim Abschuß!
Helligkeit — Farbe: (s. Helligkeitsmessungen!) (Al-Hülse brennt mit! Vgl. Elektronbrandbombe.)
Angabe nach Hefnerkerzen. Sensitometrie (548).
Leuchtkraft der Leuchtsterne reicht aus, um auf 100 m Entfernung alle Einzelheiten scharf zu erkennen. Starker Regen beeinträchtigt Leuchtkraft nicht. Bei ruhigem Abbrennen verfinstert Rauch (Prüfapparat mit Rauchentferner), beim Flug bleibt Rauch zurück.
Wärmewerte: Verbr.-Wärme (hoch bei Al).
Verbr.-Temperatur messen, berechnen!

565 Verbrennungsprodukte:

Rauch. Asche. Schwaden. (Rauchstörung d. Helligkeit s. 564.)
Fast gleiche Stoffe in Rauch wie in Asche.
Sinteraschen. Untersuchungsmethoden wie bei Kohlenaschen! (031.)

566 Friedensfeuerwerkskörper. (Land-, Wasserfeuerwerk.)

Feuerwerk mit funkengebenden Materialien!
Christbaumwunderkerzen mit Mg (s. Funken). (500.)
Silberstern-, Goldstern-Regen. Japanische Blitzähren.
Vulkane. Japanisches Zündpapier. Goldsand, Pfeifsand.
Feuerwerk mit Pharaoschlangen (Asche!).
Feststehende Feuerwerkskörper: Brander, römische Lichter, Lanzen, Feuertöpfe, Feuerfässer.
Tagesfeuerwerk. Zimmerfeuerwerk (Silvesterscherzartikel).
Wasserfeuerwerk: Taucher.
Laborierung von Leuchtbojen.
(Abb. größerer historischer Feuerwerke!)

567 Friedensfeuerwerkskörper (Weißlicht) mit Bewegung beim Abbrennen.

Feuerwerkskörper mit gradliniger Bewegung: Frösche (Crackers). (s. 745.) (820.)
Schwärmer — Knall-, Kreisel-, Purzel-, Perlen-Schwärmer.
Feuerwerkskörper mit Drehbewegung (s. Raketen-Rückstoß-Ballistik 820).
Sonnen, Feuerräder usw. (s. Buntfeuerwerk 587).
Feuerwerkskörper mit Sprühfeuer. (587.)

568 Besondere Weißlicht-Kriegsfeuerwerkskörper.

M-Patrone zur Kennzeichnung von wichtigen Geländepunkten: Bleischrot, starker Rückstoß, nur Schießen mit Einspannvorrichtung. Bald nach Verlassen des Laufs volle Helligkeit, es entsteht Leuchtlinie. Erreichbare Höhe ca. 110 m.
R-Patrone zur Darstellung von Schrapnellpunkten. Schuß mit Einspannvorrichtung. Im höchsten Bahnpunkt Explosion durch Zeitzünder: kurzer Blitz, Knall, Rauchwolke. Höhe ca. 80 m. (Vgl. kleine Sandkastenpatronen.)
Besondere Granatsignale mit besonderer Abschußvorrichtung. (S. auch Buntlicht.)
Ebenso Signalbomben.
Fallschirmpatronen mit tragendem Fallschirm.
Besondere Anordnung bezgl. Laborierung.
Leuchtminen, verschossen aus l. M.W.; minutenlang brennende Leuchtkörper an Fallschirm zur Beleuchtung größerer Flächen.

Lichtspurgeschosse. 569

Herstellung der Sätze.
Einlaborieren der Sätze. Ev. Preßverfahren.
Zündung durch Treibladung.
Brennweise. Brennzeit. Helligkeit-Messung.
(Bunte Lichtspurgeschosse s. bei Buntfeuersätzen.)
Leuchtspurschrotpatronen.

Flammenfärbung. Buntfeuer. 57

Flammenfärbung durch Elemente. Verbrennungsfarbe. 570

Nichtmetalle:
Schwefel färbt brennend Flamme blau resp. brennt mit blauer Flamme. Stärke der Blaufärbung. Ähnlich verhalten sich Selen, Tellur. Nuancierung. (Atomgewicht.)
Variation der Blaufärbung durch Verbrennen statt in Luft in reinem Sauerstoff. O in S-Flamme hineinblasen.
S auf geschmolzenes ClO_3K gibt weiße Flamme (also Flammenfärbung abhängig von Temperatur). (254.)
Verbrennen von Schwefelgemischen mit anderen Brennstoffen!
S-Flamme einer durch andere Stoffe gefärbten Flamme nähern!
Phosphor:
Eine H-Flamme wird im Innern durch P grün gefärbt. Dusart-Blondlot. (Hofmann, 230).
Grünfärbung besonders deutlich, wenn man Flamme mit weitem Glasrohr überdeckt oder mit Porzellandeckel heruntergedrückt.
Untersuchung der Flammenfarbe im Spektrum (s. u.).
Metalle geben kaum Flammenfarbe (vgl. 575).

Flammenfärbung durch anorganische Nichtmetallverbindungen (besonders H-Verbb.). 571

Besondere H-Verbindungen färben die Flamme:
H_2S, H_2Se, H_2Te färben Flamme blau (vgl. Elemente 570).
H-Verbb. von N, P, As, Sb, Bi färben Flamme rötlich bis bläulich.
Boraxperle mit Glyzerin befeuchtet färbt Flamme grün.
Flamme von Cl + H färbt Auerlicht grün.
Reaktion von HJ mit HNO_3 gibt rotes Licht — von J-Farbe?
Untersuchung der Flammenfarbe im Spektrum s. u.

Flammenfärbung durch organische Verbindungen. 572

Kohlenoxyd färbt Flamme blau. (Grüne Flamme bei Versuch mit Leuchtgasexplosionsflasche.) Blaufärbung d. Grubenlampe durch 1 % Dichloräthylen (Hofmann, 315).
Halogenverbindungen färben Flamme grün: $CHCl_3$, Chloräthyl.
Schwefelkohlenstoff brennt mit blauer Flamme (s. o. S).
Ebenso CS_2 in Stickoxyd. (Vorkommen von CS_2 im Sonnenspektrum?)
Dicyan, Acetonitril usw. brennen mit pfirsichblütener Farbe.
Chloressigsäureäthylester brennt mit leuchtend grüner Flamme.
Borsäureester brennen grün (s. o. Boraxperle).
Nitrocellulose brennt mit gelber Flamme. (711. 717.)
Spektralnachweis?
Färbung durch Metallalkyle, Metallaryle?

Buntlicht unter elektrischem Einfluß. 573

Blitzfarbe beim Durchgang durch Wolken. Überschlagsfunke auf Glasplatte. St. Elmsfeuer. Spitzenentladung. (s. 508.)
Geißlerröhren — Unterdruck in denselben.
Nicht nur Gase, sondern auch z. B. Schwefel, Hg usw.
Neonröhren, andere Röhren für Buntreklamelicht.
Zodiakallicht, Nordlicht, grüner Strahl. (508.) (590.)

Leuchtende stehende Wellen beim Teslalicht. (495.)
Hg-Dampflicht in Quarzlampe.
Kathodenlicht, Röntgenstrahlen (s. Fluoreszenz).

574 Innere Emissionsspektren durch Erhitzen eingeschlossener Dämpfe.

Anregung von Spektren durch Erhitzen von Gasen oder Dämpfen in geschlossenen Gefäßen aus Glas, besser aus Quarz: Nichtmetalle, Metalle.
Nichtmetalle, Metalle.
Erzeugung von Spektren nach Haber durch chemische Reaktionen.
Erzeugung von Spektren durch Elektronenstoß. (499.) (508.)
Erzeugung von Spektren durch Lichteinstrahlung (s. auch unten!).

Nach Bohrs Theorie beim Übergang von energiereichem zu energiearmem Zustand Emission von Linienstrahlung; jede Spektrallinie entspricht dem Übergang zwischen zwei möglichen Energiestufen des Atoms, beim Flammen- und Bogenspektrum des neutralen, nicht ionisierten Atoms. In Hitze des Flaschenfunkens werden Atome ionisiert; darum zeigt Funkenspektrum andere Linien als das unionisierte Atom (Ion der Gase hat höheren Energiezustand). D-Linien des Na stammen vom neutralen Atom, die Spektrallinien des Na-Ions liegen im Ultraviolett. H hat nur als neutrales Atom ein Spektrum; für den ionisierten H gibt es kein Spektrum, weil dieses Ion nur aus dem + Kern besteht und kein Elektron mehr enthält, so daß es keine verschiedenen Energiezustände annehmen kann. Daher kann H auf heißen Sternen von mehr als 14 000° vorhanden sein, ohne daß man das Spektrum wahrnehmen kann; dasselbe gilt von anderen Elementen, deren Ionenspektrum ebenfalls im Ultraviolett liegt.

Umgekehrt kann man unter der meist wahrscheinlichen Voraussetzung der Anwesenheit eines Elements wie H und dem Fehlen seiner Linien oder aus den dem Funkenspektrum entsprechenden Ionenlinien auf den Dissociationsgrad eines Elementes und damit auf die Temperatur z. B. des Sternes schließen.

Die Beobachtung der Spektren der Fixsterne deutet auf anorganische Evolution der Materie: es gibt Spektren (Gasspektren), die weit ins Ultraviolett reichen (zwei Sterne aus dem Sternenbild Argo), Spektren (Metallspektren) von mittlerer Länge (Algol, Sirius, Arkturus) und Spektren (Kohlenstoffspektren), die noch kürzer sind (Stern 19 aus dem Sternenbild der Fische). Je länger aber ein Spektrum ist, desto heißer ist der Körper, der das Licht aussendet. In den heißesten Fixsternen nur Wasserstoff- und Heliumlinien nebst einer beschränkten Anzahl Linien von Elementen mit kleinen Atomgewichten, in den Spektren der Fixsterne von mittlerer Temperatur Linien von einigen Metallen, dagegen in den Spektren der Fixsterne von der niedrigsten Temperatur (etwa der des elektrischen Lichtbogens) die Linien von Kohlenstoff und den Schwermetallen. Je mehr also die Sterne abkühlen, desto mehr kondensiert sich die Urmaterie zu Elementen mit höheren Atomgewichten (Kohlenstoff). Coronium bisher nur in der Sonnenkorona gefunden. In den Nebelflecken, die mehrere hundert Lichtjahre entfernt sind, unbekannte Elemente: Asterium, Nebulium. Durch Purkinjes Phänomen (s. 549) vielleicht verschleierte Spektralbeobachtung entfernter Gestirne infolge Helligkeitsdifferenzen.

Spektrum und Temperatur s. Messung der Detonationstemperatur 719.
(Vgl. dazu Explosionsspektren nach Anderson. Vgl. 575, 509.)

575 Äußere Emissionsspektren von Metallen durch Verdampfung in Flammen oder Gluten.

Bunsenflamme selbst gibt das Svanspektrum (578) (vgl. 570).
Erzeugung der Flammenfärbung durch Verdampfen — Verbrennen — der Metallsalze in der Bunsenflamme (s. u. Flüchtigkeit 642, 645). (576.) (510.)
Monochromatische Flammen durch Stoffe in Flammen, die eigenes Licht geben, nicht polychromatisches wie bei Carburierung. 534.
Stocks Vorrichtung zur Trennung des Oxydations- vom Reduktionsspektrum. (578.)
Erzeugung von Metallspektralflammen: Platindraht, Asbeststäbchen, Magnesiastäbchen.
Dauerspektren, gleichzeitig Erzeugung von monochromatischem Licht. (577.)
Beckmann: Asbestpapier zum Aufsaugen der Metallösung (Kapillarität). (902.)
Druckgaszerstäuber, H-Entwickler, Elektrolysenzerstäuber (s. Verstäubungseinrichtungen bei Nebeln 904).
Mitscherlichs Gläschen mit Pt-Draht.

Zerstäuber von Eder-Valenta.
Stäbchen, Platten aus Spektralsalzen (Blanckenstein).
Besondere Metallverbindungen: Metallhydride (z. B. färbt SnH_2 die H-Flamme himmelblau). Metallspektren und Leitfähigkeit in Flammen s. 518, 574.
Heißere Flammen zur Spektrenerzeugung als Bunsenflamme:
Gebläseflammen mit Preßluft, mit Sauerstoff (Knallgasgebläse).
Bogenlampenspektrum: Metallsalze im Krater der Kohlen erhitzt.
Lundegarthverfahren. (Vgl. Buntbrandkerzen 542.)
Effektbogenlampenkohlen nach Krämer.
Funkenspektrum (s. 574) in Induktionsfunken, Fulgurator Plücker-Geißler-Rohr.
Funken der Leydener Flasche (vgl. Explosionsspektrum 574, ebenso Drahtversprühung). (509.)
Spektren unter Druck: Übergang des Linienspektrums in Bandenspektrum.
Apparaturen zur Druckerzeugung bei Spektren.
Besondere Druckspektren: Detonation von Metallsalzen von Nitrokörpern (616): Erhält man andere Spektren als bei der ruhigen Verbrennung derselben Salze? (Temperaturerschließung s. 574.)
Metalldampflampen = Verdampfung unter Druck durch elektr. Strom. Erst Stromdurchgang durch Ne-Lichtbogen, dann: Na gelb, Cs weiß, Cd blau (Osramgesellschaft).
Spektrum und Atombau. (Balmer-Serie.)

Flüchtigkeit, Verdampfbarkeit der Metallsalze. Leuchtdauer. **576**

Verdampfbarkeit und Molekulargewicht? (Siedepunkt ca. ⅔ der kritischen Temperatur!) (s. Verdampfbarkeit 642, 645.)
Tl-Salze verdampfen sehr schnell, daher genügt Spiritusflamme.
(Wärmeleitfähigkeit, spez. Wärme des Metalls?)
Sr-Chlorat verdampft ebenfalls in Spiritusflamme.
$CuCl_2$ gibt in Spiritusflamme blaue, in heißeren Flammen grüne Färbung. (Also spricht blau nicht für heiße Flamme? Vgl. Farbe brennenden Schwefels!) (577.)
Kerzenflammen reichen nicht aus zur Metallverdampfung, daher keine bunt brennenden Kerzen! (542.) (518.)
NaBr gibt in Gasflamme freies Br, Angriff der Apparate!
Leuchtdauer und Zeit, bis zu der bestimmte Substanzmengen verdampft sind (verschieden für verschieden heiße Flammen).
Verdampfzeit: 1 cg NaCl, als Perle am haardicken Platindraht befestigt, bedarf zum Verdampfen in der Bunsengasflamme bei 2300° 84,2 Sek.:
K_2CO_3 = 272, KJ = 29,8, KCl = 65,4, K_2SO_4 = 665,2, KBr = 41.
Daher die Flüchtigkeit dieser Salze, die des NaCl = 1 gesetzt:
K_2CO_3 = 0,31, KJ = 2,828, KCl = 1,288, K_2SO_4 = 0,127, KBr = 2,055.
Versuche mit Gemisch von Spektralsalzen: Welche leuchten zuerst, welche zuletzt? Bei demselben Metall entscheidet negativer Bestandteil!
(Vgl. u. bei Leuchtintensität ebenso!)

Leuchtintensität der Metallsalze in Flammen. **577**

Reihenfolge bei verschiedenen Metallen nach negativen Atomen resp. Atomgruppen: $NaClO_3$, NaBr, NaCl, Na_2CO_3.
Wichtig, ob anorganische oder organische negative Bestandteile (s. o. bei Leuchtdauer). Organische geben u. U. Kohleabscheidung!
Vergleich der Rotintensität bei Salzen von: Li, Rb, Sr.
(Dabei wieder Sr-Oxalat am besten.)
Erhöhung der Intensität durch bestimmte Zusätze, z. B. von Milchzucker zu Signalsätzen. (580.)
Bei Cu-Salzen wird Farbe grün, wenn man Cu-Salze mit Kristallwasser nimmt (aber s. 576 Farbe der Cu-Salze?).
Welche Empfindlichkeit? Welche kleinsten Metallmengen können spektroskopisch erkannt werden? (Nach Noddack alle Elemente in allen Stoffen. Allgegenwartsanalyse.) Ermittlung von Verunreinigungen in Reinmetallen. (Frage weniger wichtig, weil hier nur Flammenfärbung selbst behandelt wird. Entscheidung hängt ab von Güte des Apparates.)
Erzeugung monochromatischen Lichtes. (575.)

578 Spektralapparate-Messung. Theorien der Spektralanalyse.

Farbenzerlegung durch Prisma. (Lichtbrechung s. 548.)
Spektralapparate (Glas, Quarz-Prisma), Gitterspektralapparat.
Hand-Fern-Spektroskop (Signalflammenbeobachtung).
Spektralphotographie. (U-V-Spektogramme.)
Quantitative Spektralanalyse (s. o. Metallverunreinigungen 577).
Swanspektrum der Flamme (s. 575).
Doppelspektralflammen nach Stock: Spektrum im inneren und im äußeren Kegel des Bunsenbrenners. (575.)
10^{-7} mm Wellenlänge = Angström-Einheit (A. E.).
Experimentelle Stützen folgender Theorien:
Spektrum und Atombau. Spektren freier Metallatome.
Spektren von Verbindungen (Oxyde anders als Chloride usw.).
Verschiedenartige Spektren unter elektr. Einfluß. (Temperatureinfluß.)
Zeemann-Effekt — Magnetoeffekt. (529.)
Zunahme der Linien im periodischen System von I—VIII.
Spektren unter Druck werden Bandenspektren (s. 575).
Verzeichnis der verschiedenen Spektren.
Aschenspektrum (031).
Kosmische Spektralanalyse, Kosmospektographie.
Aufbau des Planetensystems, Planetenatmosphären. (993.)

579 Absorptionsspektren.

Zustandekommen der Absorptionsspektren.
Verschlucken von Licht bzw. von bestimmten Farben. Colorimetrie.
Absorptionsflüssigkeiten — Beers Gesetz. (933.) Allgemeines bzgl. Farbe. Mischfarben s. 549, 585.
Vgl. dazu: Aussehen von farbigen Gegenständen, z. B. Blumen, in gefärbtem Licht, z. B. im Na-Licht; im Na-Licht sieht Kristall von Bichromat farblos aus. (Vgl. dazu: Z. f. physikal. Chemie, 57, 641 [1907]).
Teil des hierbei absorbierten Spektrums.
Absorbierende Gläser: Co-Glas, andere Farbgläser. (549.) Mattierte Co-Gläser.
Didymgläser, Neophan-Neodym-Sonnenbrille (549).
(Geheimsignale von Beckmann.)
Absorptionsspektren: Umkehrung der Na-Linie.
Versuchsapparaturen.
Polarisationsspektren. Zeemann-Effekt. (578.)
Kosmische Spektralanalyse (Dopplers Prinzip). (742.)
Temperaturmessungen z. B. bei Explosivstoffen versucht. (719.)

58 Buntfeuerwerkerei. Bengalisches Feuer. Signalpatronen.

Bei diesen Sätzen wird nicht eine schon vorhandene Flamme gefärbt, sondern es entstehen beim Verbrennen der Sätze hohe Temperaturen, meistens keine Flammen, sondern nur Glühtemperaturen, bei denen die betr. Spektralsalze zur Aussendung ihres Spektrums veranlaßt werden.

580 Herstellung der Buntfeuersätze.

Fundamentalsätze. Zwischensätze. Hauptsätze.
Bei der Vormischung Herstellung größerer Mengen, weil ungefährlicher, bei den Fertigsätzen nur kleine Mengen auf einmal verarbeitet (vgl. Zündsätze).
Zu der Mischung von Oxydator + Passivbrennstoff + Bindemittel gewöhnlich noch Milchzucker (577) zur Farbintensitätserhöhung. Welche anderen Stoffe — Zuckersorten, Kohlehydrate usw. — wirken ähnlich?
Sonstige Zusätze bzw. Fabrikationsmethoden: Schwenktrommel! (s. 560). Beutelmischer.
Beispiele für Farbsätze:

Rot:	Gelb:	Grün:
5 $KClO_3$	4 $KClO_3$	8 $BaCl_2O_6$
2 Sr-Oxalat	2 KNO_3	1 Schellack
1 Schellack	2 S	1 Mg
	1 Na-Oxalat	(Unterschied, ob $BaCl_2O_6$
	1 Mg	oder $BaN_2O_6 + KClO_3$?)

Verdichtungsmethoden der Sätze, Herstellung der Signalpatronen. **581**

Unterschied gegenüber den Weißlichtsätzen? (561.)
Schlagen der Sätze in Ladestöcken (Hülsenmaterial? Zn?).
Stopfen der Sätze. Explosionsgefahr: adiabatische Kompression der miteingeschlossenen Luft? (Vgl. Nitrokörper.) (786, 796.)
Pressen der Sätze. (Erweichen des Schellacks?)
Preßdruck bei den Signalpatronen: Bis zu welchem Maximaldruck kann gepreßt werden, unbeschadet des Funktionierens beim Abschuß?
Einlaborieren in Patronenhülse. Seiten-Rillenanfeuerung. Pulverluntenfäden. Verzögerungszündung. Anbrennen an Kulminationspunkt. (561.)

Physikalische, chemische Eigenschaften der Buntfeuersätze. **582**

Lose Sätze, gepreßte Sterne.
Aussehen, Farbe.
(Korngrößenmessung loser Sätze.) Dichte. Maximalpreßdichte.
Hygroskopizität (s. u.).
Chemische Analyse.
Lagerbeständigkeit gegen CO_2 der Luft, gegen Feuchtigkeit, mit der u. U. Sätze reagieren?
(Gefahr der Selbstexplosion?

Thermisches Verhalten. Zündung: Zi-Za-Versuche. **583**

Thermische Zersetzung (Tropenlagerung — bengalisches Feuer!) (s. Einzelstoffe).
Zi-Versuche: Erhitzen im Reagensglas. Verpuffungstemperatur.
Sensibilitätsprüfung: Verhalten gegen Schlag, Stoß, Reibung (ev. Explosion der Sterne beim Abdrehen auf Drehbank — s. 563).
Stoßentzündung beim Abschuß. Prüfung auf Stabilität beim Abschuß! (s. 563.)
Initiiermöglichkeit: Sätze explodieren bei Sprengkapselzündung.
Za-Versuche: Zdg. durch offenes Feuer — Zündholz, Zündschnur.
Besondere Laborierung mittels Schw.-P.-Anfeuerung (herumgelegte Pulverluntenfäden).
Knall beim Rückfall auf Erde — Prallzündung (s. 563).

Brennweise. Brennzeit. Wärme, Temperatur. Leuchtintensität. **584**

Abbrennen der losen bengalischen Feuer, der Signalsterne.
Einfluß des Preßdrucks bzw. der Dichte.
U. U. Explosion des Sterns beim Abschuß! (583.)
Flugbahn des geschossenen Sterns: besondere Bahn (s. 832). Stern soll noch brennend zur Erde kommen!
Erreichte Steighöhe!
Wärmewerte: Verbrennungswärme (nicht so hoch wie bei weißen Sternen wegen des Fehlens von Al, Mg).
Verbr.-Temperatur: Messung, Berechnung.

Helligkeit. Leuchtintensität.

(s. Helligkeitsmessungen!) (549.) Verhalten des Auges bei Buntlicht.
Schnelligkeit der Messung! (Vgl. allgemein Mischfarben 549, 579.)
Unterschied, ob Buntlicht in der Nacht oder am Tage gesehen wird. Erkennungsmöglichkeiten des Buntlichts auf bestimmtem Hintergrund: hell oder dunkel. Auge ermüdet durch starke Farbeindrücke, wird empfindlich für Komplementärfarbe. (549.)
Rote Farben im roten Licht: $K_2Cr_2O_7$, rote Blumen neben Licht von Sr-Sätzen usw. (549.)

Blau am schlechtesten wahrnehmbar.
Zusatz von Al, Mg zu Sätzen vermindert Farbintensität: Zwar ist Temp. erhöht, aber auch Weißlicht ist vorherrschend! Beim Mitabbrennen der Hülse Lichtverdunkelung?
Ca-Flamme sehr rot neben Grün, ebenso umgekehrt; Rot wirkt neben allen Farben. Grün am besten neben Rot, gut neben Gelb, schlecht bei Weiß, ungeeignet neben Blau. Gelb neben allen Farben schlechter als Rot. Weiß verliert am wenigsten neben anderen Farben (rot-weiße Eisenbahnschranken).
Gelb besonders im Nebel (s. Autolicht). (508, 575.)

585 Verbrennungsprodukte der Buntfeuer.

Rauch, Asche, Schwaden. (Rauchstörung des Lichtes wie bei 561.)
Fast gleiche Stoffe in Rauch und in Asche.
Sinteraschen. Untersuchung wie bei Kohlenaschen. (031.)

586 Friedensbuntfeuerwerke. (Land-, Wasserfeuerwerk.)

Feststehende Feuerwerke (s. bei Weißfeuerwerken!). (567.)
Kombination aller möglichen Sorten!
Buntleuchtfeuer (540, 547).
Luftbuntfeuer, Landefeuer (Flugzeuge).
Feuerwerkskörper mit buntem Sprühfeuer (567).

587 Friedensfeuerwerkskörper (Buntlicht) mit Bewegung beim Abbrennen.

Gradlinige Bewegung bei brennenden Buntfeuerwerkskörpern.
Krummlinige, Kreisbewegung bei brennenden Feuerwerkskörpern (s. 567).

588 Kriegsfeuerwerkerei mit Buntfeuer.

Signalpatronen mit einfachem Stern, Doppelstern, Mehrfachsternen.
Ausstoßen von Sternchen.
Granatsignale:
Granatwerfer, Signalwerfer (fester Einbau, Rückstoßwirkung s. Raketen 820).
Einzelsterne — verlangte Brenndauer = 8 sec. Schußwinkel 60—70°. Steighöhe = 250 m.
Granatsignale mit Doppelstern bzw. Sternbündel.
(Vorsicht: Herunterfallende Teile!)
Hochsteigende Granatsignale mit besonderem Granatwerfer verschossen 871 (starker Rückstoß). Steighöhe = 400 m, Sternbündel mit 12 Sternen mit je 6 sec Leuchtdauer.
Signalbomben bei Übungen als Ersatz der Granatsignale. Verschossen aus Abschußrohr für Signalbomben. Zeit- + Moment-Zündschnur; erstere, von Treibladung gezündet, brennt 10 sec bis zum höchsten Punkt der Bahn. Steighöhe 200 m.
Signalpatronen mit Fallschirm? (Kaum, da nur momentane Signale gegeben werden sollen!)

589 Besondere Buntfeuerwerke.

Kleine Sprengkapselkörper, die erst rot, dann grün brennen sollen.
Füllung: Besondere Ringnitroverbb.! (s. 379). (837.)
Buntsätze mit Raucherzeugern: Gegen unbewölkten Himmel, Sonnenlicht.

59 Lumineszenz = Kaltleuchterscheinungen.

590 Fluoreszenz.

Bei Belichtung von Lösungen Abspaltung freier Elektronen, die sofort in der Lösung zurückspringen. Daher Licht in Aufsicht anders als in Durchsicht. Stokes Regel: Das ausgestrahlte Licht ist langwelliger als das eingestrahlte! Geht Sonnenstrahl durch zwei hintereinandergeschaltete Fluoreszenzlösungen, dann fluoresziert zweite nicht!
Fluoreszenz (entspricht dem Kombinationston in der Akustik): Andere Farbe in Aufsicht als in Durchsicht: (Flußspat, Fluoreszein, Chininlösg., Chlorophyll, Petroleum, Didymglas) Oberflächenschimmer. Fluoreszenzlicht strahlt nach allen Rich-

tungen, nicht nur in Richtung des einfallenden Lichtstrahls. (Tyndallkegel). (932.) Fl. liegt meistens im sichtbaren Spektrum; einige Benzolderivate zeigen sie im Ultraviolett, im Ultrarot noch nicht beobachtet. Entsteht nur, wenn das einfallende Licht Schwingungen besitzt, die das Medium absorbieren kann.

Durch größere oder geringere Durchlässigkeit der Löss. wird spektrale Beschaffenheit des erregenden Lichtes beeinflußt. Lösungsmittel: Diphenylpyron in alkohol. Lösg. nicht fl., stark in konz. H_2SO_4.

Fl. und Ionisation: Ionen können fluoreszieren; die Fl. des Ions meist intensiver als die der undiss. Substanz. Durch Verdünnung steigt Fl. zuerst an, dann fällt sie. (Maximum der Ionisation nachweisbar.) (Ionenfluoreszenz beim 2-Methyl-3-aminochinolin = Säureindikator!) Fl. von $^n/_{500}$ Eosin durch Säuren und starke Alkalien vermindert, erhöht durch Verdünnung und Zusatz schwacher Basen. Vorwiegend konstitutive Eigenschaft; denn Fluorophore durchweg 6-gliedrige heterozyklische Kerne. Diminoflor (vermindernd) Alkyle, bathoflor (nach längeren Wellen verschiebend) Halogene.

Fluorogene Gruppen! (Fluoreszein, Eosin, Rhodamine, Chlorophyll.)

Fluoreszenz unter Einfluß des Tageslichtes (verschiedene Farbe).

Fluoreszenz unter Einfluß unsichtbarer Strahlen: ultraviolettes Licht. (494.)

Röntgenstrahlen, Radiumstrahlen. (Fluoreszenz des Glases.)

Ultrarotes Licht?

Aggregatzustand der fluoreszierenden Stoffe! Lösungen.

Kristalle (Zn-, Ur-Verbb.).

Feste Lösungen, wie Glas usw. Fluoreszierende Stoffe in Gelatine.

Temperatureinfluß; Fluoreszenzen bei flüssiger Luft.

Fluoreszenz gebunden an Ringstruktur! (Ketten fluoreszieren nicht.) (s. 591.)

Übergang zur Phosphoreszenz: Bei tiefer Temp. fluoreszierende Stoffe beginnen schon nachzuleuchten, ebenso Stoffe, die in Gelatine fluoreszieren!

Nordlichterscheinung! (508, 573.)

Auslöschung von Fluoreszenz durch Nitrokörper 359. (904.)

Phosphoreszenz. **591**

Nachleuchten nach Vorbelichtung. Aggregatzustand (vgl. 519).

Vorbelichtung mit sichtbarem Licht (Farbe), mit unsichtbaren Strahlen: U-V-Licht, Röntgen-Ra-Strahlen, ultrarotes Licht.

Viele Dämpfe leuchten im Teslalicht!

Durch Belichtung wie bei Fluoreszenz Abspaltung freier Elektronen, die hier langsam zurückspringen, da festes Lösungsmittel hindert, jedenfalls so lange, als Belichtung erfolgt. Erst im Dunkel Zurückspringen der Elektronen, daher Nachleuchten im Dunklen.

Anorganische Phosphore. (Sulfide.) Erdalkaliphosphore.

Organische Phosphore (Borsäurephosphore). (Nur Ringe, keine Ketten! s. Fluoreszenz!)

Untersuchungsmethoden. Phosphoroskop.

Lumineszenzanalyse.

Donans Reaktion mit Bi, Mn.

Luminographie.

Anwendung: Hausschilder. Phosphoreszierende Lacke, Golfbälle.

Leuchtuhren. Radium-, Röntgenphosphoreszenz. (Verwendung von Radium-Mesothorium-Präparaten.)

Lix-Leuchtfarben. Quarzlampenphosphoreszenz. (494.)

Kathodische Phosphoreszenz: Werden seltene Erden im luftleeren Raum unter Einfluß von Kathodenstrahlen gebracht, so leuchten sie auf. Spektrum zeigt charakteristische Linien. Vollkommen reine Erden zeigen diese Phosphoreszenz nicht, minimale Verunreinigungen mit anderen Erden genügen, um die Erscheinung hervorzubringen. Optimum der Wirkung meist bei Beimischung von 1 bis 0,1%. Einerseits im Verschwinden der Phosphoreszenz ein Anzeichen, daß die betreffende Erde rein ist, andererseits dient das charakteristische Phosphoreszenzspektrum zur Erkennung gewisser Erden.

592 Triboluminescenz.

Kristallolumineszenz: Lumineszenz durch Reibung: (593).
Alle möglichen Gruppen von Stoffen, z. B. Sulfate.
NH_4Cl auf geschmolzenem $NaNO_2$ (s. Nitritexplosionen 274).
Kristallisation von Arsenik, Zucker usw.
Ca. 30 % aller organischen Stoffe zeigen Triboluminescenz. Salophen.
Bestimmte Konfigurationen!

Turbolumineszenz: Lumineszenz durch Schlag, Stoß, Reibung:
Alkalimetalle, Mg, Al (s. Kalium-Stoßexplosionen). (398, 429.) (593.)
$KClO_3$. Sr-Bromat.
Zucker beim Zerschlagen.
Frische Schnittflächen bei K, Na lumineszieren. (597.)
Hg leuchtet beim Schütteln im luftleeren Glas.

Lumineszenz bei Modifikationsänderung:
P_2O_5, ebenso Arsenik beim Erstarren aus der Schmelze.
Gadolinit.
(Allgemein gehören hierher die Stoffe, die auch beim Kristallisieren lumineszieren!)

593 Thermolumineszenz.

Lumineszenz durchweg durch Temperaturerhöhung verringert. (Aber Reibungserscheinungen werden bei Temperaturänderungen stärker? Triboluminescenz. 592.)
Abkühlung, am besten mit fl. Luft, verstärkt.
Ätherdampf, Öldampf, Schwefeldampf leuchten unter 360°.
(Hier also gerade höhere Temperatur notwendig!)
Dampf von CS_2 leuchtet, wenn er gegen Platte von 230° geschleudert wird (bei 232° Entzündung; s. dort).
Halogene mit Azetylen bei höherer Temperatur leuchten. (Vgl. K-Stoßexplosionen!) (398.) (592.)

594 Lumineszenz bei Bildung von Alkalihalogeniden.

Habers Reaktionen.
Berechnung der Dissociationsarbeit.
Aktiviertes Halogen? Anregung von Spektren durch chem. Reaktionen (s. u.).

595 Kaltlicht echter Gasreaktionen.

Ozon und Kohlenoxyd.
Anregung von Spektren durch chem. Reaktionen (s. eben!).

596 Lumineszenz bei Oxydation von Phosphor, Phosphorverbindungen.

Lumineszenz besonders ausgeprägt in N-Gruppe des period. Systems.
Lumineszenz bei Schriftzügen des weißen P auf der Tafel. (Langsame Oxydation.)
Sichtbarkeitsdauer auf verschiedenen Materialien.
Helligkeitsunterschiede auf verschiedenen Materialien.

Verstärkung, Abschwächung, Verhinderung des Leuchtens:
Einfluß des Sauerstoffs (reiner O verhindert).
Einfluß des Drucks (vgl. 164). Einfluß der Temperatur (in Kälte verschwindet Leuchten). Einfluß von Feuchtigkeit.
Periodisches Leuchten (Leuchtkeime?).
Ionisierung der Luft (s. Flammenionen). (719.) Mischung mit Vaseline ionisiert (s. auch bei P-Oxyden Ionisierung). (518.) Emanation?
Andere Mischungen mit P.
P wird im elektrischen Felde stärker oxydiert.

P in Lösung:
P-Lösung in CS_2, in Ölen, lumineszieren ebenfalls. Andere Lösungsmittel, Terpentinöl!
Sichtbarkeitsdauer der Lumineszenz. Einflüsse wie oben!
Kühle Flamme: Smithells P-Nachweis nach Mitscherlich. Oxydationserscheinung!
Leuchterscheinungen bei P-Oxyden:
Trioxyd lumineszieren (Hofmann, 241). Andere P-Verbindungen?

Lumineszenz bei Verwendung besonderer Oxydationsmittel: P-Oxydation in Eisessig mittelst Superoxyds!

Lumineszenz bei Oxydation anorganischer Stoffe (außer P). Aktiver Stickstoff. **597**

Beim Erhitzen von Al mit N-Arten tritt bei Anwesenheit von Si-Spuren Lumineszenz auf. (Hofmann, 472.)

Graues As oxydiert sich bei 200° unter Lumineszenz. (Hofmann, 253.)

Lumineszenz von Borstickstoff. (Hofmann, 364.)

K, Na leuchten bei Oxydation an Luft. (Schon von Davy beobachtet. Hofmann, 413.)

Am besten sieht man dieseErscheinung, wenn man die flüssige Legierung von K-Na, an Luft in Tropfen ausgegossen, der Oxydation überläßt. (592.)

BaO, BaS + HNO_3 leuchten im Dunkeln.

Aktiver Stickstoff (Strutt) Lumineszenz als Unterschied gegen gewöhnlichen Stickstoff. (013.)

Lumineszenz bei Oxydation organischer Stoffe. **598**

Oxydation an Luft wie bei anorganischer Lumineszenz genügt hier meist nicht, Oxydation mittelst Superoxyde.

Siliziumchloroform verglimmt beim Erhitzen an der Luft mit Lumineszenz.

Lumineszenz bei Oxydation ungesättigter Si-Verbb.: Silicone!

Organo-Mg-Verbindungen.

S-Verbindungen.

Lophin, Amarin.

Phenolreaktion nach Trautz (Variationen!).

Dimethyldiacridiniumsalze nach Gleu.

3-Aminophthalsäurehydrazid (Gleu) (Ankurbelung der Reaktion durch Blut, Pentacyan-Verbindungen). (991.)

Biolumineszenz. **599**

Auch hier Oxydationserscheinungen? Lumineszenz nur so lange, wie O vorhanden ist. Lebende chemische Umwandlungen! Hier scheint chemische Energie direkt in Licht überzugehen, ohne erst Wärme zu entfalten.

Wirkung des Fermentes Luciferase. (Luciferin.) (973, 992.)

Leuchttiere:

Leuchtkäfer, Glühwürmchen, Feuerfliege.

Meeresleuchten durch Muschel Pholas, noctiluca miliaris. Krebs cypridina.

Haut-Federleuchten.

Leuchtbakterien nach Molisch:

Faulendes Fleisch, besonders Fisch. Leuchteier.

Leuchtbakterien auf faulendem Holz (Pilze).

Leuchtende Pflanzen? Frasinel = Eschenwurzstaude.

Orientalischer Mohn (nicht verwechseln mit St. Elmsfeuer auf Pflanzen!).

Aufhebung der tierischen Lumineszenz durch CO_2, N, Narkotika.

Photokatalysatoren beim Menschen:

Cholesterin, Eiweißstoffe durch Belichten verändert, Löslichkeit, Unlöslichkeit (Vitaminbestrahlung?).

Cholesterin und Krebs? (998.)

Photographische Platte auf menschlichem Körper, besonders auf Frauenkörper.

Lumineszierende Menschen?

Licht und Wärme. Lichthunger. Licht als Krankheitserreger. (999)

Farbe und Wärme. Hautfarbe. (972.) Höhensonnentherapie (s. 999).

Physikalische Momente bei der Verbrennung. 6

Kalorimetrie von Brenn-, Schieß-, Sprengstoffen. 60

Kalorimetrie fester, flüssiger Brennstoffe. Volumen konstant. 600

Apparatur: Kalorimeterbombe. (Berthelot-Mahler-Kroeker.)
Temperaturmessung. (Abkühlungsgesetz? (Vgl. 719.)
Wasserwert. Einfluß der Anfangstemperatur?
O-Zuführung: Unterschied, ob an Luft oder an O verbrannt wird!
Welcher Gesamtdruck wird bei der Verbrennung entwickelt? (Anfangsdruck des O, Drucksteigerung d. Wärme.) (Verbr. unter O-Druck-Explosion? 150, 610.)
Mikrobombe.

Kalorimetrische Werte bei konstantem Druck. 601

Apparative Änderungen gegenüber 600?
Verhältnis der Kalorimeterwerte bei konstantem Druck, bei konstantem Volumen! (Vgl. 719.)

Geschwindigkeits-Zeitmessung bei Kalorimeterbestimmungen. 602

Mit welcher Geschwindigkeit geht Verbr. im Kalorimeter vor sich?
(Thiele: Z. angew. Chemie 1900, 607.) Benedickt-Fletcher: Verbrennungsgeschwindigkeit u. Druckentwicklung in kalorimetrischen Bomben. Chemiker-Ztg. 1907, Rep. 401.)
Kalorimeter mit Fenster (bei Sprengstoffversuchen), um durch Feuerbeobachtung Dauer der Verbrennung zu messen!

Gaskalorimeter (Junkers). 603

Apparatur: (Größere Fehlerquellen als bei obigem Kalorimeter.)

Andere Kalorimetermethoden. 604

Flammkalorimeter. (Rumfords Versuche.)
Strahlungskalorimeter.
Zwillingskalorimeter.
Vakuumkalorimeter (625).
Kalorimeter zur Bestimmung brennbarer Gase in Bodenluft. (036)
Kalorimetrie bei Lebewesen (vgl. Wärmehaushalt des menschlichen Körpers). (s. 999.)

Wärmetönungen aus bestimmten Stoffeigenschaften. 605

Wärmetönung aus Ergebnissen der chemischen Analyse (s. Elementaranalyse mit Kalorimeterbombe). (239.)
Wärmetönung aus optischen, elektrischen Stoffeigenschaften. Vgl. Ermittlung der Konstitution aus Verbr.-Wärme, z. B. bei Chlorophyll! (628.)

Kalorimetrie von Mischungen aus Aktiv- + Passivbrennstoffen. 606

(Zumischung von O wie sonst nicht notwendig!)
Gemische von Passivbrennstoffen mit Stoffen, die nascierenden Sauerstoff abgeben: Nitrate, Chlorate, Chromate, Permanganate usw.
Besondere explosive Gemische:
Schießmittel (Schw.-P.).
Sprengmittel (vgl. Energieinhalt der Sprengstoffe — Brisanz).
Zündmittel.

Feuerwerksmittel.
Welche Werte werden erhalten, wenn diese Stoffgemische trotzdem unter Zumischung von Sauerstoff im Kalorimeter verbrannt werden?
Gemische von Passivbrennstoffen mit Halogenen, S, P usw.

607 Kalorimetrie von Verbindungen aus Aktiv- und Passivbrennstoffen.
Brennstoffe.
Schießmittel (rauchschw. P.).
Sprengmittel (Nitroverbindungen).
(S. besonders bei Energieinhalt der Sprengstoffe — Brisanz.)
Zündmittel (Fulminate, Azide s. 608).
Feuerwerksmittel.
Ist es dabei gleichgültig, ob Kalorimeter Luft, O enthält, oder luftleer gepumpt wird?

608 Kalorimetrie von thermexplosiven Stoffen (exothermer Zerfall).
Fulminate, Azide. Diazoverbindungen usw. (S. Brisanz!)
Gleichgültig, ob Kalorimeter dabei O enthält oder luftleer ist?

609 Kalorimetrie, verbunden mit Thermometrie.
Kalorimeter mit Thermoelement. Schmelzreaktion bestimmter Stoffe im Kalorimeter beobachten, z.B. von Platin bei Explosivstoffen. (Cranz, Bd. II, 57.) (s. 719.) (635.)
Verwendung eines Platinthermometers. Z. phys. Chemie 53, 2, S. 153, 1905; 54, 4, S. 428, 1906. Fischer-Wrede, Ber. d. preuß. Akad. d. Wissensch. V S. 129, 1908.
Thermoelektrische Messungen der Explosionstemperatur bei Verbrennung von Pulver in einer Bombe nach Macnab-Ristori, wobei Thermoelement eingeführt und Ausschlag eines ballistischen Pendels photographisch fixiert wird. (Cranz III, 185.)
(Proc. Roy. Soc. 66, 221 [1900]).

61 Materialzerstörung bei Verbrennungen (unter Druck).

Wirkung auf unbrennbare Stoffe! (Z. Teil dunkle Verbrennungen?) (Vgl. bei Eisen 029, ferner unter Ballistik.)
(Druck und Temperatur sind entgegengesetzte Faktoren?)

610 Ausbrennung in Kalorimeterbomben.
Kalorimeter gegen Ausbrennungen geschützt durch Emaillieren, Platinieren, V2a-Stahl usw. Explosionen bei kalorimetrischen Versuchen.
Ausbrennung besonders durch überschüssigen Sauerstoff in der Bombe, vor allem bei Auftreten heißer Stichflammen oder bei Explosion in der Bombe. (150, 600, 606.)
Nachrosten, wenn ev. die gebildete CO_2 auf das Material einwirkt!
Dazu Versuche mit anderen Explosionsgefäßen, in denen eine einmalige Explosionsausbrennung stattfindet.

611 Ausbrennung bei Dauerverbrennung oder -explosion. Motorausbrennung.
Hier handelt es sich um schnell aufeinanderfolgende Verbrennungen bzw. Explosionen im Gegensatz zu einmaligen im Kalorimeter. (610.)

612 Ausbrennung enger Öffnungen durch Explosionsgase.
Nobels Versuche: Explosionsgase während der Explosion durch enge Öffnungen treten lassen; die dabei erhaltenen Erweiterungen werden dann gemessen.
Erschließung der Explosionstemperatur (719).
Neigung zu Ausbrennungen bedingt durch Höhe der Temperatur und Bewegung der Gasmassen. (Jb. Mv. 1895, 53.)
Ebenso Bestimmung der Widerstandskraft des Materials. (890.)

613 Ausbrennung bei Explosionsversuchen.
Ausbrennungen bei Sprengkapselversuchen auf Metallplatten: Sprengungen darauf bei Abnahme. (771, 772.)
Sprengungen auf Bleiplatten und in Bleizylindern. (771. 773.)

Ausbrennungen im Trauzl-Block (besonders bei Ammonalen!). (773.)
Ausbrennung bei Versuchen mit Neumannschen Hohlsprengkörpern. (786.)
Änderung des Gefüges bei Sprengungen auf Messingplatten. (892.)
(Vgl. mit Ätzung durch Salpetersäure. Variationen: Ätzung durch Salpetersäure unter Druck!)

Wärmeabgabe bei Schußwaffen. **614**

Versuchsanordnung nach Art der Kalorimeterbombe! (Ohne, mit Projektil!)
Versuche betr. Wärmeübergang an Lauf beim Schuß mit Projektil! (s. 606 und Ballistik.)
Rumfords Versuche: Aus Musketenlauf ohne, mit Kugeln geschossen. Größere Erwärmung des Laufs festgestellt, wenn ohne Kugel geschossen war. Grund: im anderen Fall muß eine bestimmte Energie für Vorwärtstreiben des Geschosses verbraucht werden. (Anm.: Wo bleibt Reibungsenergie, die das durch den Lauf getriebene Geschoß ausübt?) (Vgl. dazu Ostwalds Versuch!)
Temperaturerhöhung des Laufs während des Schießens.
Temperaturverteilung längs des Laufs. (Cranz II, 226, 232.) (476.)
Dazu: Energie der Translationsbewegung des Geschosses an der Mündung. Energie der Rotationsbewegung des Geschosses. (842.)
Wärmeübertragung durch bewegte Geschosse (665).

Rohrausbrennung bei Waffen. Korrosion, Erosion. **615**

Ausbrennungen in Waffenrohren durch hohe Temperaturen, durch auftretenden Druck (entgegengesetzt?) und durch entwickelte Gase. = Erosion + Korrosion. (Cranz II, 155.) (Cranz III, 185.)
Ausbrennungen besonders am Beginn des gezogenen Teils. (Übergangskegel!) Verzunderung (s. 029). (607.) (476.)
Anwachsen fast proportional mit Verbrennungswärme des Pulvers: Ngl-P. gegen Nc-P.
Eisennachweis in Schußgasen (Siwy): Aus 28 cm-Geschütz gehen mit jedem Schuß ca. $^1/_3$ kg Rohrmetall in Luft! (Nachweis des Metalls in Schwaden?)
Vielleicht Entkohlungsvorgang auf den Stahl der Rohrwandung durch CO_2 der heißen Verbrennungsgase? Verhinderung durch C-Zusatz zum Pulver?
Gasabsorption im Rohr kommt kaum in Frage.
N-Aufnahme und Aufkohlung im Rohr. Martensitbildung dabei. (V. d. I. 1935, 1329.)
Untersuchung aufgeschnittener angefressener Rohre. Apparat zur Rohrinnenuntersuchung. Jb. Mv. 1900, 104.
(Vgl. Aufbauchung durch Rohrkrepierer.) (808, 876.)
Versuche zu Korrosion.
Versuche zu Erosion (s. erosionsfreie Zündhütchen 477).
Waffenkorrosion als Kaliberweiterung durch zu häufiges Reinigen der Gewehre. Vorkehrung: Besondere Wischer.

Korrosion, Erosion bei Waffen infolge von Dauerbeschuß. **616**

Im Kriege Dauerbeschuß z. B. von Maschinengewehren.
Glühendwerden der Waffe: In diesem Zustande ist Ausbrennung anders als vorher.
Lebensdauer der Gewehre größer, weil Durchlaufstrecke kleiner als bei Geschützen. (801.)

Methoden zur Verhinderung von Waffenausbrennungen. **617**

Besondere Materialien für den Waffenstahl: Stahl der Waffe wäre unangreifbar, wenn er aus Nirosta-Stahl bestünde. (Neben der Rostsicherheit auch Erhaltung der Härte bei der hohen Temperatur, wie beim Schnelldrehstahl. Zusatz von Mo, Wo usw.) Besonderer Gewehrstahl, besondere Munition, besondere Zündhütchen. (Jb. Mv. 1903, 100.)
Bronzegeschütze?
Zündhütchenzusätze korrosions-, erosionsfrei (s. 477).
Zusätze zu Pulvern, um Verbrennungstemperatur herunterzusetzen. (Versuche von Muraour.) Vaseline, Fett, Kampfer. (Kast 95.)
Zusatz von Grafit im Rohr (Cranz II, 159). (801.)
Besondere Materialien für die Führungsbänder, um Zerschneiden der Züge bei der hohen Temperatur zu verhindern! (807.)

618 Reiboxydationsversuche zur Erklärung der Ausbrennungsvorgänge.

Wesen der Reiboxydation.

Versuchsanordnung. (Rotrost, Bluten. Elektrotechn. Zeitschr. 1936, 1245.)

Nur für Eisensorten.

Für andere Metalle.

619 Okklusionstheorie zur Erklärung der Ausbrennungsvorgänge.

Wesen der Okklusion — Versuche:

Gasdurchlässigkeit der Metalle für Gase bei hohen Temperaturen. (786. 980.)

Eindringung von Metallstaub in Metalle vgl. Sherardisier-Verfahren! (645. 966.)

Theorie fester Lösungen.

Vgl. Verbrennung und Lösetheorie. (623.)

Verbrannter = überhitzter Stahl — Gefügeuntersuchung.

Stahl verbrennt, wenn Erhitzungstemperatur sich dem Schmelzpunkt nähert.

Nachrosten bei Ausbrennungen — Versuche!

62 Momente zur Ergründung von Verbrennungshypothesen.

Verbrennungen gehören zu den thermischen Vorgängen, die nicht umkehrbar sind.

620 Besonderer Bau von Brennstoffen.

Anordnung der passiv brennbaren Elemente im periodischen System.

Bau und Brennkraft vgl. mit Bau und Viskosität 080.

Verbrennungshypothesen umfassen organische Brennstoffe = Kohlenstoffverbindungen.

Thermophore Gruppen? (Vgl. explodophore Gruppen bei Explosivstoffen! Aber dort ausgesprochener, soweit die Aktivstoffe mit im Molekül vorhanden sind.) (700.)

Da bei Kohlenstoffverbb. das ganze Molekül durchweg aus brennbaren Atomen bzw. Atomgruppen besteht, so dreht es sich nur um Atomanordnung, welche die Molekularstruktur für die Verbrennung lockert ode festigt! (627.) (899.)

Welche Substitutionsgruppen erhöhen Brennbarkeit, welche schwächen ab?

Haupt-, Nebenvalenzen. Kossels Valenzkräfte. Deckers System.

Halogene, Sulfogruppen, Aminogruppen, Nitrogruppen, Alkyl-, Alkylaminogruppen, Metallalkyle, Metallaryle.

Versuche mit Ketten-, Ringkörpern. Macromoleküle. Fadenmoleküle. (Staudinger. 088.)

Für beide gleiche Gesetzmäßigkeit?

Regeln für Ringkörper, die durch Zusatz von Kettengruppen erweitert sind.

Isozyklische, heterozyklische Ringe. Kondensierte Ringe.

621 Abbau der Kohlenstoffverbindungen beim Verbrennen.

Packt das Feuer an einzelnen Gruppen besonders an? (vgl. 168, 783). Welche Gruppen?

Vgl. bei Sprengstoffen: Ketten werden leichter gezündet, weil Feuer besser anpacken kann. Ringkörper zerfallen dafür mit größerer Detonationsgeschwindigkeit.

Spaltung der Ketten 10 mal schneller als bei Ringen. — Spaltung der Ketten am Ende, nicht in der Mitte. 153, 155, 156.

Vgl. hierfür Ergebnisse der thermischen Zersetzung!

Vgl. im 6-Eck Punkte, Seiten, Kanten (6-Eck ungenügend?).

Sind die etwa als auxotherm zu bezeichnenden Gruppen überall dieselben, bei Ketten, isozyklischen, heterozyklischen, kondensierten Ringen? Affinität.

(Vgl. mit Ehrlichs Seitenkettentheorie. Vgl. mit Entgiftungsreaktionen des lebenden Körpers!) (973.)

Molekularität der Verbrennungsreaktionen. (628. 769.) Wohls molekulartheoretische Vorstellung (783).

Prinzip von le Chatelier. (Mallard le Chatelier 201.)

622 Vergleich der Verbrennung mit oxydativem Abbau des Moleküls in Lösung.

Angriff von Passivbrennstoffen durch Oxydationsmittel in wässeriger Lösung?

Aboxydation von Seitenketten, z. B.: Bei Naphthalin wird ein einziger Ring zunächst oxydiert! (067.)

Entspricht diese Oxydation der Brennbarkeit genau? Wenn nicht, warum nicht?

Oxydation der C-Verbb. niemals elementar (nach Aufhäuser).
Elektrolytische Theorie der Oxydation. Oxydationsstufen.
Thermodynamik von Zwischenreaktionen.
Aktivierungsenergie. (787.)

Vergleich des Brennvorgangs mit Lösevorgang. **623**
Brennstoffe z. B. auf Rost vgl. mit Lösefiguren, die in einem Lösemittel an dem zu lösenden Stoff entstehen.
Lösefiguren an Kristallen (vgl. mit Ätzfiguren-Nitrokörper. (350.)
Stoffe zu Kugeln pressen (Kügelchen der Homöopathen). — Angriff derselben durch Lösungsmittel. Steinsalz schwer löslich! Einwirkung des Lösemittels unter Druck. Druckströmung!
Nach Piobert (Cranz II, 120) geht Verbrennung von Pulverkörnern vor sich wie Lösung eines frei hängenden Metallstückes in einer Säure (752), wobei die Zersetzung von allen freien Oberflächen her in der Zeiteinheit um den gleichen Betrag fortschreitet.
Feste Lösungen (619).
Reaktionen in festem Zustand (626). (V. d. I. 1936, 506.)
Ebenso Vergleich zwischen Löse- und Löschgeschwindigkeit.
Strömungsvorgänge (s. Wärmewellen, 665). Lawinenforschung.

Röntgendiagramme während des Verbrennens. **624**
Welche Veränderungen sind während des Brennens an dem Brennstoff festzustellen? Ebenso mit Explosivstoffen!

Besondere Rolle des Sauerstoffs, anderer Aktivatoren beim Brennen. **625**
Alle nascierenden Elemente gasförmig, weil sie im nascierenden Zustand den den Stoffen angemessenem Zustand, also den gasförmigen, einnehmen? Fluor hat wegen homogener Beschaffenheit der es einschließenden Ladungswolke wie alle 2atomigen Elementargase relativ große Aktivierung nötig, andererseits ist seine starke Affinität zu anderen Elementen für freiwilligen Reaktionsablauf ausreichend. Um Reaktionen mit F einzuleiten, ist, soweit Reaktionspartner nicht ausreichend polarisierende Moleküle haben, entweder Wärmebewegung der F-Moleküle zu verstärken, daß ihr Zusammenprall Aktivierung bringt, oder es sind polarisierend vermittelnde Fremdmoleküle einzuführen (Katalysatoren). Folge der Reaktionshemmungen: wenn Reaktion eingeleitet, wird F in rasch verlaufenden Reaktionen wirksam, veranlassen geringfügige Anlässe heftige Explosionen. (010, 120.)
Erklärung für den Verbrennungsvorgang von dieser Voraussetzung aus? (Vgl. Energieverbrauch beim Spalten des C-Moleküls in Atome? S. 628.) Vgl. Lavoisier 990.
Wie wirkt Über- oder Unterdruck bei Herstellung von nascierenden Elementen?
Verbrennungshypothese von Lavoisier (Stahls Phlogistonhypothese).
Brennen von O-haltigen Stoffen im luftleeren Raum: Ist Brennen von Stoffen, die O enthalten, also nicht auf Luft-O angewiesen sind, im luftleeren Raum möglich?
Art des Brennens, Brenngeschwindigkeit?
Besonders: Verbrennung, Explosion von Sprengstoffen im Vakuum. (Letztere explodieren z. T. mit großer O-Unterbilanz. 787.) (Vakuumkalorimeter 604.)

Kettenreaktionen. **626**
Wesen der Kettenreaktionen. Bodenstein-Bildg. von HCl aus H + Cl.
Kettenreaktion bei CO-Verbrennung (s. unvollständige Verbrennung). (628.)
bei Katalysen 425, bei biochemischen Percessen. 998.
beim Klopfen der Motoren. (166, 168.)
bei Explosionsvorgängen, Muraour-Haid-Schmidt. (700.)
Molekülstöße u. Reactionsakte. (629.)
Kettenabbruch (Explosionsverhinderung) durch Fremdstoffzusatz (inerte Gase), Wandwirkung. (169, 686, 861.)
Langmuir-Phasengrenzflächen (Absorption bei Katalyse). R-G-T-Regel (s. 629).
(s. Induzierte, gekoppelte Reaktionen 428.) (926, 934, 953.)
(Vgl. Clusius: Kettenreaktionen in Fortschr. für Physik, physikal. Chemie Bd. 21, Heft 5.) (s. 164, 596.)
Reaktionen in festem Zustand. (623.)

627 Bildungswärmen.

Energie, mit der die einzelnen Atome aneinander gebunden sind. (628.) (625.)
Verschieden, ob diese in Ketten oder in Ringen vorliegen.
Molekularer Bau und Bildungswärmen. Reaktionswärmen. Messung.
Berechnung der Bildungswärmen aus Verbr.-Wärme und umgekehrt.
Atomare Bildungswärme von Kohlenstoff.
Anwendung des Heßschen Gesetzes von der Konstanz der Wärmesummen (s. 628).
Schmelz-, Lösungswärmen (s. 640).
(Vgl. bezgl. Sprengstoffe Schmidt: Z. Sprengstoffw. 1934, Nr. 9, 10.)

628 Zersetzungs-Verbrennungswärmen. Explosionswärmen.

Umkehrung der Bildungswärmen, deshalb Berechnung möglich aus Bildungswärmen wie umgekehrt (s. 627). Heßsches Gesetz.
Verbrennungswärmen und periodisches System:
Elemente — Abhängigkeit wovon?
Verbindungen, anorganische, organische.
Demonstration des Heßschen Gesetzes (s. 627).
Folgerungen aus Gesetzmäßigkeiten!
Zerfall von C-Verbb.: Löseenergie der C-Bindungen. (Bildung von elementarem C dabei?) (628.) (625.)
Energie, mit der die C-Atome aneinander gebunden sind, folgt aus der Verbrennung: Verbrennung zu CO, dann zu CO_2; das zweite O-Atom liefert größere Wärmemenge als das erste (s. unvollständige Verbrennung). (626.)
Einwirkung von Druck auf Spaltung, z. B. von C bei Verbrennung: (625, 627.)
Dissoziation — Dissoziationswärme s. u.!
Über 4000° Zerfall in Elemente s. 637, 671. (996)
Verbrennungswärme von Isomeren:
Z. B. Ermittlung der Konstitution des Chlorophylls aus der Verbrennungswärme. (605.)
Erklärung, warum Äthylalkohol mit leuchtender Flamme brennt, während der isomere Dimethyläther leuchtend brennt? (535.)
Heizwertformel und ihre Diskussion. (201.)
(Vgl. dazu Schmidt: Z. Sprengstoffw. 1934, Nr. 9, 10.)
Explosionswärmen: Energieinhalt = Wärmemenge. (719.) (Bei chemischen Vorgängen wird Energie immer als Wärme gemessen.)
Wärme im Kalorimeter gemessen ist die gleiche wie die bei der Explosion auftretende, wenn dieselben Produkte entstehen.
(Vgl. dazu: Wärme der Nahrungsmittel im Kalorimeter dieselbe wie im tierischen Körper.) (999.)
Auftreten von Sekundärreaktionen bei Explosionen. Beachtung des Wassergasgleichgewichts sowie des Methangleichgewichtes! (s. 769.)

Explosionswärme, verglichen mit Verbrennungswärme von Brennstoffen:

1 kg	Nitroglyzerin gibt bei Detonation . .	1 470	Kal.
1 „	Pikrinsäure	900	„
1 „	Kohlenstoff (bei völliger Verbrennung)	7 860	„
1 „	Wasserstoff „ „ „	29 100	„
1 „	Benzol „ „ „	9 490	„

Bei inniger Mischung mit O geben diese Stoffe, explodierend:

1 kg	Nitroglyzerin	1470	Kal.
1 „	Pikrinsäure	900	„
1 „	Kohlenstoff + Sauerstoff	2140	„
1 „	Wasserstoff + Sauerstoff	3230	„
1 „	Benzol + Sauerstoff	2350	„

Werden die verfügbaren Energiemengen nicht auf die Gewichtseinheit, sondern auf die Raumeinheit bei 0° und 760 mm bezogen, so kommt das Übergewicht der Explosivstoffe zum Vorschein:

1 l Nitroglyzerin (spez. Gew. 1,6	2350	Kal.
1 l Pikrinsäure (spez. Gew. 1,74)	1560	„
1 l Kohlenstoff + Sauerstoff	4,1	„
1 l Wasserstoff + Sauerstoff	1,7	„
1 l Benzol + Sauerstoff	4,4	„

Thermodynamik. Mechanische Wärmetheorie. Gesetz von Erhaltung des Stoffes. **629**

Wärmehauptsätze — mechanisches Wärmeäquivalent. Freie Energie. Entropie.

R-G-T-Regel (s. 626). (400.) Temperaturkoeffizient $Q_{10} = \frac{k_t + 10}{k_t}$

k_t = Geschwindigkeit bei t° $k_t + 10$ = Geschwindigkeit bei t + 10°.

Bei $Q_{10} = 2$ bedeutet Temperatursteigerung um 100 ° die $2^{10} = 1024$fache Geschwindigkeit (vgl. Zündtemperatur). Änderung der Reaktionsgeschwindigkeit mit der Temp.: diese steigt in arithmetischer, jene in geometrischer Reihe. (Nicht durch Molekülstöße erklärbar, da sich dann einfache Proportionalität mit der Temperatur ergäbe. Für 1 ergäbe sich Zunahme der Molekularbewegung um 0,5%, während R. G. viel mehr steigt. Bei absolutem 0-Punkt Stillstand. (Pulsfrequenz steigt schneller als R. G. T. Regel verlangt; bei Bluttemperatur von 43° ist sie etwa 220 d. h. = 3facher normaler.) (Gewehrschuß geht noch los, wenn Gewehr auf — 190° abgekühlt ist; Mündungsgeschwindigkeit sinkt.) Bei Explosivstoffen ist $Q_5 = 2$, also Steigerung um $100° = 1024^2 = 1\,048\,576$fache Geschwindigkeit.

Wassersynthese aus Knallgas braucht, um 0,15 Vol % Kn. G. umzuwandeln:

bei 509° 50 Minuten,
bei 9° 450 Billionen Jahre,
bei 1009° 1 oktilliontel Sek. (Explosion).
} Übergang einer ruhigen Reaction in Explosion.

Lebensdauer eines Peroxyd-Benzin-Gemisches (276):
bei 80° = 15 Min.,
bei 35° = 7680 Min. (tatsächliche Explosion nach 6 Tagen = 8640 Min.).
Kinetische Gastheorie. (664.) (709.)
Zahl der Molekülstöße größer als die der Reactionsakte — mit Temperatursteigerung geändert. Verteilungssatz nach Maxwell-Boltzmann. (981.)
Kettenreaktionen. (626.)
Loschmidtsche Zahl. Molekülgröße. (920, 947.)
Zustandsgesetz. Poissons Gesetz. (163, 719.)
Quantentheorie. (646.) Elementares Wirkungsquantum. (548.).
Erhaltung des Stoffes bei Verbrennungen. (Versuche.)

Thermometrie. Temperaturmessung. 63

Intensitätsmessung an Stelle der Quantitätsmessung.

Ausdehnungsthermometer mit Flüssigkeiten. **630**

Hg: Meßbereiche. Fehlerquellen. (Längsdilatation usw.) Quarzglas.
Herausragender Faden. Zinckes Normalthermometer, Fieberthermometer (s. 999).
Kontakthermometer. (662.)
Zeitmessung: Nach welcher Zeit erreicht Thermometer bestimmten Punkt?
Thermometer bis — 60° aus Hg mit 8,5% Tl.
Loosers Doppelthermoskop.

Thermometrie durch Messung der Ausdehnung, Sinterung fester Stoffe. **631**

Spirale aus zwei Metallstreifen.
Grafitthermometer (Ziegeleien).
Meldometer: Substanz auf Platinband, dessen Ausdehnung gemessen wird.
Segerkegel, Materialzusammenstellung. (Silicate.) Größe, Dicke der Kegel.
Zeitmessungen.
Vgl.: Diamantenbildung im Kalorimeter bei Explosionsreaktionen! (898.)

632 Temperaturmessung durch Beobachtung von Schmelzreaktionen.

Schmelzen von Metallen. (Metallschmelzpunkt, Dicke des Metalls. Legierungen wie bei Segerkegeln.)

Schmelzen von organischen Körpern, um bestimmte Temperaturen anzuzeigen (z. B. bei 160° Benzanilid für Prüfung der Hitze von Bügeleisen usw.).

Schmelzen: Eisessig, Diphenyläther!

Zeitmessungen.

633 Farbenthermoskope (Farbpyrometrie).

Farbänderung bei bestimmten Temperaturen.

Jodverbindungen von Ag, Cu.

Einbettung in Acetylcellulosefilme.

Entfärbung von Jodstärke, ev. in verschiedenen Mischungen.

Zeitmessungen mit den Thermoskopen.

Fluorescenzthermoskop.

634 Temperaturmessung durch Manometrie.

Messung des Druckanstiegs von Flüssigkeiten resp. von Gasen in Manometern (Ausdehnung von Flüssigkeiten s. 630, von Gasen nach Gay-Lussacs Gesetz).

Thalpotasimeter-Druckmessung von durch Wärme ausgedehnten Dämpfen.

Gasthermometer.

635 Temperaturmessung durch Thermoelemente.

Material, Bau der Instrumente; edle, unedle Thermopaare. (Seebeck, Gülchers Säule!)

Meßbereich. Zeitmessungen. Flammentemperaturen. (525/6.)

Temperaturmessung im Motor (bei Detonationen Zeit zu kurz).

Kalorimeter im Thermoelement usw. (609.)

Fernthermometer.

636 Temperaturmessung durch Strahlungsmessung.

Gluttemperaturskala: Rot-, Gelb-, Weiß-, Blau-Glut. Flammentemperaturen. (525/6.) (510.)

Material, Bau der Pyrometer. Strahlungs-, Widerstandspyrometer. Pyroskop. Ardometer. Durchflußpyrometer. (505.)

Zeitmessung. Abkühlungsgeschwindigkeit der Instrumente.

Kompensograph von Siemens (s. 506).

Strahlungsempfänger-Bolometer. (665.)

637 Temperaturmessung mittelst Spektrogramm-Aufnahme.

Spektrogramm und Temperatur bei Entfaltung des Spektrums.

Flammentemperaturen. (525/6.) (510.) (Messung durch Linienumkehrung V. d. I. 1936, 1152.)

Versuche, auf diese Weise die bei Detonationen herrschende Temperatur zu bestimmen. Spektrum kontinuierlich? (Vgl. Versuche, das Spektrum von Spektralsalzen der Nitrokörper zu erhalten.) (s. 575.)

Über 4000° Elementzerfall! (s. 506.)

638 Temperaturmessung durch Radioaktivmateralien.

Alpha-Teilchen von einem Poloniumpräparat wird durch Lichtbogen gesandt, daraus Dichte des Gases im Lichtbogen bestimmt, daraus Ermittlung der Temperatur. (Wissensch. Veröffentl. des Siemens-Konzerns Bd. 10, 155; Bd. 12, 74.)

639 Temperaturberechnung aus Kalorienmenge und spezifischer Wärme.

Berechnung der Temperatur aus Kalorienwert (600) und spezif. Wärme (646). Berechnung für Brennstoffe. Wichtig besonders für detonierende Sprengstoffe, die mit großer Geschwindigkeit umgesetzt werden! (Spezif. Wärmen bei den hohen Temperaturen unsicher.) (719.)

Andere Berechnung der (Explosions)-Temperatur: Aus Geschwindigkeit der Detonationswelle (s. Stettb. 53). (719.)

Wärmemomente bezügl. Aggregatzustandsänderungen. 64

Schmelzvorgang. **640**

Wichtig bezgl. Verbrennung von schmelzbaren Feststoffen (s. dort). (s. 627.)
Volumänderung beim Schmelzen: Gesetzmäßigkeiten? Periodisches System? Nichtmetalle. Metalle. C-Verbb. (C selbst unschmelzbar?). Gemische dieser Stoffe.
Beweglichkeit der Schmelzen: leicht-, zähflüssig. Antimon auf Papier. (017, 503.) (Wichtig bezgl. Aufsaugbarkeit durch Dochte.)
Schmelzpunkte und Druck! Gesetzmäßigkeiten.
Schmelzpunkterniedrigung (vgl. Reinheitsprüfung bei organischen Substanzen). Molekulargewichtsbestimmung — Rasts Methode (Umkehrung von Gefrierpunktsbestimmung). (641.)
Geschwindigkeit, mit der Schmelzung erreicht wird!
Latente Schmelzwärme.

Erstarrungsvorgang. **641**

Umkehrung: Die beim Schmelzen aufgewendete Wärme muß beim Erstarren wieder zum Vorschein kommen.
Warum stimmt Erstarrungspunkt nicht mit Schmelzpunkt überein? (s. Abkühlungsgeschwindigkeit und Abkühlung). (670.)
Einteilung wie eben: Nichtmetalle. Metalle. C-Verbb. Gemische.
Abkühlungskurven — Haltepunktskurven (s. bei Abkühlung). (670.)
Raoults Gefrierpunktsgesetz. Bestimmung des Molekulargewichts. Rasts Methode. Konstanten. Welche Bedeutung haben die verschiedenen Konstanten der verschiedenen Lösungsmittel betr. Molekulargewichtsbestimmung für Verbrennlichkeit?
Impfen. Erstarrungs-, Kristallisationskeime! Erstarrungsdauer.

Siede-Verdampfungsvorgang. **642**

Verdampfung = Übergang einer Flüssigkeit in Gaszustand. (960.) (Wichtig für Brennflüssigkeiten.)
Bestreben der Moleküle, diesen Zustand als den naturgemäßen zu erreichen!
Latente Verdampfungswärme.
Gleichgewicht zwischen Flüssigkeit und Dampf. (Gegensatz zum Sieden Kondensation.) (671.) (643.)
Siedepunktsregelmäßigkeiten (Regel von Dalton, Dühring!): Nichtmetalle. Metalle (Hg, K-Na). C-Verbb. Gemische.
Dampfdrucke von einfachen Stoffen wie eben und Gemischen.
Lösung von Flüssigkeit A in Flüssigkeit B, beide mischbar, beide nicht mischbar. Siedeverzug. Leidenfrosts Phänomen. (703, 743.) (663.)
Siedeanalyse — Kennzahl (für Motorbrennstoffe).
Verdampfungszeiten.
Fraktionierte Destillation — Rektifikationsvorgang.
Sieden im Dampfdruck anderer Flüssigkeiten: Wasserdampfdestillation. Destillation in Anilindampf usw.
Sieden mit Überdruck (um wieviel wird Siedepunkt gehoben?). (Hg-Thermometer unter Stickstoff bis 580°!)
Sieden mit Unterdruck (um wieviel wird Siedepunkt gesenkt?). Vakuumdestillation.
Entfernen einer Flüssigkeit durch Oberflächenverdampfung. (642.)
Trocknungsverfahren (s. 648).
Siedepunktserhöhung als Molekulargewichtsbestimmung. Gesetzmäßigkeiten!
Siedegeschwindigkeit! (s. u. Verdunstungsgeschwindigkeit). (902.)
Verdampfungswärme von Wasser wichtig für Feuerlöschung. (673.)

Verdunstung = Verdampfung unterhalb des Siedepunktes. **643**

F l ü s s i g k e i t e n.
Dampfdrucke unterhalb der Siedetemperatur: Zahlenmäßige Beziehungen! (S. Sublimation: Vgl. Giftkampfstoffe, Riechstoffe. (960.)
Verdunstungsversuche in Glasröhren von bestimmter Länge, Form, Durchmesser!

Verdunstungswege! Dampfdruckmessung (s. 141) bei verschiedenen Mengen! Reichweite! (859.) Zwardemakers Olfaktometer! (970.)
Fernverdunstung leicht siedender Flüssigkeiten. (909. 657.)
Maßgebend Außentemperatur! Unterschied zwischen Außentemperatur und Siedepunkt (s. Abkühlungsgeschwindigkeit).
Verdunstungszeiten (s. o. Verdampfungszeiten) bei: Nichtmetallen, Metallen, C-Verbb. Gemischen.
Verdunstungszeit bei reinen Flüssigkeiten (Tropfenfall!) (903. 964.) (648. 900.)
dto. bei aufgesaugten Flüssigkeiten (in Dochtmaterialien, Papiersorten, Asbest usw.). (520. 521. 522.) H_2O aus Hygroskopen s. u.
Wärmeleitfähigkeit, Maschenweite usw. des Materials!
Verdunstungszeit bei ruhigem Stehen, bei Aufrühren usw.!
Verdunstung bei gewöhnl. Druck, Überdruck, Unterdruck!
Besondere Verdunstung: Von innen heraus erwärmen, z. B. durch Innenglühlampe!
Besonders langsame Verdunstung: Essigester aus Nc-P. (Aufnahme des Verdunstungsmittels in einem zähen Stoff).
Verdunsten im Raum bei anderen Gasen als Luft!
Oberflächenverdampfung — Oberhitze. (645.)
Dampfdrucke fester Stoffe bei gewöhnlicher Temperatur.
(s. 645 Vakuumsublimation! Hier ebenso, nur bei niedrigerer Temperatur!)
Riechstoffe (s. 970). Olfaktometer.
An Luft, an Sauerstoff, an anderen Gasen wie eben.
Sublimation bei anderem als gewönlichem Luftdruck!
Verhinderung des Wegsublimierens: Fixateure bei Riechstoffen! (970.)
Bis zu welcher Entfernung gehen solche wegsublimierenden Stoffe? Z. B. bis wohin kann man Riechstoffe verfolgen? (Versuche Fischers mit Mercaptanen.) (970.)
Bestimmung der Molekülgröße des Moschus! (970.)

644 Verdunstung von Brennflüssigkeiten.

Nach welcher Zeit ist bei Verdunstung von z. B. Äther in einem bestimmten Raum Explosionsgemisch erreicht? (Beschränkter Raum.)
Menge der Flüssigkeit und Raumgröße.
Außentemperatur bzw. Siedetemperatur.
Nach welcher Zeit erfolgt beim Anzünden eine sofortige Verbrennung, wann Explosion?
Beziehung beider Zeiten zueinander.
Verdunsten bei anderen Gasen als Luft:
Aktivere Stoffe, Sauerstoff. Inaktivere Stoffe: N, CO_2, Edelgase usw.
Gemische beider Arten.
Verdunstung in bestimmt geformten, langen, dicken Glasröhren wie eben. Dochte. (520. 521. 522.)
Verdunstung bei anderem als gewöhnl. Luftdruck!

645 Sublimation = Verdampfung von Feststoffen.

Dampfdrucke bei diesen Feststoffen besonders! (Höhere Temperatur gegenüber 643.)
Nichtmetalle. Metalle. C-Verbb. Gemische.
Sublimation an Luft, an Sauerstoff, an anderen Gasen resp. Gasgemischen!
Sublimationstemperatur: S, $HgCl_2$, Kampfer, Naphthalin usw. (970.)
Sublimation im Vakuum (Kempfs Apparatur):
In welcher Form werden die sublimierten Stoffe gewonnen?
Liegen dabei besondere Staubformen vor? (s. Staubexplosion.) (180.)
In welcher Form findet sich sublimierter Kampfer, auf Sublimationstemperatur erhitzter Kampfer, in Luft?
Besonders: Metallverstäubung von Metallen resp. Metallkompositionen in Glühlampen? (s. Glühlampen mit Na, Cs, Cd usw.) (575.)
Verhinderung der Verdampfung in gasgefüllten Lampen?
Sherardisierverfahren. (619, 966.)

Spezifische Wärme. **646**

Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase. (Nichtmetalle, Metalle, C, C-Verbb.) (Bei Gasen c_v, c_p.)
Bei Metallen kleiner als bei Nichtmetallen (dto. Verbb.), Einfluß auf Explosion von Metallverbb. von Explosivstoffen (785) (steigt mit t an [719, 785]).
Regel von Dulong-Petit. Gesetz von Neumann-Kopp.
Bestimmungsmethoden: bei hohen Temperaturen, z. B. für Explosionstemperaturen, unbekannt (Extrapolation). Bunsens Explosionsverfahren.
Beziehung zu Kalorienzahl und Temperatur: Berechnung daraus! (639.)
Beziehung zu Wärmeleitung. (660.)
Quantentheorie (629) erklärt Abweichungen von Dulong-Petits-Gesetz.
Bedeutung der Spez. Wärmen bezgl. Abkühlung 670 usw.

Feuchtigkeit in der Luft. Hygrometrie. **647**

Feuchtigkeitsaufnahme der Luft (Meteorologie).
Relative, absolute Feuchtigkeit.
Sättigung. Taupunkt. Nebel (s. 900). Wichtig Temperatur!
(s. Verdunstung, s. Wind.) (Vgl. Gasabsorption 957.)
Physikalische Bestimmungsmethoden. (Jahreszeit wichtig!)
Haar-Hygrometer (ev. eingebettet in Cellophanfolien).
Gelatinehygroskop (vgl. Gelatine in Gasmaske; Klarscheiben in Gasmasken halten 8 Std., s. 982).
Wasseranziehung durch Glyzerin (ausgedrückten, mit Glyzerin befeuchteten Lappen wägen, nach einigen Stunden wiederwägen).
Steckhygroskope, die Feuchtigkeit anzeigen, wenn sie in Haufen des Untersuchungsmaterials hineingesteckt werden!
Besonders wichtig für Pulverräume, sowohl für Schw.-P. (285) wie rauchloses Pulver.
Bläuung von wasserfreiem $CuSO_4$, ev. in konz. Schwefelsäure (ebenso wasserfreies $CoSO_4$, Mischungen beider), sympathetische Tinte. (Holzfeuchtigkeitsmesser.)
Bläuung von Schriftzügen, die mit Neublaustift auf Papier gezogen sind (vgl. Bläuung beim Verbrennen von damit beschriebenem Papier).
Kondensation von Wasserdampf an gekühlten Glasscheiben: Wilsonkammer. (934.)
Feuchtigkeitsbest. in Luft von anormaler Zusammensetzung!

Chemische Bestimmung.

Saugen eines bestimmten Quantums Luft durch gewogenes $CaCl_2$-Rohr.
Genaueste Methode. H_2SO_4 und H_2O-Aufnahme! (vgl. 906.)
Entwickeln von C_2H_2 aus CaC_2.
Feuchtluftventilator für Wohnräume.

Feuchtigkeitsaufnahme durch lagernde Stoffe. Feuchtigkeitsbeseitigung. Trocknung. **648**

Kann geradezu zur Feuchtigkeitsbestimmung wie eben benutzt werden!
Feststoffe, Flüssigkeiten, Mischungen.
Je niedriger Temperatur während der Aufnahme, um so mehr Feuchtigkeit aufgenommen.
Aufnahmemenge innerhalb einer bestimmten Zeit hängt vom Sättigungsgrad der Luft ab.
Bestimmung durch Wägung im Exsikkator. Lagerzeit?
Besonders hygroskopische Stoffe wie Soda usw.
Besondere Apparatur zur Schnellprüfung von Holzfeuchtigkeit (ph-Messung?).
Elektrische Feuchtigkeitsmessung z. B. in Holz. (647.) (084.)
Feuchtigkeitsmesser (Widerstandsmesser) von Siemens.
Wiederabgabe von aufgenommenem Wasser s. bei Verdunstung! (643, 900.)
Hierher Betrachtung von Kristallen mit Kristallwasser!
Trocknung im Luftstrom — Wind. (Trocknen der Wäsche.)
Allgemeine Trocknungsmethoden — Pulsationstrocknung. (Kristallwasser.) Krause-Trocknung. (177.)
Trocknung von Feststoffen — Entwässern, Trocknen organischer Lösungsmittel.
Besonders: Wiederbrauchbarmachen von feuchtem Pulver (Sonnen!).

649 Wolken. Nebelbildung in Natur.

Vgl. Nebelerzeugung. (906, 908, 909.)

Wolkengröße, -form, -geschwindigkeit (s. Wolkenspiegel, 651).

65 Luftströmung — Wind. Wirbel.

650 Windentstehung.

Durch thermische Einflüsse wird die Gleichgewichtslage (Isobarenfläche) gestört, wodurch Luftdruckgradienten entstehen, welche die Luft zum Abströmen von kälteren nach wärmeren Gebieten veranlassen. Konvektionsströmungen (s. 663). (923.)

Die Luftbewegungen in den höchsten Regionen müssen berücksichtigt werden, ebenso die Erddrehung.

Windströmung und geographische Geländeverhältnisse. Wind und Vegetationseinfluß.

Praktische Meteorologie!

Luftzug in Zimmern feststellen: Lage der Türen, Fenster, sonstiger Öffnungen zueinander.

Wind mittelst brennender Kerze ermitteln. Unterschied, ob Windstille oder ob Wind auf Haus steht! In letzterem Falle Richtung des Windes gegen Öffnungen.

An einer Hauswand Überdruck, an anderer, der gegenüberliegenden wie an Seitenwänden durch den Sog Unterdruck.

Daher Treppenflur, vom Ausland vorgeschlagen als Gasschutzraum, völlig unzulänglich! (Vgl. gewisse Ventilation bei Hose und Jacke bei Gasschutz; aber infolge starker Überlappung und der höheren Körpertemperatur kann Gas nicht unter Jacke gelangen. Besondere Anlage der Gasschutzräume! (s. 989.)

Unterschied, ob Beobachter selbst still steht oder sich mit, gegen Wind bewegt!

Windwalze und Segelflug. Z. phys.-chem. Unterr. 1936, 197.

Translationsgeschwindigkeit = Bewegung, mit der Luftschichten bestimmter Richtung übereinander hingleiten (s. Translationsenergie beim Schuß 842). (663.)

Besondere Winde: Passate, Monsune, Taifun, Bora, Fön, Samume, Blizzard, Hurrikan (Tornados s. u.).

651 Windmessung im Freien. Windstärke, -geschwindigkeit.

Windrichtung. (Dabei Lufttemperatur wichtig.) (Gesetz von Buys-Ballot.)

Windstärkemessung nach Beaufort-Skala.

Messung des Winddrucks. Durchgang durch bestimmte Dicke bestimmter Substanzen von bestimmter Kornfeinheit: (vgl. Durchgang des Windes durch Beschickung des Hochofens).

Vgl. Flügelscheiben vorne an Lokomotive, um Winddruck zu unterbinden. (175, 656.)

Ähnliche Scheiben am Hinterende fallender Bomben — zur Führung und auch zur Luftverteilung. (872.) In welche Luftbewegungen teilt sich die durchfallene Luft?

Windmühle, Windmotor, Ventimotor.

Fallschirmwirkung.

Geschwindigkeitsmessung: Wolkenspiegel. Anemometer.

Rauchmessung: Rauchspurpatronen.

Rauchbomben vom Flugzeug aus.

Rauchfahne am Tage bei Leuchtsternen.

(Entwicklung der Rauchfahne — Name! — Richtung, Geschwindigkeit) (s. 923).

Eigenbewegung langsam, schnell, mit, gegen Wind. (s. u. Auto!)

Betr. Blasverfahren von Giftkampfstoffen (963) kann Wind bei Geschwindigkeit < 2 m/sec einschlafen oder auf eigene Truppen zurückschlagen, bei > 4 m/sec wird Gaswolke zerfetzt, Konzentration zu gering.

Automat, Windangabe durch Radiosonde.

652 Besondere mechanische Winderzeugung.

Blasebalg sowie andere Gasdruckapparate. Fön, Staubsauger.

Ventilatoren als Luftdrücker, als Luftansauger.

Bewetterung in Stollen der Bergwerke. (727, 728.)

Besondere Injektorwirkung: Nase im Sturm (Luft bleibt weg).
Injektorwirkung bei Gewehr-Geschütz. (766.)
Vakuumerzeugung in Schränken, ohne Wärme. Luftbewegung in den Schränken! (653.)
Luft- oder Windseparation. (830.)
Abfangen des bei Zerkleinerung und beim Sieben sich bildenden Staubes durch Zyklon = ein im oberen Teile zylindrisches, nach unten trichterförmig auslaufendes Metallgefäß, welches durch einen Deckel verschlossen wird, durch den ein Rohrstutzen geht. Die mit Staub erfüllte Luft wird in tangentialer Richtung in den Apparat eingeführt. Infolge der kreisenden Bewegung wird der Staub durch die Zentrifugalkraft an den Gefäßumfang gedrückt und fällt nach unten, während die staubfreie Luft durch das Deckelrohr entweicht. (657.)

Winderzeugung durch Zuführung positiver, negativer Wärme (ohne Feuer). **653**

Windbewegungen am warmen Ofen, warmer Zentralheizung. Lage derselben am Fenster!
An Ofen verstreutes Räucherwerk zuerst am kalten Fenster gerochen, weil sich dort die warme Luft senkt.
Besondere Wärmewinderzeugung: Kopplung der Wärmewirkung mit Luftdruckveränderung: Erzeugung von Überdruck oder von Unterdruck:
Vakuumtrockenschränke mit Erwärmung. (652.)
Vgl. aerodynamische Maßnahmen an Umlauftrockenschränken.
Nachweis der Luftströmungen in solchen Schränken.
Winderzeugung durch Zuführung negativer Wärme = natürlicher, künstlicher Kälte.
Sind Strömungen um Trockeneis herum Gegenbilder von den entsprechenden Wärmeströmungen?
Kälteeinbrüche:
Kalte Front breitet sich unter warmer aus, wobei die kalte an der Front mit einem Kopf vorstößt. Für Geschwindigkeit des Kälteeinbruchs ergibt sich.

$$v = \frac{2}{3} h \cdot 2 g T.$$

Bjerknessche Polarfrontfläche, bei der kalte Luftmassen Keil unter warmen bilden. (s. 662.)

Winderzeugung in Umgebung von Brandort. (Ein einziges, frei brennendes Feuer.) **654**

Ein einziges Feuer: Windentstehung dabei verfolgen, und zwar Richtung, Stärke (Anemometer), Weiten-, Höhenwirkung desselben. Glut oder Flamme — Unterschied! (512, 514.)
Unterschied, ob Feststoff, Flüssigkeit oder Gas brennt? Bei letzteren beiden u. U. von vornherein stärkere Gasbewegung? Ferner Unterschied, ob Flüssigkeit oder geschmolzener Feststoff direkt oder aus Dochten brennt!
Kerzen zur Vertreibung von Giftkampfstoffen. (987.)

Winderzeugung durch mehrere gleichzeitig brennende Feuer. **655**

Unterschied, ob Feststoff, Flüssigkeit oder Gas, ob Feststoff respektive geschmolzener Feststoff oder Flüssigkeit direkt oder in Dochten verbrannt werden!
Windströmung, wenn zwei oder mehrere Feuer oder Flammen zueinander in Beziehung gesetzt werden.
Abstände der Feuer oder Flammen voneinander. Größe der Feuer oder Flammen.
Temperatur der Feuer oder Flammen.
Zirkulationsstörungen: Einbruch von sekundären Warm- oder Kaltluftströmungen in einen primären Windstrom.

Winderzeugung durch geführte Feuer. **656**

Feuer oder Flammen unter Zylinder brennend.
Dieselbe Feuerung mit Schornstein-Essenanlage (s. bei Heizung 174).
Entstehen gerichtete Windströmungen?
Strömung bei Lockflammen in chemischen Kaminen (s. 529).
Verteilung von Giftkampfstoffströmen, Hereinholen von Frischluft durch Kamine, Schornsteine (s. Kollektivgasschutz 989).

657 Wirbelung — Wirbelstürme — Tornados — Windhosen.

Turbulenz-Wirbelung (vgl. Erscheinungen bei Flüssigkeiten 662).

Wirbel beim Ablauf des Wassers aus einer gefüllten Badewanne.
(Andere Flüssigkeiten als Wasser — spez. Gewicht.)
Stärkemessung eines Wasserwirbels — Wasserhose.
(s. Wirbel bei Wärmewellen.)
Wirbelzöpfe bei Dampf (Kochtopf), (650, 662, 663), Cavitation!
Fernverdampfung leicht siedender Flüssigkeiten. (909.) (643.)
Spiralnebel im Sternbild der Jagdhunde. (900.)

Wirbelung der Luft, des Windes um Propellerflügel eines Flugzeuges, um Windmühlenflügel, um Ventilator herum.
Demonstrationsapparatur auf Zentrifuge!
(Vgl. Sturmwirkung auf Nase beim Angehen gegen Sturm! S. Gasmaskenatmung.)
Allgemeine Veränderungen beim Gegenströmen von Winden gegen profilierte Wände usw. (s. Windkanalmessungen).
Besondere Richtungseinstellung durch Profilwände (vgl. Schutzbleche an Lokomotiven). (651.) Wind beim Gasblasverfahren (s. 963) darf nicht böig sein, muß homogen sein, da sonst gasfreie Inseln entstehen.

Zyklone — künstliche, z. B. in Zerstäubungsanlagen. (652.) Zyklonapparatur nach Rosenberg!

Wirkung von Zyklonen, Windhosen? (Sandsturm, Schlotbildung.)

Tornados durch Sternschnuppen — Explosion — Eisboliden.

Tornadogeschwindigkeit 140 m/sec.
Wirbelung von Gegenständen (Bradleys Passatwindablenkung 757, 758).
Barfüßer Schneeerscheinung bei Gletschern. (658, 835.)
Flettner-Rotor (s. Explosionsstoß). (834.)

Windhosen als Wasserhosen (Wirbel an Abflußloch der Badewanne); Wasserhosen statt an Wasser an schwereren, leichteren Flüssigkeiten als Wasser.

Wirbelringe als Feuerlöscher (s. dort). (679.)

658 Besondere Wirbelerzeugung bei heftigen Verbrennungen. Explosionen.

Wirbelerscheinung im Motor:
Wirbel von Wärmedifferenzen, Druckwirbel.

Wirbelung beim Ausströmen von Raketengasen. (789, 825.)

Horizontalwirbel bei Geschoßwelle ebenso wie bei schnellen Autos (besonders beim Durchfahren enger Stellen — Wälder usw., 796, 798).

Typische Wirbelerscheinungen bei Explosionen — Tornadowirkung vgl. bei (Druckwirbel des Explosionsstoßes) 794, 796.

659 Strömungslehre — Turbulenz. Windkanalmessungen.

Verfolgung der durch Windströmung bewirkten Luftdrehung.

Strömungsmesser:
Messung mit der Staukugel.
Strömung in Spiralgehäusen (V. d. I. 1935, 1345).

Drallfreiheit der Windstöße: Messung mit Flammensonde, Fadenkamm (s. 790), Drallprüfer (s. 834). (Eck-Einführung in techn. Strömungslehre Bd. II Springer 1936, 4.) (Vgl. 905.)

Meßinstrumente für statischen, dynamischen Gasstoß (vgl. 770, 790).

Strömungsbilder. (650, 662, 890.)
Stromlinienautos, Stromlinienflugzeuge.
Stromliniengeschosse — Geschoßprofile (s. 804).

66 Wärmeübertragung.

Wärmeübertragung = Gruppe von Erscheinungen, die Überführung einer Wärmemenge von einer Stelle des Raumes zu einer anderen veranschaulichen.

660 Wärmeleitung fester Stoffe.

Wärmefluß oder Wärmestromdichte = Temperaturgefälle. Wärmestromdichte = Wärmemenge, die in 1 sec durch jedes cm^2 eines Querschnittes hindurchgeht. (Fouriers Satz.)

Verschieden warme Teile haben verschiedene Molekulargeschwindigkeit. Beim Zusammenstoß Ausgleich der Geschwindigkeiten, also der Temperatur.
Nichtmetalle: Euckens Gesetz. (In Kristallen verschieden!) Gluthalten im Ofen durch Asche. (174.)
Metalle: Angenähert gilt Gesetz von Wiedemann-Franz: Für verschiedene Metalle stehen die Wärmeleitzahlen im selben Verhältnis wie die elektrischen Leitfähigkeiten.
Erweiterung durch Gesetz von Lorentz: Für irgendein Metall ändert sich das Verhältnis von Wärmeleitfähigkeit zu elektr. Leitfähigkeit mit der Temperatur, und zwar ist es der absoluten Temperatur proportional.
Organische Stoffe. (Brennstoffe), (Isolierstoffe s. 690).
Wärmeübertragung durch Gemisch von Diphenyl-Diphenyloxyd für Überhitzer. (V. d. I. 1936, 566.)
Wärmeleitung bei Lebewesen! (Thermoshaus für Menschen.) Kleidungsstoffe 999.
Meßmethoden: Fortleitung der Wärme in Stäben aus den entspr. Materialien. Wärmeflußmesser nach Schmidt-Werneburg.
Inmitten des Versuchsmaterials mittels Glühlampe Wärme erzeugen, diese auf verschiedenen Höhen der Umgebung mit Thermometer messen! Wendel-Spiralglühlampe. (671.) Loosers Doppelthermoskop.
In der Erde beträgt das Temperaturgefälle etwa 1/40 — 1/25 Celsius-Grad pro Meter. Umkehrung ist geothermische Tiefenstufe, die also danach 25 — 40 m beträgt.
Einfluß der spezifischen Wärme. (Tyndalls Versuche.) (646.)
Wärmeausdehnung fester Stoffe.

Schnelligkeit der Wärmeübertragung. **661**

Messungen.
Besondere Messungen an brennenden Stoffen, nachdem sie gelöscht worden sind (wichtig für das Gegenteil: Schnelligkeit der Abkühlung — s. Feuerlöschung).

Wärmeleitung bei Flüssigkeiten. Wärmekonvektion. **662**

Wärmeleitung in Flüssigkeiten gering, meist durch bewegte Flüssigkeitsteilchen hindurch = Konvektion. Erwärmt man Flüssigkeit von oben her, so ist Wärmefortführung ausgeschlossen. Die Wärme wird durch die ruhende Flüssigkeit nur langsam zu tieferen Schichten hingeleitet.
Wärmekonvektion ist also Wärmetransport, der eintritt, wenn materielle Teilchen eines Körpers ihre Stelle im Raum verändern und dabei ihren Wärmeinhalt mit sich fortführen!
Wärmekonvektion bei Flüssigkeiten: Warmwasserheizung.
Brennende Flüssigkeit hat gegenüber festen Brennstoffen eine Niveaufläche. Einfluß kalter Luft auf Wellenbewegung und Verdampfbarkeit (s. dort!) Loosers Doppelthermoskop.
Kavitation (s. 657). Wärmeschichtung bewirkt Turbulenz. Süßwasser im Kattegatt fließt über Salzwasser (Dichte!). Wirbelzöpfe-Turbulenz in Flüssigkeiten (s. 650), (657), (890).
Vgl. Bjerknes-Polarfrontfläche. (653.)
Wärmeausdehnung von Flüssigkeiten (s. Thermometer 630).

Wärmeleitung und Konvektion in Gasen. **663**

Gase haben noch kleineres Leitungsvermögen als Flüssigkeiten, sie bilden isolierende Hüllen (Luft in Vogelfedern, Eiderdaunen 999).
Elektr. glühender Draht in Luft u. in H: glüht in H nicht, weil dessen Leitvermögen etwa sieben mal so groß ist als das der Luft.
Bjerknes-Polarfrontfläche, bei der kalte Luftmassen einen Keil unter warmen bilden. (653.) (662.)
Translationsgeschwindigkeit = Bewegung, mit der Luftschichten von bestimmter Richtung übereinander hingleiten, ist zu unterscheiden von der thermischen Molekularbewegung, welche nach allen Richtungen hin gleichmäßig erfolgt. (650.)
Versuche zu Leidenfrosts Phänomen, das auf der schlechten Wärmeleitung der Gase beruht. (642, 703.) Versuche, statt Wasser andere Flüssigkeiten zu nehmen, z. B. anorganische Flüssigkeiten, Salzlösungen, organische Flüssigkeiten, Gemische von

Flüssigkeiten aller Art, Gemische von Lösungen aller Art, Verwendung bestimmter Metallunterlagen dazu!
Vgl. Siedeverzug! (s. 642.)
Wärmeleitfähigkeit und Gasanalyse. (203.)
Wirbelzöpfe. (650, 662.) (657.) (890.)

664 Wärmeleitung, Konvektion in hochverdünnten Gasen.

Eigenschaften hochverdünnter Gase, z. B. in Glühlampen usw.
Ermittlung der mittleren Weglänge nach der kinetischen Gastheorie. W-Leitung und Gasreibung vom Druck unabhängig (Maxwell). (629, 709, 759.)

665 Wärmestrahlung.

Ein erster Körper verwandelt einen Teil seines Energieinhaltes in Strahlung, welche den Raum durchmißt und beim Auftreffen auf einen zweiten Körper sich ganz oder teilweise in Wärme verwandelt. Entstehen und Verschwinden von strahlender Energie sind also an Vorhandensein von Materie gebunden, dagegen kann die Übertragung der strahlenden Energie auch im vollkommen leeren Raum erfolgen. (Diese Annahme zwingt zur Ätherhypothese!)
Schwarzer Körper: Melloni, Prévost, Kirchhoff.
Quantentheorie (Planck 1900): Ausgang Strahlung eines schwarzen Körpers:
Emissionsvermögen $E = \sigma T^4$ (Stefan-Boltzmannsches Gesetz) (σ = Stefans Konstante:

$$\text{Emission bei } T = 1 \text{ in } \frac{1 \text{ sec}}{\text{cm}^2} = 6{,}3 \cdot 10{-}^5 \text{ Erg.}$$

Strahlung des schwarzen Körpers in Hefner Kerzen:

bei 1500°: 0,1 H K; 1700°: 0,5 H K; 1800°: 1,0 H K.

Aus schwarzer Öffnung kommendes Licht spektral (kontinuierlich) zerlegbar; Strahlungsenergie hat für jede Temperatur ein Maximum bei bestimmter Wellenlänge. (T erhöht: Verschiebung nach kurzwelligem Ende. Wien) (s. Wärmemessung).
Licht- und Wellenstrahlungen werden als elektromagnetische Schwingungen elektr. Ladungen in Molekülen und Atomen hervorgerufen, wie umgekehrt Strahlen von bestimmter Frequenz Atome und Moleküle zum Mitschwingen bringen und absorbiert werden. (Im isothermen Raum Gleichgewichtszustand.) (Leslies Würfel. 668.)
Strahlung verbunden mit Lichtstrahlung:
Wärmefarben bei Wärmestrahlung. (711.)
Sonnenstrahlung: (Solarkonstante — Weltraumstrahlung).
Wirkung auf Panzerkampfwagen. (Wehrtechn. Monatshefte, 1936, 209.)
Sonnenkraftmaschinen. (s. 492.) (Wissen und Fortschritt, 1936, 559.)
Stocks Vakuumlinsenapparatur.
Sonnenstrahlung erzeugt auf Metalldrähten — Antennen — elektrische Ströme. Beeinflussung des Wetters dadurch?
Nachweis der Strahlung: Meßapparaturen:
Radiometer. (Radiometer mit Innenplatindraht, elektr. glühend.) Lichtmühle. (548.) Thermosäule. Bolometer. (636.) (Loosers Doppelthermoskop.)
Erkennung der Strahlung in Form von Wärmewellen: (longitudinal Flimmern der Luft über warmen Gegenständen, wie über Lokomotivschornsteinen, Luftflimmern am Ofen. Schlieren. (623.)
Flimmerwellen am fliegenden Geschoß. Funkeln d. Fixsterne! (s. 836.)
Wärmeübertragung durch Geschosse (s. 614).
Wellenerscheinungen bei sichtbarer Wärme = Feuer: bis zu welcher Entfernung macht sich z. B. bei Feuersbrunst Strahlung bemerkbar, bis zu welcher Entfernung kann man es am Feuer aushalten?
Diese Strahlungsweite abhängig von Temperatur? (Vor allem wirkt diese Strahlung auf Haut — s. dort —: Wirkt Wärmestrahlung anders auf Wärmepunkte als auf die Kältepunkte der Haut des Menschen? 999.)
Nachweis der Reflexion bei Wärmewellen. (Apparat zur Best. der Wärmereflexion im Vakuum. Liste-Kohl Nr. 53 077.)
Ebenso der Brechung.

Besondere Wärmestrahlen: ultrarote Strahlen. **666**

Isolierung der ultraroten Strahlen (longitudinale Strahlen). (493.) (518.)
Reststrahlenmethode von Rubens.
Spektrum u-Thermosäule.
Photographierte Wärme. Wärmeschattenbild. (492.) (s. 933.) Nebelfernrohr. (933.)
Ultrarot-Absorption und Gasanalyse. Photozelle für unsichtbare Strahlen (s. 548).
Flugzeugerkennung durch Wirkung des heißen Motors bzw. der Motorgase auf infrarote empfindliche Detektoren. (Technik für alle. 1936, 111.) (719.)

Gasstrahlung. Flammenstrahlung. **667**

Eigenstrahlung der Gase: Einfluß der Temperatur (s. Motor!). (711.)
Strahlung von Gasen ist i. A. kleiner als die von Feststoffen bei gleicher Temperatur! Mittelst der Thermosäule ist nachzuweisen, daß Strahlung einer Alkoholflamme zunimmt, wenn man eine Platinspirale hineinbringt, obwohl dadurch die Flammentemperatur erniedrigt wird. (Vgl. 665. Strahlung des schwarzen Körpers!)
Eigenstrahlung der Flammen. (596.) (719.) (S. thermische Strahlung = Chemilumineszenz. 595, 596.)

Wärmedurchgang, Wärmedurchlässigkeit (Diathermanität). **668**

Wärmeleitung, Wärmestrahlung, Wärmeübergang treten meist in irgendeiner Form verbunden auf: gemeinsam bezeichnet man sie als Gesamterwärmung oder Gesamtabkühlung.
Wärmedurchgang = ganzer Wärmetransport von einem wärmeren Körper aus an die feste Begrenzungswand, dann durch ganze Dicke derselben hindurch und endlich an der anderen Seite der Wand an einen zweiten Stoff heran (s. 492, 493).
Wärmedurchlässigkeit für leuchtende Wärmestrahlen.
Ebenso für dunkle Wärmestrahlen.
Nusselts Wärmeübergangszahl.
Mellonis Diathermansieverfahren.
Diathermanität: NaCl ganz diatherman, Wasser zu 10 %. Kalialaun aditherman; Schutzwirkung bei isotropen Körpern gleichmäßig nach allen Richtungen. Wärmeschutz: Vakuum, Thermosflasche, Lufthülle-Wärmeschutz der Erde (CO_2 zeigt 2 Absorptionsbanden im Ultrarot, es absorbiert also stark die Wärmestrahlen, und zwar schon merklich bei der Konzentration in der Atmosphäre. Wichtig für irdischen Wärmehaushalt, da CO_2 die Wärme der Sonnenstrahlung absorbiert und langsam wieder abgibt.) In früheren Erdepochen mit größerem CO_2-Gehalt muß Klima wärmer gewesen sein; gewaltige Pflanzenproduktion der Steinkohlenzeit. (Brennendes Streichholz inmitten der Petrikirche gibt den Wänden mehr Wärme als Fixstern der Erde). Glas läßt helle Wärme, die das Auge erfaßt, durch, dunkle nicht.
Abhängigkeit von Oberfläche (Leslies Würfel). (665.)

Wärmeschutz = Erhaltung des Wärmezustandes. **669**

Wärmeisolation: Notwendig schlechte Wärmeleitung.
Schlechte Wärmeleiter — Einpacken von Dampfheizungsröhren im Freien in Asbest, Gur. (s. 670.)
Thermoshaus! Thermosflasche.
Ebenso Kleider verschiedenartiger Stoffe und Farbe am Menschenkörper (s. Wärmehaushalt des Menschen 999).
(Isolierung gegen Kälte bei Pflanzen, Tieren: Öl-, Fettschichten.
Fettüberzug bei Kanalschwimmern (s. Hautatmung 972!).
Prüfungsmethoden des Wärmeschutzes!
Versuche mit Loosers Doppelthermoskop!

Feuerlöschung. Löschmethoden. 67

Feuer gelöscht durch nachträglich an dasselbe herangebrachte Löschstoffe.

Abkühlung, Abkühlungsgeschwindigkeit. **670**

Abkühlungsgesetz von Newton: Abkühlungsgeschwindigkeit = auf die Sekunde reduzierte Temperaturabnahme ist der Temperaturdifferenz zwischen Stofftemperatur

und Umgebungstemperatur proportional. Stimmt nur für kleine Temperaturdifferenzen, bei größeren Differenzen ist Abkühlungsgeschwindigkeit größer! (905.)
(s. Erstarrungspunkt, spezifische Wärme, Wärmeleitung, Wärmestrahlung.) (646.)
(Vgl. Erdabkühlung: Unter 4000° Verbindung der unedlen Metalle mit Bestandteilen der Luft, O, CO_2, H_2S, daher Erze als Oxyde, Carbonate, Sulfide.) (606.)
Prüfung von Nichtmetallen, Metallen, Kohlenstoff, C-Verbb. Aggregatzustand.
Aufstellung von Kurven (Haltepunkte!).
Wie verhalten sich Gemische dieser Substanzgruppen?
Methode: Thermostab in immer gleiche, auf bestimmte Temperatur erhitzte Stoffhaufen hinein: Abkühlungs-Zeitkurve! Umkehrung: Thermostab auf bestimmte Temperatur erhitzt in kalte Stoffhaufen hinein: Abkühlungs-Zeitkurve!
Stimmen beide Kurvenarten überein?

671 Besondere technische Abkühlungsmethoden.

Erzwungene Abkühlung: Kondensation von Dämpfen. (Gegensatz zu 642.)
(Messungen der Abkühlung von Dämpfen beim Arbeiten mit Liebigkühler!)
Kühlung von Motoren bei Automobilen. (Kühlerform, Kühlerflüssigkeit.)
Kühlung in Wolframglühlampe; Wendel-Spirallampen. Gasgefüllte Lampen.
Kühlung bei dauernd beanspruchten Waffen: Maschinengewehr. (801.)
Kühlpatronen nach Hildebrandt D. R. P. 95 617 (21. 1. 1897).
Ersatz des Kühlwassers durch komprimierte Gase nicht möglich (Jb. Mv. 1908, 355).
Vgl.: Rauch verhindert Wärmeausstrahlung des Erdbodens, ebenso Wasserdampf (Obstkulturen unter Rauch.) (931.)
Versuche der Abkühlung einer Glühlampe mit Schutzglocke durch darunter zugeführte Gase.
Kältemischungen. Kältemaschinen. Kryostaten. Frigorimeter.

672 Feuerlöschung infolge Abkühlung durch Gase.

Abkühlung wichtiger als Feuererstickung; denn erstickendes Feuer kann beim Nachlassen des Erstickungsmittels wieder aufflammen, aber das abgekühlte Feuer nicht! (448.)
Feuer ist eine chemische Reaktion! Vgl. dazu: Stillstand chemischer Reaktionen bei Temperatur der fl. Luft!
Löschung brennender Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase:
Wie stark muß Luftzug sein, um Feuer auszublasen? Im Gegensatz zum Anblasen des Feuers? (Flammen sind leichter auszublasen, weil es sich bei ihnen auch um Gase handelt!)
Aus welcher Entfernung kann Flamme durch Luftzug ausgeblasen werden?
Statt Luft (O!) andere Gase nehmen, nicht direkt erstickende!
(Hier Wärmeleitfähigkeit derselben maßgebend!)
Löschgeschwindigkeit!
Besonders zu beachten: Auseinanderschleudern der brennenden Teile durch das zugeführte Löschgas!
Flammenlöschung durch Ionenwirkung. (518. 679. 719.)

673 Feuerlöschung infolge Abkühlung durch Flüssigkeiten.

Löschung brennender Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase:
Wasser ideales Löschmittel, weil zur Abkühlwirkung noch die erstickende des Wasserdampfes (s. u.) hinzukommt! Sprinkler-Anlage.
Verdampfungswärme?
Unter welchen Umständen Knallgasbildung? Versuch mit heißem Quarzglas, Pt usw.
Statt Wasser Salzlösungen nehmen: Inwiefern übertreffen diese die Löschwirkung des Wassers? (s. Rauch).
Feuer übertragende Teilchen werden durch Löschmittel weiter auseinandergerissen!
(Löschversuche bezgl. Zusatz von Wasser zu Alkohol s. 680.)
Löschwirkung organischer Flüssigkeiten:
Halogenkohlenwasserstoffe, die also selbst infolge ihres Halogengehalts bereits verbrannt sind: CCl_4, Trichloräthylen (s. 676). Ardexin.
Neuerdings Dichlorodifluoromethan!

Wie bei Wasser auch hier nicht nur abkühlende, sondern auch erstickende Wirkung.
Auch hier wieder wichtig: Verdampfungswärme, Siedepunkt, Wärmeleitvermögen.
Beim Löschen mit organischen Flüssigkeiten Entwicklung von giftigen Produkten, also Entwicklung von erstickenden Stoffen!
Entsteht z. B. HCl beim Löschen mit CCl_4 oder beim Löschen von Cl-Bränden, so kann Vergiftung erfolgen, da HCl-Dämpfe Gasmaske durchschlagen (s. 676). (982.)
Aus rein physikalischer Löschwirkung wird dann daneben eine chemische.
Versuche mit stark abkühlendem Chloräthyl, das aber selbst brennbar ist: Wird glühender Platintiegel gelöscht, wenn man gegen ihn Chloräthyl spritzt?
Löschgeschwindigkeiten bei Anwendung von Löschflüssigkeiten!

Feuerlöschung infolge Abkühlung durch Feststoffe. **674**

Löschung von brennenden Feststoffen, Flüssigkeiten, Gasen.
Dieselben Momente wie bei 672, 673, 646, besonders bezgl. Wärmeleitfähigkeit.
Abkühlung durch Nichtmetalle, -Verbb.
dto. Metalle, -Verbb.
dto. C-Verbb., z. B. Salze von CO_2, Ameisen-, Essigsäure.
Auch hier gehen Abkühlung und Erstickung Hand in Hand.
Löschung von Thermitbränden mit Sand, besser mit Carnallit: Bei beiden Stoffen spezif. Wärmen, Wärmeleitung? Wie dick müssen Sandschichten usw. sein, um Thermitbombenbrand von bestimmter Ausdehnung zum Erlöschen zu bringen?
Innerhalb welcher Zeit findet Löschung statt?
(Beachten: Brisanzbombe wirkt auf Linie, Brandbombe wirkt auf Fläche, Gasbombe wirkt auf Raum.)
Besonders: Löschverfahren nach Kruskopf in Schlagwetterstollen, bei dem aus Kipptrögen Gesteinstaub herniederfällt!
Versuche anstellen bezgl. der Mengen Steinstaub, die dazu nötig sind. Reichweite der Wirkung. Sind alle Arten Gestein gleich gut brauchbar? (s. 686.) (Mündungsfeuerdämpfung 688, 734.)
Feuerlöschung durch Gegenkatalyse (s. 675).

Feuerlöschung infolge Feuererstickung durch Feststoffe. **675**

Feuererstickung = Wegnahme von Sauerstoff.
Löschung brennender Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase.
Schwer löschbar i. A. Gasbrände, z. B. Brand eines Gasometers.
O-Luftgrenzen, bei denen Brennstoffe ersticken (s. Luftbedarf).
Feuerlöschung durch Gegenkatalyse. (674.)
Feststoffe, unbrennbar: Nichtmetalle, -Verbb., Metalle, -Verbb.
Feststoffe, brennbar: Feuer von Kohlen dadurch zu ersticken, daß man viel Kohlen darauf wirft! (Vgl. Dauerbrandöfen; durch viel Brennmaterial bleibt Feuer immer klein.) Feuererstickung durch Aufwerfen von Löschdecken, Sand.
Besonderes: Feststoffe, die in Hitze erstickende Gase entwickeln, CO_2, N, SO_2 usw. (s. 679, 690). Physikalische und chemische Löschwirkung.
Trockeneis. (679.)

Feuerlöschung infolge Feuererstickung durch Flüssigkeiten. **676**

Erstickung dadurch, daß O abgeschlossen wird, durch Stoff selbst oder durch aus ihm entwickelte Löschgase: CO_2, N, SO_2. (679.)
Flüssigkeiten, anorganische, unbrennbare: Wasser (s. 673).
Wasser verboten bei: Benzin, Öl, Fettkohle (Brennstoff leichter?); bei Thermitbomben, Elektron- usw. Bränden, Al-, Mg-, weil Gefahr der Knallgasbildung vorhanden. (Versuche!)
Besonders Wasserlöschung bei Grubenbränden (Grubenbrandabwehr), Schiffsbränden.
Flugzeugbränden.
Feuerlöschung bei Waldbränden. (V. d. I. 1935, 1344.)
In welcher Zeit kann brennender Feststoff, Flüssigkeit, Gas durch Wasser abgelöscht werden?
Dabei maßgebend Temperatur des Löschwassers!
Statt Wasser Verwendung von Salzlösungen anorganischer Stoffe, die physikalisch (nicht chemisch wie im folgenden Teil) löschen sollen: Gegenüber Wasser gleiche Verhältnisse wie oben bei Salzlösungen, die durch Abkühlen löschen sollen! (673.)

Löschwirkung durch organische Flüssigkeiten resp. Lösungen organischer Stoffe in Wasser resp. in anorganischen Flüssigkeiten.
Tetrachlorkohlenstoff. Tetrachloräthan. Methylenbromid.
Minimax-Tetralöscher. (679.) Totallöscher (s. 673).
Auseinanderspritzen der brennenden Materialien beim Löschen infolge Dampfentwicklung aus den Löschflüssigkeiten, Wasser, CCl_4. (Spritzer bei P-Bränden?)

677 Besondere chemische Feuerlöschung durch Flüssigkeiten.

Chemische Reaktion beim Löschen von brennendem Phosphor! (P-Brandbomben!)
Mit Wasser nicht löschbar, spritzt umher, dagegen mittels Kupfervitriollösung.
Aufklärung der Reaktion. Andere Cu-Verbb.
Welche Konzentrationen sind zu nehmen?
Andere Salzlösungen.

678 Schaumlöschung = Löschung mit Gemisch aus Flüssigkeit und Luft.

Definition des Begriffes: Schaum! (900.) Fester Schaum — Lava. (920.)
Methode der Schaumerzeugung: Seife, Saponine, Eiweiß. (Schütteln von Schalbier.)
Physikal. Zerschäumungsanalyse. Spumate. (900, 902, 920.)
Schaummengen, Zeit, die die Schäume bestehen bleiben!
Oberflächenspannung und brennende Stoffe, besonders Staub, z. B. Kohlenstaub.
Schaumdruck.
(Wie verhalten sich Schäume bei höherer Temperatur, wie z. B. im Feuer?)
Schaumlöschung: Löschgeschwindigkeit. Anwendung gegen spezifisch leichte Stoffe, die auf Wasser schwimmen!
Besonders: Schaum unter Zusatz von Hypochlorit gegen Lost. (Vgl. 976.)
Wirbelringe (s. 670).

679 Feuerlöschung infolge Feuererstickung durch Gase.

Bereits vorhandene Gase direkt verwenden: CO_2, N, SO_2 aus Bomben! SO_2 löscht gut, riecht erstickend.
Gase erst entwickelt, und zwar durch Hitze des zu löschenden Feuers: Unterteilung: anorganische, organische Stoffe!
Bicarbonatlöschdosen. (Historisch?)
CO_2-Entwicklung aus hineingeworfenem Harnstoff usw.
(Vgl. Harnstoffwirkung als Zusatz zu Lötmitteln, weil er dort ebenfalls Luft — O — abhält!)
Flammen löschen sich selbst durch ihre Verbrennungsprodukte. Automatische Löschung von Gasflammen 547.
Gase chemisch entwickelt: Minimax-Apparate. (676.)
Trockenlöscher. Totallöscher. Trockeneislöschwirkung. (675, 676.)
Besonderes: Historische Feuerlöschdosen mit Schwarzpulver, dessen N feuerlöschend sein sollte. Erstickung von Petroleumbrand durch explodierendes Nitroglyzerin! (796.) (683.)
Ausschlagen von Flammen durch Explosionen im darübergehaltenen Reagensglas. (796.) (325.)
Wirbelringe (s. Rauchringe!) als Feuerlöscher (s. 657, 922).
Feuerlöschung durch Flammenionen. (518. 672. 719.)

68 Verhütung von Feuerausbreitung, Feuerdämpfung.

Kapitel: Verhütung von Feuerausbreitung durch unmittelbar am Feuerherd oder in geringer Entfernung davon angebrachte Stoffe steht zwischen dem vorhergehenden und dem folgenden Kapitel als Mittelmoment zwischen Feuerlöschung und Feuerschutz. Deshalb finden sich gleiche und ähnliche Momente in allen drei Kapiteln.

680 Zusatz unbrennbarer Stoffe macht Brennstoffe unbrennbar!

Die unbrennbaren zugesetzten Stoffe können wirken durch:
1. Trennung der brennbaren Teilchen voneinander, so daß Feuer nicht mehr überspringen kann.

2. Spezifisch abkühlende Wirkung.
3. Erstickende Wirkung, d. h. Abschluß von Luft-Sauerstoff.
4. Erstickende spezifische Wirkung, d. h. Entwicklung von erstickenden Gasen, d. h. Löschgasen.

(Vgl. Abgrenzen eines Präriebrandes durch Abbrennen angrenzender Grasflächen.)
(084.) Feststoffe, brennbare, mit unbrennbaren Stoffen versetzen. Letztere können selber feste Stoffe sein, aber auch Flüssigkeiten, und zwar sind in ihnen die Brennstoffe löslich oder unlöslich. Wärmeleitfähigkeit der betr. Stoffe zu berücksichtigen! Welche Mengen der brennbaren und unbrennbaren Stoffe sind jeweils zusammenzubringen, um den beabsichtigten Effekt zu erhalten? (Vgl. Feuer-Imprägnierung 690.)
Flüssigkeiten, brennbare: Welche Mengen von unbrennbaren Stoffen müssen zugesetzt werden, um Unbrennbarkeit zu erzielen? (s. Brenngrenzen von Flüssigkeiten.)
Wie eben: Zusatzstoffe fest, Zusatzstoffe flüssig.
Feste Zusatzstoffe in den Brennflüssigkeiten löslich, dto. darin unlöslich.
Flüssige Zusatzstoffe in den Brennflüssigkeiten löslich, dto. darin unlöslich bzw. damit unmischbar!
Mengenverhältnisse? Welche Menge Wasser macht Alkohol von 100 % unbrennbar? Stimmt diese Menge Wasser überein mit derjenigen, die Brennen von Alkohol unmöglich macht? Ist dann in dem nun unbrennbar gewordenen Alkohol die gleiche Menge Wasser wie beim Versuch am Anfang?
Ebenso Versuche mit anorganischen, organischen Salzlösungen in Wasser.
Ebenso Versuche mit CCl_4 usw.
Zusammenhang mit Flammpunkt (s. 447, 448).

Metalle (Netze) als Funkenfänger. **681**

Metalle verhindern Fortbewegung von Feuererscheinungen als:
Funkenfänger auf Lokomotiven, Lokomobilen.
Funkenfänger auf Essen.
Auspuff an Motoren — funkensichere Kapselung. (684.)
Metallrohrschutz — Ausführung.
Siebzylinder in Salzkottener Gefäßen. (684.)
Rauchbohrpatronen.
Verschiedene Metalle für diese Netze und ihre Wirkung. Wärmeleitfähigkeit der Metalle (s. 660).
Legierungen dito.
Maschenweite der Netze.

Metalle (Netze) als Flammenfänger. **682**

Drahtspiralen, Drahtnetze, Drahtnetzzylinder.
Art des Metalls resp. der Legierung.
Maschenzahl. Maschendicke. (Tressengaze s. Ofenrost 174.)
Durch Maschen Zerlegung des Gasstroms in entsprechende Einzelströme (Öffnungen des Netzes rund, eckig, 3-, 4-, 6eckig usw.).
Wärmeleitung der Metalle, Abkühlungsgeschwindigkeit durch dieselben! (Vgl. Wärmeableitung in Kohlehaufen durch Metallröhren!)
Flammenfänger auf Bunsenbrennern.
Drahtkörbe an Brennern zum Abdampfen von Äther usw.
Wie lange braucht Drahtnetz von bestimmten Dimensionen, bestimmtem Metall, um in Flamme von bestimmter Temperatur eine bestimmte Glut anzunehmen, also selbst auf eine bestimmte Temperatur zu kommen?

a) Versuche mit Drahtnetz:
Drahtnetz in Flammen gehalten schneidet diese ab. Wie weit, wie lange?
Wann wird es selbst glühend?
Durchgießen brennender Flüssigkeiten. Welche Arten?
Unterschied: abgeschnittene Flamme leuchtend oder nichtleuchtend — Katalyse des Kohlenstoffs in ersterem Fall?

b) Versuche mit Drahtnetz:
Gas, z. B. Leuchtgas, durch Drahtnetz strömen lassen, oberhalb desselben anzünden: es schlägt nicht durch! Warum schlägt es hier überhaupt nicht durch, während es bei Versuch a nach einiger Zeit zur Aufhebung der Trennung kommt? Brennbare Flüssigkeit durchgießen, das Durchgeflossene anzünden!

683 Sicherung der Grubenlampe durch Drahtnetze.

Historisches zur Steinkohlengrubenbeleuchtung:
Davylampe mit Platinnachbrenner. (861.)
Drahtnetze: Metallart, Dicke, Maschenweite.
Doppelnetze.
Wirkung der Lampe im Schlagwettergemisch (Schlagwetter, 720):
Bildung der Aureole — Farbe, Höhe. (Prozentgehalt an CH_4.)
(Bei explosiver Grubengasmischung wird Lampenflamme ausgeschlagen!) (679, 796.)
Umstellung der Leuchtflamme auf nichtleuchtend resp. umgekehrt? Unter welchen Bedingungen?
Verhalten der Lampe in anderen Explosivgasgemischen?
(Zum Beispiel in Kanalisationsgasen mit H_2S.)
Besondere Lampentypen:
Gewöhnliche Lampe für Öl, Petroleum, Gas, Azetylen.
(Zündung: Zündbänder, Zündstreifen, 452.)
Ableuchtlampen.
Prüfung der Lampen.
Wetterlichtlampe (Akkumulator: Glühdraht zur Gasverbrennung).
Tönende Leuchtlampe!

684 Metallwolleeinlagen in Explosivgasleitungen.

Verhinderung von Gasexplosionen durch im Wege befindliche fein verteilte Metalle, z. B. Metallwolle (Ohmanns Versuche).
Art der Metallwolle. Feinheit der Wolle.
Menge der Wolle, die zur Verhinderung von Explosionsfortpflanzung notwendig ist.
(Vgl. dazu Versuch mit Metallkugeln in Papier!)
Einteilung der Metallwollversuche:
Verhinderung der Fortpflanzung von brennbaren Gasgemischen.
Verhinderung der Fortpflanzung von Gasexplosionen.
Diese Wollen müssen die Röhren ganz ausfüllen! (Vgl. Prfg. von H-Apparaten auf Luftabwesenheit!
Salzkottener Explosionskannen. (681.) Schlagwettersichere Motoren. (681.)

685 Nichtmetalle zur Verhinderung der Fortpflanzung von Explosionsflammen.

Verhinderung durch Ausfüllung von Röhren, in denen Verbrennung oder Explosionen fortgepflanzt werden, mittels fein verteilter Nichtmetalle: Glaswolle, Glasfiltertiegel, Kiestöpfe. (Vgl. 684.)
Gasmaskenkohle auch brauchbar, obwohl sie selbst brennbar ist?
Unterschiede gegenüber den 684 verwendeten Feinmetallen? Katalytische Einflüsse?

686 Verhinderung von Staub-, Nebel-, Gasexplosionen bzw. ihrer Ausdehnung durch Zumischung von Gesteinsstaub und ähnlichen Nichtbrennstoffen.

Staub von Glas, Gur, Talkum, Sand, Gesteinsstaub, Bimsstein usw. (vgl. Phlegmatisierungsmittel bei Sprengstoffprüfung!). (778, 788.)
Feinheit der Materialien, ihre Wärmeleitfähigkeit, spezif. Wärme.
Staub wirkt verdünnend wie inerte Gase, bringt große Zwischenräume zwischen die einzelnen verbrennenden Teilchen, dann wirkt er wärmeentziehend, so daß Zündtemperatur der nächsten Teilchen unterschritten wird. Inerte Gase — Stoffe brechen als Wandstoffe Kettenreaktionen ab. (626, 629.)
Gegenteilige Ansicht: Abel, Mallard, Bone nehmen im Gegenteil eine Konzentrierung der Wärme auf der Oberfläche der Staubpartikel des zugesetzten Gesteinsstaubs an! (Vgl. Oberflächenverbrennung!) (425, 517.)

Versuche zur Entscheidung dieser beiden gegenteiligen Ansichten.

Versuche von Gautzsch (Z. Schieß-Sprengstoffw. 1913, 38). Es kommt bei allen diesen Versuchen darauf an, ob die Mischung der Brennstoffe: Staub, Nebel, Gas, mit dem unbrennbaren Staub gleichmäßig durchgeführt wurde!

Versuche von Kruskopf zur Löschung von Grubengasbränden bzw. zur Verhinderung von Fortpflanzung von Schlagwetterexplosionen mittels Sandkipper: bei diesem Verfahren kann keine vollständig gleichmäßige Durchmischung erzielt werden, da die Zeit zu kurz ist. Wieweit geht überhaupt bei dem Kruskopfverfahren die Durchmischbarkeit? (Vgl. 674.) (861.) (724.)

Besonderes: Stäube von Stoffen, die erstickende Gase entwickeln. (CO_2, N, SO_2.) (Genügt bei Explosionen Zeit zur Bildung der Gase?)

Vernichtung von Explosionsflammen durch Besatz. **687**

Anwendung des Prinzips von 686:
Verhinderung des Verlorengehens von Sprengkraft (vgl. Sprengtechnik!) (s. 861), ferner Verhinderung des Herausschlagens einer Explosionsflamme, die besonders in Kohlenbergwerken gefährlich ist. (Vgl. Schlagwettersprengstoffe, 720.)

Art des festen Besatzes: Sand, Gesteinsstaub usw., wie bei 686,
dann fein zerstäubte Stoffe, die bei Erhitzung erstickende Gase abgeben: CO_2, N, SO_2. Reicht die Zeit bei der Explosion zu ihrer Entwicklung aus, um Explosion ersticken zu können? (686.)

Feuerdämpfung bei Sprengungen durch Wasservorlage und ähnliche Vorkehrungen. **688**

Einfluß nasser Schleier, nasser Zonen auf Ausbreitung von Explosionsflammen:
(Vgl. Verhinderung der Ausbreitung bei schnellverlaufenden Explosionen ebenso wie bei einfachen Feuern, Flammen?)

Erzeugung von Wasserschleiern.

Praktische Anwendung bei Sprengungen in Kohlenbergwerken, zur Verhinderung von Schlagwetter-, Kohlenstaubexplosionen!

Statt einfachen Wassers Salzlösungsschleier anwenden:
Bestimmte Wärmeeigenschaften der Salze wie oben erwähnt: Wärmeleitung, spezif. Wärmen, Siedepunkte der Salzlösung usw.

Welchen Durchmesser, welche Dicke muß ein solcher Wasser- resp. Salzlösungsschleier haben, um bestimmt Ausbreitung von Explosionsflammen zu verhindern?

Dämpfung des Mündungsfeuers. **689**

Mündungsfeuer. (Cranz II, 185.) (s. 717, 674.) (Die drei Bedingungen zur Erzeugung von Feuer!)

Warum entsteht Mündungsfeuer nicht an der Mündung, sondern einige Meter davor? Wie weit ist es sichtbar, am Tage, in der Nacht?

Welche Größe nimmt das Mündungsfeuer an? Ausmaße usw.

Versuche zur Dämpfung des Mündungsfeuers (s. u.) mittels Wasserschleier usw. (Z. Schieß-Sprengstoffw. 1934, 247.)

Bezügl. Dämpfung vgl. 688, ferner Besatz bei Sprengung, Wirkung des Kruskopf-Verfahrens. (686.) (Vgl. alte Lampen mit Sandbesatz.)

Formel von Brunswig — Art. Rundschau 1925, 366.

Verwendung von Alkalichloriden. (S. bei Schlagwettersicherheitssprengstoffen. (Jb. Mv. 1910, 145.) (720.)

a) KCl.

b) 66,5 % KCl, 33,5 % Vaseline (Düneberger Salz).

c) 44 % Weinstein, 56 % Vaseline (Pf. Spandau).

KCl gibt u. U. Anlaß zur Rostbildung, Salz c neigt zur Entmischung.

Versuche mit Borax, Oxalaten, Citronaten, palmitinsaurem Al. Letzteres sowie Dicyandiamid hatten gewissen Erfolg, weil neben Beseitigung des Mündungsfeuers weißer Rauch erzielt wurde, der sich günstiger verhielt als Rauch bei Fettstoffen. (Versuche mit Dicyandiamidinderivaten.)

Versuche mit Alkaliseifen, Harnstoff, Nitroguanidin usw.: durchweg Beseitigung des Mündungsfeuers auf Kosten von Raucherhöhung!
Die Vorlagen bewirken größere Streuung; Anfangsgeschwindigkeiten meist um 3 bis 15 m, Schußweiten um 30—300 m vermindert.
Knalldämpfer (s. 749!) drücken Mündungsfeuer herab!

69 Feuer-, Flammschutz. Feuersichere Lagerung. Feuerfeste Stoffe.

Feuerschutz soll auf Dauer gegen Einwirkung von Feuer überhaupt schützen, Flammschutz soll Flammenwirkung zunichte machen, vor allem gegen Stichflammen schützen! Feuerhemmende, feuerbeständige, hochfeuerbeständige Stoffe.
Wichtig im Luftschutz!

690 Feuerschutz durch anorganische Stoffe, die beim Brennen erstickende Gase entwickeln.

Historische Versuche.
Sulfite, Thiosulfate, S-Imprägnation: in Hitze Entwicklung von SO_2.
Ammoniaksalze, die beim Erhitzen NH_3 abgeben. (Teilweise Sublimation der Salze.)

Methodik der Imprägnierung:

Konzentration je nach Leichtigkeit des zu imprägnierenden Stoffes. Es darf kein Verderben des Stoffes — Faser — eintreten, ebenso kein Verfärben. Wichtig Eindringtiefe.
Anstrich. (Evtl. Abspringen im Feuer.)
Ummantelung.
Einlegeverfahren.
Druckimprägnierung, sogenannte Versteinerung (s. 081, 095).
Einarbeitung nicht wie eben nach Fertigstellung des Stoffes, sondern während der Fertigung:
Einarbeiten von Schutzstoffen, z. B. bei Papier, Faserstoffen im Holländer (vgl. Kampfer bei Schießwolle).

Materialienarten:

Holz: harzreich, harzarm (s. Zündhölzer gegen Weiterglühen, 453).
Kloben, gehobeltes Holz, Holzwolle.
Grünes, ausgetrocknetes Holz (Petunien an Eisenbahndämmen, 082).
Sperrholz schwer imprägnierbar, daher Zwischenschichten von Bakelit. Ist letzteres schwer brennbar? (062.)
Holz im Freien, in geschlossenen Räumen — Bodenräume, Munitionshäuser.
Stroh, Strohdächer.
Textilfasern, unverarbeitet, verarbeitet (anders als bei Holz im Feuer: Fasern werden allseitig vom Feuer erfaßt, Holz nur ein- oder zweiseitig!).
Pflanzenfasern: Baumwolle, Leinen, Nessel (Ballett-Kleider), Watte, Christbaum.
Tierfasern: Wolle, Seide.
Kunstfasern: Kunstseide, Zelluloid, Films (s. 049, 339).
Malleinewand, elektrische Leitungsdrähte.
Theaterkulissen, Innendekorationen.
Ballonhüllen.
Papier, Pappen. Besondere Arten: Buntpapiere, Dachpappe.
Lacke, Malerfarben: Steigt durch Lackierungen Feuergefährlichkeit der lackierten Gegenstände?

691 Feuerschutz durch anorganische Substanzen, die in Hitze inkrustierenden Glasüberzug geben.

Oxyde von Al, Sn, Ti.
Sulfate von NH_4, Ca, Ba, Al, Pb.
Wolframate, Molybdate ebenderselben Metalle.
Phosphate ebenderselben Metalle. (Intrammon, Locron.)
Borate ebenderselben Metalle. Borax.

Kieselsäure, Silikate ebenderselben Metalle. (Asbest.)
Vgl. Austreiben von Säuren durch Säuren:
CO_2, HCl aus Salzen durch Schwefelsäure.
H_2SO_4 aus Salzen durch Phosphorsäure.
P_2O_5 aus Salzen durch Borsäure, Kieselsäure.
(Maßgebend sind immer die Siedepunkte der Säuren!)
Imprägnierarten, Materialarten wie bei 690.
Vgl. dazu: Verkieseltes Holz in der Natur. (699.)
Besondere Fabrikation des Panzer-Steinholzes!
Zusatz von Sand zu organischen Reaktionsmassen, um Verkohlung zu verhüten!

Feuerschutz durch Anstriche mit schlechter Wärmeleitung. **692**

Anstrichmassen, die schlechte Wärmeleitung besitzen, daher Feuer schlecht annehmen!
Imprägnierarten, Materialarten wie in 690.

Feuerschutz durch Metallsalze organischer Säuren. **693**

Salze von Karbonaten (Harnstoffsalze). (693.)
Salze von Formiaten, Azetaten, Lactaten usw.
Imprägnierung, Materialarten wie in 690.

Feuerschutz durch schwer brennbare organische Stoffe. **694**

Einarbeiten von Harnstoff in Substanzen. (693.)
Kunstpreßstoffe mit Harnstoffgrundlage.
Zellonfeuerschutz von Holz usw.
(Schwerbrennlichkeit von Zellon selbst s. 049.)
Dünne wärmeisolierende Kohleschicht schützt Holz! (699.)
Einarbeitung von Apyrinstärke bei Geweben, Papier.

Prüfmethoden der Feuerimprägnierung. **695**

Brennprobe im gewöhnlichen Feuer: (894).
Imprägniertes Material allein geprüft.
Gemeinsame Prüfung von imprägniertem und unimprägniertem Material. (Art trockener Destillation).
Prüfung gegen Feuer, gegen Flammen! Prüfmethoden — Metz, V. d. I. 1936, 660.
Dabei erhaltene Aschen. Untersuchung wie bei Kohlenaschen. (031.)
Sinterprobe, pyrographische Methode.
Weißbrand der Materialien?
Lattenverschlagprüfung. Feuerrohrverfahren.
Türversuch.
(S. Gemischbrändeuntersuchung nach dem Brande!) (084.)

Prüfung der Imprägnierung mit besonders heißen Flammen. **696**

Prüfung wie eben angegeben gegen heiße Flammen:
Stichflammen von der Lötlampe.
Thermitfeuer, Thermitbrandbomben (s. Luftschutz).

Feuersichere Lagerung. **697**

Lagern einzelner Stoffe, die feuergefährlich sind:
Schutzgassicherung (Martini-Hünecke).
Sättigungsverfahren (Dämpfe über Explosionsgrenze des betr. Stoffes hinaus konzentriert).
Wasser bzw. Wasserdruck.
Zusammenlagern von verschiedenen Stoffen:
Gefährlichkeit verschieden!
Öle (Gefahrenklassen, Eisenbahnverkehrsordnung).
Spreng-, Schießmittel (evtl. + Zündmittel).
Beförderung nach Gefährlichkeit (Eisenbahnverkehrsordnung).
Blitzsicherung. (798.) Alarmeinrichtung für Feuer.

698 Feuersichere Abstände brennbarer Stoffe.

Welche Abstände müssen brennbare Stoffe voneinander haben, um bei einem Brande isoliert zu bleiben? Stichflammenlänge (s. 464).
Abstandsbreite bei Gräben an waldbewachsenen Eisenbahndämmen.
Abstandsbreite bei Munitionshäusern voneinander, von Wohnhäusern.
Messung der Stichflammenlängen! (464.)

699 Feuerfeste Materialien.

Abgesättigt mit Sauerstoff. Schlechte Wärmeleitung, hoher Smp.
Durchweg Nichtmetallverbb.: Asbest, Glas, Glaswolle, Glaswatte (Drahtglas?), Steine, Mörtel, feuerfester Formsand, Tone, Beton, Porzellan. (Wichtig für Bauten als Sicherung gegen Fliegerbrandangriffe.)
Feuersicher, wenn auch nicht mit O abgesättigt:
Graphit (Tiegel, Retortengraphit, Bogenlampenkohle).
Karbide (Wolframkarbid-Geldschränke).
Holzpfeiler im Feuer stabiler als Eisenträger; letztere verbiegen. (694.)
Steinholz. (691.)

Explosionsmomente, allgemeine. 7

Explosion: Definitionsbegründung. Explosion physikalisch, unecht. 70

Definition von Explosion, Detonation (ungerichtet, gerichtet). Bau der Explosivstoffe. 700

Explosion ist eine Impulserscheinung in Luft, verbunden mit Zerschmetterungserscheinungen!

Definition d. V. d. J. genügt nicht: Explosion ist eine auf dem Ausdehnungsbestreben von Gasen oder Dämpfen beruhende, plötzlich verlaufende Kraftäußerung, gleichgültig, ob die Gase oder Dämpfe bereits vor der Explosion vorhanden waren oder bei derselben gebildet wurden! Denn: es fehlt Zerschmetterungsmoment. Ferner ist Explosion von Gemischen aus Chloraten + Al nicht direkt an Gase oder Dämpfe gebunden! (Vgl. Definition nach Nernst.)

Physikalische = unechte, chemische = echte Explosion!

Impuls s. u., ist momentane, sich der direkten Beobachtung entziehende Kraft-Stoßäußerung.

Zu unterscheiden: innerer, äußerer Impuls!

Innerer Impuls bei Auslösung im Sprengstoff selbst durch Initialzündung, äußerer Impuls die Stoßwirkung in Luft hinein, die Explosionsfernwirkung!

Chemische Explosion ist die durch bestimmte Auslösungsart bedingte chemische Umsetzung eines Stoffes, gekennzeichnet durch:

a) chemisches Moment = Feuer (exotherme Reaktion), Unterschied gegen physikalische Explosion.

b) physikalisches Moment = Knall = Luftstoßbewegung, überleitend zu:

c) sprengtechnisches Moment = Zerschmetterung der Umgebung (bedingt durch Stoß = hohe Geschwindigkeit, Nahstoß und dadurch bewirkter Fernstoß).

Statt Zerschmetterung kann bei Schießmitteln Treibwirkung auf Geschoß treten!

Letzteres Moment leitet über zu den eigentlichen Spreng- und Schießmomenten.

Explosivstoff der weitere Begriff, Sprengstoff der engere: Sprengstoff ein zum Sprengen geeigneter Explosivstoff! (Definitionsvergleich Langhans-Schimank- Thermite.)

Ungerichtete, gerichtete Explosion:

Unterschied bezieht sich auf äußerlichen Ablauf:

Entweder Explosion in freiem Raum ohne besondere Vorzugsrichtungen oder von vornherein mit bestimmter Richtung.

Innerlich betrachtet verlaufen fast alle Explosionen nach gerichtetem Typus, da durch die Initialzündung durchweg eine bestimmte Richtung vorgezeichnet wird. (Ausgenommen Zentrumszündung einer Kugel!)

Ungerichtete Explosion, wenn z. B. Trinitrotoluol, auf Haufen liegend entzündet, von reiner Verbrennung in Explosion übergeht.

Gerichtete Explosion, wenn Granate oder Bohrpatrone mit Trinitrotoluol vom Zünder her gezündet wird.

Ebenso sind Sprengungen in Bohrlöchern gerichtete Explosionen; vgl.: Sprengschuß, Schießen im Bergwerk.

Schüsse mit Treibmitteln aus Waffen sind sämtlich gerichtete Explosionen.

Teilweise gerichtet, wenn Fp 02 in geschlossenem Raum oder in Umwallung detoniert!

Ungerichtete Explosionen gehören zu allgemeinen, gerichtete Explosionen zu speziellen Explosionsmomenten.

Zu Sprengungen bzw. zur Erzielung von Sprengwirkungen werden benutzt:

ruhende Sprengstoffe (lagernde Minen, Bergwerkssprengung),

bewegte Sprengstoffe (fliegende Granaten, Fliegerbomben).

Explosion 1. Ordnung = Detonation:
gekennzeichnet durch Bildung einer Detonationswelle, also mit konstanter Geschwindigkeit verlaufend.
(Einschluß unmaßgeblich, abgesehen vom Zi-Versuch der reinen Ringnitrokörper im zugeschmolzenen Glasrohr.)
Explosion 2. Ordnung = Explosion, mit verschiedener Geschwindigkeit verlaufend.
Verpuffung (s. dort) = langsamere (teilweise?) Zersetzung mit dumpfem Geräusch.
(Einschluß maßgeblich.)
Deflagration (s. dort) = rasches Abbrennen ohne Geräusch!
Ausblasen = Auskochen = zischende Zersetzung ohne Feuer, ohne Knall. Besondere Schwaden (s. 739, 879).
Die meisten Bestimmungen auf dem Sprengstoffgebiet sind Vergleichsbestimmungen. Absolutwerte wie Energieinhalt deshalb besonders wertvoll.
Bau der Explosivstoffe (vgl. Bau der Brennstoffe 620 usw.).
Explodophore Gruppen nach vant Hoff.
Explosivstoffe und chemische Konstitution.
Wichtigkeit der endothermen Bildungswärme (s. 627, 628).
Kettentheorie wichtig für Ablauf der Explosion:
(vgl. Kettentheorie bei Brennstoffen 662).
(428: induzierte, gekoppelte Reaktionen.)

701 Explosion, physikalisch: Entlastung hochgespannter Gase. Gewöhnl. Temperatur.
Maßgebend Plötzlichkeit des Vorgangs, also Geschwindigkeit (bei physikalischer wie bei chemischer Explosion).
Übergang eines Gases oder Dampfes von kleinem Volumen, hohem Druck auf großes Volumen bei gewöhnlichem Druck.
Zerknall eines Autoreifens. (740.)
Auf aufgeblasene Tüte plötzlich mit Hand schlagen. (703.)
Zerspringen von Gasbomben, Gasflaschen:
(vgl. Zerreißen einer CO_2-Bombe mit Explosion des Kohlenstaubes, beide liefern CO_2). (Druckwellenpendelung 765.)
Abbrechen der Spitze von einem gasgefüllten Bombenrohr nach Reaktion im Schießofen! (Gummiball unter Rezipient der Luftpumpe. 744.)
Splitterwirkung (vgl. u. bei chemischen Explosionen!).
An welcher Stelle bricht Rohr oder Gasflasche? (Materialfehler!) Zahl, Größe, Flugweite der Splitter!
Gasdruckmessung (vgl. bei chemischen Explosionen!).
Knallmessung (vgl. bei chemischen Explosionen!).
Ausführung dieser Explosion unter Flüssigkeiten (Wasser)!
(Vgl. mit chemischen Sprengungen unter Wasser!)

702 Explosion, physikalisch: Entlastung hochgespannter Dämpfe. Hohe Temperatur.
Wie 701, nur hohe Spannung der Dämpfe bei höherer Temp.
Dampfkesselexplosion. Papinscher Dampftopf. — (Krupotopf.)
Explosion von Flüssigkeiten, Feststoffen, in geschlossenem Reagensglas erhitzt: Naphthalin.
Zerplatzen eines Bombenrohres im Schießofen!
(Versuche nach Lassar-Cohn 1906, Bd. 1 p. 97 — Arbeitsmethoden.)
(S. Materialprüfung — Gegendruckwirkung.) (896.)
Wirkungsbeurteilung wie 701!

703 Explosion, physikalisch: Entspannung flüssiger Gase.
Momente wie 701.
Beim Zerbrechen einer mit fl. CO_2 gefüllten Glasröhre Explosion. Ebenso bei anderen Gasen.
Verflüssigte Gase nicht in Gasflaschen füllen! Explosionsgefahr!
Vgl. zugebundene Tüte, Gummiblase, mit Flüssigkeit gefüllt, aus großer Höhe fallen lassen (s. 701).
Wirkungsbeurteilung wie bei 701.
Vgl. dazu Leidenfrosts Phänomen! (663.)

Explosion, physikalisch: Implosion. **704**

Gegensatz zu 701, 702, 703: Im Innern kleiner Druck, ev. Vakuum, außen Atmosphärendruck.
Zerdrücken von Glühlampen (s. 740), Vakuumgefäßen.
Eindrücken von Dewargefäßen durch Eingießen von fl. Luft an Glasschmelzstellen vorbei!
Wirkungsbeurteilung wie bei 701.
Besonders: Wirkung unter Flüssigkeiten (Wasser).

Explosion, physikalisch: Plötzlicher Gasdruck durch hohe Temperatur. **705**

Große Druckentwicklung dadurch, daß plötzliche hohe Temp. Gase ausdehnt! (Siehe Ausdehnungsgesetze der Gase!) (629.)
Wirkung des elektrischen Funkens auf Gase, Blitz (Donnerknall!).
(Vgl. elektr. Stoßverdampfung.) (790.)
Unterschied, ob Gas in unbegrenztem Raum (weite Luft durch Blitz) oder in bestimmtem Volumen abgeschlossene Luftmenge durch elektr. Funken plötzlich hoch erwärmt wird.
Wirkungsbeurteilung wie in 701.
Besonders: Wirkung unter Flüssigkeiten (Wasser).

Explosion, physikalisch: Druckentspannung bei Feststoffen (Flüssigkeiten). **706**

Bologneser Glasträne. (715.)
Explosives Antimon (s. 017.)
Explosive Flüssigkeiten (nicht verflüssigte Gase!).
Wirkungsbeurteilung wie bei 701.
(Vgl. Stoßwirkung: besitzt eine Bologneser Glasträne initiierende Eigenschaften?)
Wirkung unter Wasser, z. B. bei Glastränen (Stoßfortpflanzung).

Physikalische Sprengversuche. **707**

Benutzung der vorerwähnten Explosionsmöglichkeiten physikalischer Art, um Sprengungen durchzuführen?
Patronen mit Gasen gefüllt, durch elektr. Strom erhitzt, Sprengwirkung?
Patrone mit Wasser, elektrolytisches Knallgas, elektr. gezündet. (119.)
Trockeneissprengung. (039.)

Explosion, physikalisch: Druck durch chemische nichtexplosive Vorgänge. **708**

Gasdruckentfaltung: Cl-Entwicklung bei Lagerung von Chlorkalk in geschlossenem Gefäß.
Ähnlich bei Ferrosilizium, Aluminiumchlorid in geschlossenem Gefäß.
Selbstexplosionen bei Aufbewahrung von eingeschmolzenen Stoffen: Brenztraubensäure! Isoamylnitrit.
Gaswirkung bei geschlossenem Gefäß mit Kalk und Wasser.
Wirkungsbeurteilung wie bei 701.

Molekülbewegung bei Explosionen nach kinetischer Gastheorie. **709**

Aufstellung der kinetischen Gastheorie, Auswirkung derselben auf vorgenannte physikalische Explosionen. (629.)
Mittlere Molekulargeschwindigkeit. Mittlere Molekularweglänge.
(Schwingungen nach Schieferstein: Vgl. Explosionsstoß, 793.)
Explosion lediglich durch Druckeinwirkung: Molekülverschiebung bei Bridgemanns Versuchen. 785, 890, 898.

Feuer als Explosionsmoment. 71

Feuer bereits bei Besprechung der Einzelstoffe (A 0, A 2, A 3), ferner im Abschnitt Feuer A 5 behandelt. Außerdem gestreift bei Explosionen von Gas, Nebel, Staub in A 1. Bei Vergleichen sind diese genannten A K heranzuziehen. Hier handelt es sich um Zusammenstellung der Feuererscheinungen bei allen explosiven chemischen Umsetzungen, ohne Rücksicht darauf, ob Explosion oder Detonation vorliegt.

Im übrigen ist die Einteilung hier bei Feuer als Explosionsmoment nicht genau die gleiche wie bei Knall (740) als Explosionsmoment, weil überall der Eigenart der Momente Rechnung zu tragen ist.

710 Feuer bei Explosion von Gas, Nebel, Staub.

Es handelt sich hier durchweg um ungerichtete Explosionen, z.B. bei Explosion von Leuchtgas in Wohnraum, Kohlenstaub in Stollen. Ferner durchweg um Explosionen in geschlossenen Räumen, Zündung beliebig. Bei Nebelexplosion im Motor insofern eine gewisse Richtung vorhanden, als sie der nachgebende Stempel bestimmt, jedoch nicht ausschließlich von innen heraus wie bei der Waffe (s. 718).

Feuermoment wie bei 711.

711 Feuer bei ungerichteter, gerichteter Explosion von Sprengstoffgemischen.

Gleichgültig, ob praktisch als Spreng- oder Zündmittel benutzt. (Schießmittel 717, 718.) Gleichgültig, ob Explosion oder Detonation. Es handelt sich hier um Gemische von Passiv- mit Aktivbrennstoffen, also findet hier Explosion als Art schneller Verbrennung statt.

Schwarzpulversprengstoffe. (717.)
Ammonsalpetersprengstoffe.
Chloratsprengstoffe.
Flüssigluftsprengstoffe.
Leucht-Signalsätze s. 712. Zündsatz-, Sprengkapselsatzmischungen.

Ungerichtete Explosion:

Aggregatzustand des Stoffes. Feststoffe lose.

Zündungsart: Zi, Za:
(bei Sprengkapsel-Zündhütchenzündung tritt ev. deren Feuer in der Gesamtfeuererscheinung auf!)

Explosion an gewöhnlicher Luft, an Luft von anderer Zusammensetzung (s. 720).

Sprengstoff nur gemischt oder aus Komponenten zusammengeschmolzen.

Sprengstoff bei gewöhnlicher Temperatur, vorgewärmt, vorgekühlt.

Erklärung: Woher stammt Feuer? Woher Flamme?
(Z. B. bei Chloratsprengstoffen nur Glüherscheinung!)

Besteht Unterschied zwischen Explosionsfeuer und Detonationsfeuer?
Röntgendiagrammaufnahmen während der Explosion vgl. 624.

Ist Feuerballenstärke proportional der Sprengstoffmenge?
(Verschiedene Sprengstoffe, gleiche Menge.)

Helligkeitsmessung: (548.)
Besonderer Helligkeitseindruck im Dunkeln.
Radiometer. (Zeit zu kurz?) (s. 665.)
Photozellenmessungen 548, 492, 719.
Spektroskopische Aufnahme (Spektralflammen s. 667).

Besonders helles Licht bei Explosion einer Mischung von Tetranitromethan + Toluol in Argon (s. 719, 720). Das Licht hat Dauer von ⅛ millionstel sec; in Anbetracht dieser Tatsache ist das Licht heller als Sonnenlicht! (Vgl. 511, 513, 515, 516.) (C. r. d. sciences de l'Acad. d. s. 200, 543 — 1935.)

Helligkeit und Dauer:
Welche sekundlichen Unterschiede vermag das Auge noch zu erkennen? (Verwischen der einzelnen Eindrücke im Auge — Kino, Gedankenleitfähigkeit!) (548, 549.)

Grenze der Dauer eines Lichteindrucks bezügl. seiner Erkennbarkeit? (Kann man Flamme bei Knallgasexplosion wahrnehmen?) Schwellenwert!

Vergasungszeit eines Sprengstoffes nicht identisch mit Flammenzeit, Lichtentwicklung dauert länger; Explosionsgase sind nach Erreichen der Höchsttemperatur und des größten Volumens noch heiß genug, um weiter zu leuchten, dann können sekundäre Reaktionen (728) vor sich gehen, welche die Flamme strecken oder erneuern.

Wichtig Verhältnis: $\frac{\text{Flammenlänge in m/sec}}{\text{Detonationsgeschwindigkeit.}}$

Keine Proportionalität zwischen Flammendauer und Temperatur! (Stettb. 246, Kast 87.) (728.)

Messung von Länge — Dauer von Explosionsflammen.
(Photographische, kinematographische Aufnahme.) (Vgl. Rauchaufnahmen 906.)
(Vgl. Flammenbilder beim Dieselmotor, 156.)
Explosionsflammenbilder im rotierenden Spiegel von König; Spiegel eben, konvex, konkav.
Vgl. Leuchten bei Explosionsstoß. (784.)
Lichtmeßverfahren (s. Geschütze) (s. Schallmeßverfahren!) (742, 746.)

Gerichtete Explosion:

Art des Einschlußmaterials — seine Wärmeleitfähigkeit — Wirkung auf Feuererscheinung (Kohle, Erz, Gestein, Erde).
Sprengmittel:
Einschluß als Patrone in Bohrloch aus Stein, Erz, Ton, Erde, Eis.
Zündmittel:
Einschluß in Zündhütchen, Sprengkapsel; diese in Sprengstoff.
(Gerichtete Schießmittel s. 717.)
Versuche im Reagensglas offen, verkorkt, zugeschmolzen. (Vgl. Verpuffungspunktprüfung 419.)
Untersuchungen wie eben bei ungerichteter Explosion.

Besonders gerichtete Explosion:

Mischungen nicht frei, sondern in gepreßter Patronenform zur Explosion gebracht — Initialladung.
Gepreßte Patronen in Materialeinschluß: doppelt gerichtet!

Feuer bei ungerichteter, gerichteter gasloser Explosion von Sprengstoffgemischen. **712**

Hier im Gegensatz zu 711 nur Glut, keine Flamme möglich, da jedes Gas fehlt.
Hierher Feuererscheinung solcher Blitzlicht-Leuchtsatzmischungen, die bei Zündung durch Initiatoren kein Gas geben (s. 711).
Ungerichtet, frei bei Fertigung, beim Lagern in Magazinen (s. 711).
Gerichtet: in Patronen. (Das ruhige Abbrennen dieser Patronen gehört nach 564, hier nur das Feuer bei etwaiger Explosion (s. 711).
Buntfeuer bei ungerichteter Explosion von initiierten Signalfeuergemischen. (Vgl. ruhiges Abbrennen 584.)
Tritt bei Explosion der freien Signalsätze bzw. der zu Patronen gepreßten Sätze die Spektralfarbe — Buntfeuer — auf? (s. 711.)

Feuer bei ungerichteter, gerichteter Explosion von Verbindungen (Nitrokörper). **713**

Gleichgültig, ob praktisch als Spreng-, Zünd-, Schießmittel verwendet.
Gleichgültig, ob Explosion durch Zi- oder Za-Zündung herbeigeführt wird.
Gleichgültig, ob Explosion oder Detonation.
Es handelt sich hier um Verbindungen mit O im Molekül, meist in Form von NO_2. Der O reicht zur Verbrennung nicht aus. (O-Unterbilanz.) Daher stellt Explosion hier nicht eine völlige Verbrennung, sondern teilweise reinen Zerfall dar. (Mitte zwischen 711 und 713.)
Wichtig für Art des Feuers! Unterschied:
Kettenverbindungen.
Ringverbindungen (zerfallen schneller).
Ungerichtete Explosion (nach 711).
Tritt bei Detonation des Tetranitromethan-Toluolgemisches dieselbe hohe Temperatur auf wie beim Abbrennen derselben? (315, 711, 719.)
Gerichtete Explosion (s. nach 711).
Besonders gerichtet: Detonationszündschnur.
Besonderes:
a) Feuer bei Explosion von Nitrokörpergemischen untereinander: Ungerichtet, gerichtet.
b) Feuer von Nitrokörpern, -gemischen mit O-abgebenden Stoffen, welche die O-Unterbilanz ausgleichen sollen: Ungerichtet, gerichtet.

Feuer bei Deflagration, Verpuffung von Sprengstoffen. Knackfunken. **714**

Durchweg bei gerichteten Sprengstoffmischungen oder Sprengstoffverbindungen, zum Beispiel in Bohrlöchern.

Deflagration = Zeitlupe der Explosion = Verlangsamung derselben. (744.)
Unter welchen Umständen ist Deflagration absichtlich zu erreichen? Feuer oder Flamme?
Vgl. bei Einzelstoffen thermische Zersetzung als Vorstufe der Explosion! (Vgl. mit Teildetonation! s. 733, 793.)
Knackfunken als besondere Feuererscheinung: s. 756, 377, 502, 720, 744, 782.
Demonstration der Erscheinung durch Röhrenversuche. Wichtig: Weite der Röhren. (In engen Röhren kleinere Detonat.-Geschwindigkeit [s. dort]).
Vgl. Explosionen in Schmelzpunktsröhrchen gegenüber der Verpuffung im Reagensglas! (Vgl. mit Knackfunken im Eudiometerrohr!) (Na in engen Röhren.)
Knackfunken — Auftreten Beweis gegen Abels Lehre vom Wellensynchronismus. (Biltz, Ber. 26, 1378.)
Versuche mit allen Sprengstoffarten, besonders Nitrokörpern, ferner mit Gemischen der Nitrokörper untereinander sowie mit O-abgebenden Stoffen.
(Vgl. Feuer im Vakuum 723, die entsprechenden Knallerscheinungen 744.)

715 Feuer bei ungerichteter, gerichteter Explosion teilweise thermexplosiver Stoffe.
Teilweise Verbrennung, teilweiser thermexplosiver Zerfall: bietet Feuererscheinung dafür Charakteristikum?
Ungerichtete, gerichtete Explosion (nach 711, 713).
Diazoverbindungen von Ketten. (391.) (716.)
Diazoverbindungen von Ringen. (392.) (716.) (Z. B. Perchlorate derselben.)
Cyanide, Oxycyanide. (396.)
Oxalate. (397.)
Rhodanverbindungen. (394.)
Trinitrotriazidobenzol. (390.)
Azopikrinsäure. (392.)

716 Feuer bei ungerichteter, gerichteter Explosion von thermexplosiven Stoffen.
Gleichgültig, ob praktisch als Spreng-, Zünd-, Schießmittel verwendet.
Gleichgültig, ob Explosion durch Zi- oder Za-Zündung herbeigeführt.
Gleichgültig, ob Explosion oder Detonation.
Eine Verbrennung findet nicht statt, deshalb wichtig Art des Feuers. (Ev. Leuchterscheinung durch Explosionsstoß in Luft hinein! (s. 784.)
Ungerichtete, gerichtete Explosion (nach 711, 713).
Diazoverbindungen von Ketten. (391.) (715.)
Diazoverbindungen von Ringen. (392.) (715.)
Fulminate. (380.)
Azide. (385.)
Cl-, CN-Azid, Cyanurtriazid. (390.)
Halogenstickstoffverbindungen. (393.)
Schwefelstickstoff. (394.)
Knallammoniakverbindungen. (395.)
Azetylen, Azetylenide, Dichlorazetylen. (398.)

717 Feuer bei ungerichteter Explosion von Schießmitteln.
Schießmittel rauchstark = Schw.-P. (711).
Schießmittel rauchschwach. Nc-Pulver, Ngl-Pulver. Woher gelbe Flamme von rschw. P.? (572.)
Verhalten in bezug auf Feuer bei Initialzündung durch Sprengkapsel (sprengkräftig).
Gedrosselte, d. h. in Umsatzgeschwindigkeit herabgesetzte Schwarzpulver (Korngröße).
dto. durch besondere Oberflächenbehandlung gedrosselte rauchschwache Pulver.

718 Feuer bei gerichteten Schießmitteln = Mündungsfeuer.
Einfach gerichtet: Pulver aus Patrone abschießen, außerhalb des Laufs,
a) Patrone ohne verdämmendes Geschoß.
b) Patrone mit verdämmendem Geschoß.
Schießversuche ebenso aus Reagensgläsern, offen, verschlossen. (Material?)

Doppelt gerichtet:
Richtung der Explosion gegeben durch a) Initialzündung, b) Lauf der Waffe.
Progressivverbrennung (wie beim Motor s. 700) = eigentliches Mündungsfeuer.
Letzteres keine primäre, sondern sekundäre Feuererscheinung. (739.)
Schießmittel aus Geschütz geschossen oder aus Bohrloch als Sprengmittel gefeuert:
Tritt in beiden Fällen das gleiche Mündungsfeuer auf?
Sind Feuererscheinungen in beiden Fällen dieselben?
Ermittlung der Stelle vor Mündung, an der Mündungsfeuer auftritt!
Ursache ist Entzündung der herausschlagenden brennbaren Gase, die sich mit Luft erst mischen müssen, um verbrennen zu können, daher Feuer vor, nicht an Mündung!
Druck- und Geschwindigkeitsdiagramm. Ermittlung des Ladungsbruchteils, der in best. Augenblick abgebrannt ist. Näherungslösungen mit Hilfe der Thermodynamik (Sarrau, Gossot, Liouville, Bianchi usw.).
Ev. vor Mündung statt Verbrennung Explosion, so daß ein zweiter Knall auftritt und den ursprünglichen verstärkt (s. Knall!).
Scharfe Abgrenzung des Feuerballens?
Mündungsfeuer immer leuchtend, obwohl CH_4, H, CO nichtleuchtend verbrennen!
Feuerballen stärker bei Ngl-P. als bei Nc-P. (Gelbe Flamme wie bei 717?)
Unterschiede betr. Mündungsfeuer bedingt durch Waffenart:
Lang-, Kurzrohrgeschütze, Gewehre, Pistolen. Besonders beim Gerlichgewehr (s. 808).
Bei großen Mörsern zuweilen Feuerschlangen, die aus der Mündung kriechen.
Besonderes Mündungsfeuer bei Knalldämpfern! (s. dort.)
Verraten der Stellung bei Nacht. Lichtmeßverfahren. (711.)
Verhinderung, Dämpfung durch bestimmte Zusätze zum Pulver (s. Feuerlöschung!) (689.) (Stettb. 210.)
Eigenartige Doppelflammer nach Untersuchungen von Neubabelsberg: Zuweilen 10 bis 15 sec nach Fallen des Schusses bei festem Verschluß nochmalige, mit schwächerem Knall verbundene Entzündung des noch im Rohr befindlichen Gasgemisches an der Mündung, wenn Wind auf Mündung gerichtet ist (Jb. Mv. 1903, 140).
Nachflammer = Stichflamme beim Öffnen des Verschlusses durch Hineinschlagen von Wind (Stettb. 210). Entzündung oft durch glimmende Kartuschbeutelreste! Ausblasen des Rohrs mit Druckluft! (728.) (Vgl. Nachflammer bei Sprengstoffen, s. Grubengas.) (728.)
Feuer von herausgeschleudertem Pulver, das außerhalb des Rohrs weiterbrennt.
Mündungsflamme (Kast 95).

Explosionswärme. Explosionstemperatur. Anwendung von Explosionsflammen. Ionen. 719

Ermittlung der Explosionswärme im Kalorimeter (600, 601) (vgl. Cranz III, 178).
Bomben von Berthelot, Noble, Sarrau, Vieille, Mahler-Kröker. (612.)
Bezl. Explosionstemperatur zu überlegen:
1. Temperatur zur Erregung der Explosion = aktive Expl.-Temp. (419, 785.)
2. Temperatur als Folge der Explosion = passive Expl.-Temp.
Beide identisch? Hier handelt es sich nur um passive Expl.-Temp.!

Berechnung:

Aus Wärmemenge und spez. Wärme (639.) (Kasts Angleichverfahren!)
Berechnung aus Gasdruck nach Gleichung von Clausius-Poisson: 629, 163.
(Kontrolle: Berechnung des Gasdruckes aus ev. kalorimetrisch ermittelter Temperatur. Nur bei langsam explodierenden Stoffen.)
Berechnung aus kinetischer Gastheorie nach Wolff: Molekulargeschwindigkeiten der Gase 759, 789. (Vgl. kinetische Gastheorie bei physikalischen Explosionen.)
(Dazu Planetenatmosphären-Entweichungsgeschwindigkeiten in der Atmosphäre — 993.)
Berechnung der Explosionstemperatur aus Kombination der Geschw. der Detonationswelle und Schallgeschwindigkeit (Stettb. 53). Errechnet z. B. 40 000° im ersten Moment der Detonation.
Vgl. Leuchteffekt bei Detonation: Lichtausbreitung läuft der eigentlichen Detonation voraus! (784.)

(Nach Stettbachers Studien — Nitrozellulose-Zeitschr. — ist ‚Stoßwellentemperatur in Luft = 10 700°, in Argon 27 000°.)

Messungen der Explosionstemperatur:

Wegen der Kürze der Explosionszeit schwer durchführbar.
Messungen im Kalorimeter mit eingebauten Thermoelementen: Vgl. 609, ferner Cranz II, 57, 185.
Bildung von Fulguriten wie beim Blitz. (797.)
(Vgl. tiefblaue Durchschlagstellen in Dampfkessel. (864.)
Gewichtsdifferenz an engen Metallöffnungen, durch die Explosionsgase schlagen. (Ullmann, Enzycl. V 64.)
Feststellung von Spektren während der Explosion: (s. 574).
Spektrum kontinuierlich nach Untersuchungen von Wächter (Z. anor. u. allgem. Chemie 121, 225. C. C. 1922 III 469).
Besondere Spektrenaufnahmen bei Verwendung von besonderen Spektralsalzen, z. B. von solchen der Ringnitrokörper (s. dort 350 usw.). Explosivwirkung — Absorptionsspektrum 579.
(Photozellenmessungen? 548, 492, 710.)
Thermoelektrische Zelle mit Bi-Ag oder lichtelektrische Thallosulfidzelle. 548 (666.)

Technische Ausnutzung der hohen Explosionstemperatur:

Versuche der Drosselung der Detonationsgeschwindigkeit und damit der Gefährlichkeit. (s. Phlegmatisierung.) (788, 778.)
Benutzung der Temperatur zur Durchführung von chemischen Reaktionen, da sie trotz der Drosselung höher als die des elektr. Lichtbogens ist.
Vgl. dazu: Anwendung der hohen Temp. von Tetranitromethan-Toluolgemischen zum Durchbrennen von Drahthindernissen im Kriege. Bei Kettennitrokörpern niedrigere Explosionstemperatur als bei Ringnitrokörpern, daher leichtere Explosionsgefahr bei ersteren (s. 315).
Vgl. ferner hohe Temperatur der Zyanflamme! Ev. Zumischung von $(CN)_2$ liefernden Substanzen zu Sprengstoffen!

Flammenionen in Explosionsflammen:

Daraus Schluß auf Explosionstemperatur? (518.) (739.)
Vgl. Schwadenionen nach Poppenberg. (739, 755.)
Vgl. Feuerlöschung durch Betätigung von Flammenionen. (518, 671.)

72 Explosionsfeuer und Zündwirkung auf Umgebung: Schlagwettersicherheit.

720 Feuer ungerichteter, gerichteter Explosionen in unbrennbaren Gasen.

An Luft von kleinerer Aktivität, d. h. Luft von geringerem O-Gehalt als 21%.
In reinem Stickstoff, in reiner Kohlensäure.
In reinem Edelgas, z. B. Argon. (s. 315, 711): Explosion von Tetranitromethan-Toluol besonders hell in Argon!)
Explosion von Gasen, Nebel, Rauch. (710.)
Explosion von Sprengstoffgemischen. (711.)
dto. Sprengstoffverbindungen. (713.)
dto. Thermexplosivstoffen. (715.)
Versuchsstollen.
(Auftreten von Knackfunkenerscheinungen dabei: Vgl. 714.)
Bradshaws Versuche: Knallgasexplosionen in gleichmäßigem, in verjüngtem Rohr — adiabatische Kompression der Gase? (Vgl. 786, 796, 780, 782.)
Besonderes: Versuche wie vor in Gasen wie F, Cl, die passiv unbrennbar, aber aktiv sind.
Gleiche Untersuchungen wie eben bei ungerichteten auch bei gerichteten Explosionen.
Dieselben Arten von umgebenden Gasen.
Abtun von patronierten Sprengstoffen aus Bohrlöchern heraus.
Besonderes bei Schießmitteln: Schüsse in Luft, die besonders viel CO_2 enthält.
Schußflammen in andere Gase hinein!

Feuer ungerichteter Explosionen in brennbaren Gasen (Grubengas). **721**

Sprengstoffe wie 720, frei gezündet in Luftarten mit verschiedenen Mengen brennbarer Gase: H, CH_4, Leuchtgas usw.

Unterschied, ob in der den Sprengstoff umgebenden Luft das Explosionsgemisch mit H, CH_4 usw. vorhanden ist oder ob es und um wie viel darunter bzw. darüber liegt.

Feuer gerichteter Explosionen in brennbaren Gasen. (Grubengas.) **722**

Sprengstoffe wie 720, in Knallgas, Methan, Leuchtgas, Azetylen, usw.

Schüsse hinein in Gase wie Knallgas oder Wasserstoff, Methan, Leuchtgas, Azetylen usw.

Sprengschüsse aus Bohrlöchern in Wasserstoff, Leuchtgas, C_2H_2.

Sprengschüsse in Grubengas hinein: Wettersicherheit! (Vgl. Methan, Methanexplosion!) (Nellissens Grubengasdiffusiometer. 041. 925.

Möglichkeit der Zündung von Grubengas usw. durch adiabatische Kompression (s. 720 Bradshaw). (Nach Kast 91 Zündung durch Wellenschlag!)

Feuererscheinung bei ungerichteten, gerichteten Explosionen im Vakuum. **723**

Feuererscheinung vergleichen mit derjenigen dieser Stoffe an Luft, resp. an besonderer Luft. (787.)

Sprengstoffarten wie bei 720.

Besonders: Verhalten der Fulminate, Azide.

Vgl. dazu 744: Explosion im Vakuum und Knall.

Feuererscheinung ungerichteter Explosionen in unbrennbarem Nebel, Staub. **724**

Nebel, Staub im Gemenge mit Luft. Mengenverhältnis Staubfeinheit. (900, 910.) Art dieser Luft: gewöhnliche, also unbrennbare; anormale, aber unbrennbare.

Sprengmittel wie bei 720.

Durchweg handelt es sich hier um Löschverfahren bei auftretenden Explosionsflammen: (s. 686).

Unbrennbarer Nebel ist meist Wasserdampf.

Unbrennbarer Staub ist meist Gesteinsstaub, Staub von Salzvorlagen bei Dämpfung des Mündungsfeuers. (689.)

Zusatz von Halogenen, also von Cl, zur Luft.

Besonders: Unbrennbarer Nebel, Staub an brennbarer Luftmischung!

Feuererscheinung gerichteter Explosionen in unbrennbarem Nebel, Staub. **725**

Wie eben, nur Schüsse von Sprengstoffen aus Bohrlöchern oder von Schießmitteln aus Rohren in die Nebel- oder Staubatmosphäre hinein.

Unterschiede.

Feuererscheinung bei ungerichteten Explosionen in brennbarem Nebel, Staub (Kohlenstaub). **726**

Explosivstoffe wie bei 720.

Es handelt sich um Wirkung von Flammen von irgendwelchen Explosionen auf gerade anwesenden brennbaren Nebel oder Staub.

Nebel, Stäube zusammen mit Luft. (Verschiedene Luftarten, unbrennbar, brennbar. U. U. also Gemisch aus brennbarer Luft = Gas + brennbarem Nebel oder Staub. (s. 150, 180.)

Besonders wichtig Kohlenstaub: Verhalten von Sprengschüssen zu Kohlenstaubarten der verschiedenen Kohlen, zu verschiedenen Feinheiten der Kohlenstäube, zu Kohlenstäuben, die bestimmte Gasarten, z. B. CH_4, ferner auch noch feste Stoffe enthalten, z. B. Metallstäube, die ev. katalytisch wirken können!

Wichtig: Bildung von Gas — CH_4 — durch Hitze der Explosivstoffe aus dem ursprünglich allein vorhandenen Kohlenstaub!

Untersuchungsmethoden im Versuchsstollen, mit Bewetterung, Aufwirbelungseinrichtungen für Kohlenstaubwirbelung.

Mengen des Kohlenstaubes?

Statt Versuchsstollen Versuchskohlenmörser! (728.)

Sprengstoffe sind gegen Kohlenstaub auf andere Weise sicher zu machen als gegen Grubengas — Unterschiede?

Besondere Stäube: solche von Sprengstoffen!

a) Explosion von Alkoholdampf in brennbarem Staub, besonders solchem von Nitrokörpern.
b) Explosion von Nitrokörpern in Alkoholdampf, -nebel.

727 Feuererscheinung bei gerichteten Explosionen in brennbarem Nebel, Staub (Kohlenstaub).

Wie eben, nur mit patronierten Sprengstoffen resp. mit Schießmitteln aus Geschützen.
Explosivstoffe wie bei 720.
Grenzladungen. (485.) (728.)

728 Schlagwettersicherheit.

Wettersicherheit umschrieben durch Flammenlänge, -dauer.
Keine Proportionalität zwischen Flammendauer und Explosionstemperatur (Stettb. 246. Kast 87). Grenztemp. in Gestein 1900°, in Kohle 1500°, dürfen nicht überschritten werden! (711.) (166.)
Vergasungszeit eines Sprengstoffes nicht identisch mit Flammzeit; Lichtentwicklung muß länger dauern, weil Explosionsgase nach Erreichung der Höchsttemp. und des größten Volumens noch einige Zeit heiß genug sind, um weiter zu leuchten, dann weil sekundäre Reaktionen vor sich gehen können, welche die Flamme strecken oder erneuern (s. 711, 739).
Nachflammung (s. Nachflammer bei Geschütz 718). (Andere, nicht sichtbare Merkmale — Stettb. 248.) (s. 706.)
Nachflammung steht für jeden Sprengstoff in besonderem eigenen Verhältnis zur Detonationsgeschwindigkeit, ist ausschlaggebendes Merkmal für Schlagwettersicherheit. Je kleiner Verhältnis:

$$\frac{\text{Flammenlänge in m/sec}}{\text{Detonationsgeschwindigkeit}},$$

um so besser. Z. B. bedeutet 1 : 5: Flamme erscheint 5mal so lange, wie Detonation an Zeit gebraucht. Für Kohlenbergbau verlangt 1 : 10.
Verhältnis ist bei Ammonit = $^1/_{10}$, für Dynamit = $^1/_{24}$, für Schw.-P. = $^1/_{300}$, für Sprenggelatine = $^1/_{800}$.
Bei eigentlichen Wettersprengstoffen fehlt Flamme, auch photographisch keine Flamme zu erkennen, weil t von 1230° Lichtempfindlichkeit zu sehr verkleinert. Zugelassene Höchsttemp. = 1500°.
Feststellung der Grenzladungen der einzelnen Sprengstoffe! (485.) (727.) Schlagwettersicherheit und Patronendurchmesser. Kast. 92.
Versuche! Einrichtung. Verwirbelungseinrichtungen.
Versuchsstollen. Versuchskohlenmörser. (272.) (726) mit Registriereinrichtungen.
Bewetterungsversuche.
Photographische Aufnahmen.
Nachweis wirbelnder Gasverbrennung (s. Wirbel bei Windentstehung 657).
Hochbrisante Sprengstoffe können, abgesehen von der Temperatur der Explosionsgase, schlagende Wetter durch die Stauchung der nächstliegenden Luftschichten entzünden (Bradshaws Versuche). (720, 796.)
Besondere Schüsse resp. Patronenhülsen mit feuererstickenden Stoffen imprägnieren. (s. Feuerdämpfung bei Feuerlöschung.) Paraffinhülsen u. U. besonders gefährlich, weil verdampfendes Paraffin neues explosionsgefährliches Gemisch mit Luft bildet.

729 Feuererscheinung gerichteter Explosivstoffe unter Feststoffen, Flüssigkeiten, unbrennbaren, brennbaren.

Explosivstoffe wie bei 720 explodieren lassen unter unbrennbaren Feststoffen wie Gestein, Alaun, Salzen.
Verstäubungsart? (910.) (968.) (898.)
Ebenso unter unbrennbaren Flüssigkeiten: Wasser, CCl_4 (vgl. Funkenbildung bei CH_3OH + KMnO). (432, 451.)
Ebenso unter brennbaren Feststoffen: Schwefel, Phosphor, organischen Verbindungen: welche werden gezündet bzw. in Explosion hineingerissen? Kohlenarten, Kettenverbb., Ringverbb., Phyto-Zoostoffe. Vergl. mit Verbrennbarkeit.
Welche Kohlenmenge — Feinheit, wird aus dem Kohlenbohrloch heraus geschossen? (s. Fremdschwaden? 730.) (Vgl. Metall aus Rohr beim Schuß. 730, 738.)
Ebenso mit brennbaren Flüssigkeiten: meist wieder organische Verbindungen? Gesetzmäßigkeiten wie eben, vgl. mit Verbrennlichkeit!

Rauch-, Schwadenerscheinung bei Spreng-, Zünd-, Schießmitteln. 73

Rauch = Nebel + Staub, Schwaden = Rauch + Gas: = Staub + Nebel + Gas (s. 920).
Eigenschwaden = Schwaden vom Sprengstoff selbst,
Fremdschwaden = Schwaden von der Umgebung.

Fremdschwaden bei Spreng-, Zünd-, Schießmitteln, ungerichtet, gerichtet. **730**

Verstäubung der Umgebung (feste Stoffe). (729, 968, 898.)
Vernebelung bei Sprengung, Schuß im Wasser.
Rauchbildung aus der Umgebung richtet sich nach spez. Gewicht, Festigkeit des umgebenden Stoffes, ebenso bei Vernebelungen von Flüssigkeiten, ebenso bei Gemischen beider?
Vgl. Kohlenstaubentwicklung bei Sprengschüssen im Kohlenbergwerk. (729.)
Ebenso Salzstaubentwicklung im Salzbergwerk.
Metallstaub von Rohr bei Schuß. Siwy 738.
Intensitätsmessungen: Mengenmessung, abhängig von Art, Menge des Ausgangsmaterials.
Stärkemessung = Feinheitsmessung (s. 920). (731.)

Eigenschwaden bei ungerichteten Spreng-Zündmitteln. Schwadeneffekt. **731**

Explosive reine Gasmischungen geben keinen oder kaum Rauch! (Knallgas, Leuchtgas.)
Sprengstoffgemische wie bei 711, 712. Sprengstoffverbindungen 713.
Rauchbildung bei eigentlichen Sprengstoffen, Zündmitteln: Kohlenrauch bei Nitrokörpern! Rauchentwicklung bedingt durch O-Unterbilanz.
Rauch besteht meistens aus Kohlenstoff. (Kohlenstoffarten?) (s. u.: Schwadenanalyse!) Bei Metallsalzen der Nitrokörper entsteht fein verteiltes Metall (Kasts Patent betr. Gewinnung von fein verteilten Metallen!). (371, 378.) Ebenso bei Knall-Hg, bei Aziden usw.
Intensitätsmessung (Schwadenanalyse s. 738).
Feinheitsmessung. (920.) Dichtemessung. (921.)
Rauchfarbe, Rauchfahne. (922.)
Seßhaftigkeit. (926.) Messung durch Adsorption, Absorption: Beseitigung dadurch — Rauchverzehrer. (927.) (928.)
Strömung von Rauch (924): Schwaden bei Verbrennung rückwärts, bei Detonation vorwärts (Becker 789).
Eine gewisse Richtung der Rauchbildung sowie der Rauchweiterbewegung ist durch Richtung der Initialladung gegeben! (Ebenso wie bei Flamme!)
Unterschied bezgl. Rauchentwicklung, je nachdem ob Explosivgasgemische brennen oder explodieren; denn Azetylen gibt bei Verbrennung Ruß, bei Detonation kaum Rauch! (Vgl. mit Abbrennen von Azetylen aus engen Öffnungen!)
Schwadeneffekt (130). (811.)
Schwadenmeßwesen zum Ausmachen feindlicher Batterien am Tage! (Vgl. Schall-, Lichtmeßwesen!)
Akustische, kalorische Eigenschaften (930, 931).
Optische Eigenschaften. (932.)
Messung der Verdunklung von Licht bestimmter Helligkeit. Dabei wesentlich, ob Rauch z. B. nur aus Kohle oder noch aus sonstigen Stoffen besteht! Violette Gläser wie bei Beobachtung einer Sonnenfinsternis.
Farbeffekte, wenn Rauchwolken von unten her beleuchtet werden! Besonders bei bunter — bengalischer — Beleuchtung!
Rauch, von Explosionsflammen unterbrochen!
Photographie von Raucherscheinungen (Arbeiten des Mv!). (735, 736.)
(Vgl. Begutachtung von Pulvern aus Rauchphotographien!)
Messungen mit Photozelle. (933.)
Auf welche Entfernungen ist Rauch zu sehen? Art der Umgebung. Meteorologische Einflüsse.
Rauch von Großexplosionen!
Rauch von Geschoßeinschlägen in Erde: Rauch von Munition + Staub von Erde usw.
Elektrische Eigenschaften (934, 959).
Beseitigung von Rauch durch Cottrellverfahren. (935.)

732 Eigenschwaden bei gerichteten Spreng-Zündmitteln.

Unterschiede gegenüber den Schwadenerscheinungen bei ungerichteten Sprengmitteln. (731.)

Begründung der Unterschiede versuchsgemäß!

Intensitätsmessungen wie bei 731.

733 Eigenschwaden bei Teildetonation von Spreng-, Zündmitteln.

Ungerichtete sowie gerichtete Explosionen!

Ursachen der Teildetonation s. 793.

Im Gegensatz zur Volldetonation hier noch besondere Dämpfe, z. B. bei Pikrinsäure gelber Staub!

(Warum treten gelbe Pikrinsäuredämpfe bei den meisten Pikrinsäuredetonationen auf?) (Vgl. o.: Auftreten von Kohlestaub bei Pikrinsäuredetonation?)

Intensitätsmessungen wie bei 731.

Schwaden bei Explosionen im Vakuum. (737.) (744.)

Schwadenanalyse weiter unten! (737.)

734 Eigenschwaden bei ungerichteten Schießmitteln.

Verbrennung von Pulvern, rauchstarke, rauchschwache, außerhalb des Rohrs. (718.)

Freie Detonation der eben genannten Schießmittel:

Unterschied in der Rauchbildung gegenüber der reinen Verbrennung.

Verbrennen der eben genannten Pulversorten nach Zusatz von Stoffen zur Dämpfung des Mündungsfeuers. (614, 718.) (737.)

Inwiefern Raucherscheinung geändert? (737.)

Freie Detonation der mit Dämpfungsmitteln versetzten Pulver:

Inwiefern Raucherscheinung geändert?

(Bei Zusatz von Oxalaten steigt Rauchmenge an!)

Intensitätsmessungen wie 731.

Schwadenanalyse 737.

735 Eigenschwaden bei gerichteten rauchstarken Schießmitteln. (Schuß.)

Schw.-P.: Abhängigkeit der Rauchmomente von ballistischen Werten! (718, 614.)

Änderung der Rauchstärke bei Zusatz von Mündungsfeuerdämpfern.

Änderung der Rauchstärke: Schuß aus kaltem, warmem Rohr (s. 916).

Abhängigkeit der Schwadenstärke von Art des Geschützes: Langrohrkanone, Kurzrohrhaubitze, Mörser.

Verschiedenheit der Schwaden bei gleichem Pulver bezl. Menge, Pulverart: Erklärung? (s. Feuererscheinung 711.)

Besondere Schwaden bei Sondergewehren (Gerlichgewehr).

Intensitätsmessungen s. 731. (Vgl. mit 736.)

Schwadenanalyse s. 737.

736 Eigenschwaden bei gerichteten rauchschwachen Schießmitteln. (Schuß.)

Bezeichnung: rauchschwache Pulver. Vieilles rauchloses Pulver! (s. 916.)

Zusatz von Stabilisatoren bedingt wieder Rauch! Nachprüfung in bezug auf Rauchentwicklung! Entspricht Rauchmenge jeweils der zugesetzten Menge von Stabilisatoren?

Welche sonstigen Momente beherrschen die Rauchentwicklung? (Kaltes, warmes Rohr.)

Mündungsfeuerdämpfer erhöhen Rauchmenge! (718, 614.)

Art der Geschütze wie oben: Langrohrgeschütze, Kurzrohrgeschütze.

Besondere Waffen: Gerlichgewehr?

Intensitätsmessungen wie 731.

Rauch von Pistolenmunition auf etwa 50 m zu sehen, aber keine Rauchwahrnehmung, wenn Schütze hinter Beobachter steht!

Schwadenanalyse 737.

737 Schwadenanalyse bei ungerichteten Explosionen.

Sprengmittelgruppen nach 731.

Einteilung hinsichtlich der Zersetzungsgleichung in drei Gruppen nach Poppenberg (Stettb. 47). (s. 739.)

1. solche mit mehr oder genügend O zur vollständigen intramolekularen Verbrennung von H u. C: Nitroglyzerin, Sprenggelatine.

2, solche, die bei Detonation restlos vergasen, aber nicht genügend O für völlige Verbrennung von H u. C enthalten! Schießwolle, rschw. P., aber nur in der Waffe, nicht bei der Detonation.
3. solche, die infolge O-Mangels C abscheiden: alle Ringnitrokörper, an der Spitze Trinitrophenol, Trinitrotoluol.
4. solche, die rein thermisch zerfallen: Knallquecksilber.
Dementsprechend Aufstellung der Zersetzungsgleichungen!
Schwadenanalyse nicht bei, sondern unmittelbar n a c h jeder Explosion vorgenommen.
Auffangapparatur — Kasts Sammelröhren! (936.)
Gesonderte Untersuchung der Gase und der Stäube!
CO-Messung mit Dräger-Apparat. 036.
Besondere Sprengmittel — gaslose! Al + $KClO_3$. Dämpfe von KCl.! Nachweis. (Kornfeinheit.) Stettb. 37.
Vergleich der ungerichteten Explosionsschwaden mit den entsprechenden Verbrennungsschwaden.
Schwadenvergiftung. (Einatmen der unter Druck stehenden Schwaden?) (Poppenberg — Lewin.) (Vgl. 339.)
Besondere Schwaden bei Explosionen im Vakuum (733).

Schwadenanalyse bei gerichteten Explosionen. **738**

Sprengstoffgruppen wie bei 731.
Besondere Entnahme-Apparatur: Entnahme aus Kalorimeterbombe (s. 108).
Bei Sprengstoffen Entnahme von Proben aus Bohrloch, bei Schießmittel aus verschiedenen Rohrstellen: Anbohrungen (Anbohrvorrichtungen am Rohr s. Jb. Mv. 1906, 243. 1909, 118). (936.)
Vergleich dieser Schwaden mit denen bei ungerichteten Stoffexplosionen:
Bei gerichteten Explosionen im Bohrloch noch Staub von den gesprengten Materialien dabei?
Bei Schießmitteln z. B. Staub vom Rohrmetall dabei? (Siwys Untersuchungen. Spektroskopische Untersuchungen!) Evtl. katalytische Beeinflussung der Explosion durch diese Mitbestandteile! (729, 730.)
Auch bei Zündmitteln Metallbestandteile in Schwaden, z. B. von Sprengkapselhülsen.
Schwadenvergiftung (Einatmen der unter Druck stehenden Schwaden. — Lewin —Poppenberg). (Vgl. 339.)

Besondere Schwadenuntersuchung: Sekundärreaktionen. **739**

Einteilung der Sprengstoffe bezügl. ihrer Schwaden (Stettb. 74). (737.)
Aufstellung der theoret. Zersetzungsgleichung nach Poppenberg (Cranz Bd. II p. 24 ff.) unter Berücksichtigung der Sekundärreaktionen: Methan- und Wassergasgleichgewicht (s. 737).
Gleichgewichtkonstante — Dissociationsgleichgewichte — Wassergasgleichgewicht (Stettb. 75). (Dissociation der Dämpfe bei Explosionen Al + $KClO_3$?)
Neben Wassergas- das Methangleichgewicht (Cranz II, p. 14 ff.). Explosionsbombe nach Muraour (Stettb. 78).
Secundär Ammonale: 2 Al + 3 CO_2 = Al_2O_3 + 3 CO (295) (Kast 379).
Quotient CO: CO_2 für die obigen Gruppen verschieden. (Vgl. Arbeit von Schmidt, Z. für Schießw. 1934, Nr. 9, 10.) (s. 622, 623.)
Auffangapparatur nach Muraour (Cranz Bd. II p. 13).
Gase leisten Arbeit, kühlen sich ab, Gleichgewicht bleibt erhalten (s. u.).
Vgl. dazu: Schnelle Abkühlung des im Flammenbogen gebildeten Stickoxyds nach Birkeland-Eyde. (Dazu: NO bei Gasverbrennung unter Druck D. R. P. 232 569.)
Erkaltungsoberfläche — Wirkung nach Muraour (vgl. 753).
(Vgl. Einwirkung von Wärme und Druck: 400°, 200 atm. beim Haber-Ammoniakverfahren.)
Aus den verschiedenen Proben von einer einzigen Sprengung Rückschluß auf den Ablauf der Explosion (Ermittlung der Explosionstemperatur, s. 773). (378.) (718.)
Analyse mit der kalt-warmen Röhre nach St. Claire-Deville = Einfrieren. (036.)
Besondere Schwaden bei Ausbläsern: (700): reich an CO, CNH, N_x O_y.
(Ionisation der Schwaden nach Poppenberg s. 518 u. bei Schwadenstoß.) (S. 119.) (755.) (518, 719.)

74 Knall als Explosionsmoment. Besondere Knallerzeugung. Knalldämpfung.

740 Knall als Longitudinalwellengemisch. Fortpflanzungsgeschwindigkeit.

Wesen der Longitudinalwelle. (Schall-oszillatorische Bewegung.) (Auch Explosionswellen Longitudinalwellen.) (780.)

Fortschreitende, stehende Wellen — Flammenrohr von Rubens. (112.)

Schwingungszahl = n, Schwingungsdauer = τ, Wellenlänge = λ: $n \cdot \tau = \lambda$.

(Hörbar vom Menschenohr Schwingungen von n = 20 bis 40 000. S. u.)

Knall = Geräusch = Summe von nebeneinanderliegenden Schallschwingungen. (Schwebungen?)

Knall als plötzlicher Spannungsabfall entweichender Gase: Vgl. dazu: Spalttöne entstehen, wenn Luftstrom durch schmalen Spalt oder Loch in einer dicken Platte hindurchgeblasen wird, Tonhöhe hängt in erster Linie ab von Breite des Spaltes und Geschwindigkeit des Luftstromes. Der ersteren ist sie innerhalb weiter Grenzen umgekehrt, der letzteren in erster Annäherung direkt proportional. Die Entstehungsursache sind Wirbel, in welche sich die Grenzschichten zwischen dem Luftstrom und der umgebenden ruhenden Luft aufrollen. In jeder Beziehung zeigen die Spalttöne Analogie zu den Hiebtönen! Handbuch der Physik. (Müller-Pouillet, Bd. I, Teil 3, 217.) (s. 748.)

Beispiele für Knallgeräusche: = Knall ohne Explosion.
Peitschenknall, Paukenknall. (Flex a tone-Instrument.)
Knall bei Ballwurf gegen Wand, von Kegelkugel gegen Kegel.
Knall bei Fall einer Glaskugel auf Pflaster.
Knall bei zerbrechendem Lineal, bei Zerreißproben auf der Zerreißmaschine!
(Vgl. die Heul-, Pfeifgeräusche von fliegenden Geschütz- und Gewehrgeschossen! (S. 748, 832.)
Knall bei physikalischen Explosionen (s. 701—709), z. B. bei platzenden Autoreifen. (701.)
Knall bei Implosion: Zerknallen einer Glühlampe. (704.)

Schallfortpflanzung nur durch wägbare Körper. (Schall verschwindet im Vakuum!

Fortpflanzungsgeschwindigkeit $c = \frac{\lambda}{\tau} = \frac{\text{Wellenlänge}}{\text{Schwingungsdauer}}$

Fortpflanzungsgeschwindigkeit durch Gase:

Formel mit dem Laplaceschen Faktor, eingesetzt in die Newtonsche Formel (unabhängig vom Luftdruck):

$$c = \sqrt{\frac{\text{Elastizität} \cdot \varkappa}{\text{Dichte}}}$$

Schallgeschwindigkeit wie Schallfortpflanzung abhängig von Temperatur (Stettb. 53):

$$v_t = v_0 \sqrt{1 + \frac{t}{273}}$$

Aus dieser Beziehung ableitbar Temperatur bei Explosion, z. B. = 40 000°, d. h. im Moment der Explosion selbst! Gleichzeitig Leuchtstoß bei der Explosion! 784.)

Gemessen bei Explosionen als Knallgeschwindigkeiten 600 bis 12 000 m/sec. (Vgl. Müller-Pouillet, Bd. I, Teil 3, p. 72.)

Fortpflanzungsgeschwindigkeit in normaler, anormaler Luft.
(Vgl. Habers Schlagwetterpfeife (s. 930). Akustische Dampfdichtbestimmung nach Wachsmuth.

(Kundts Methode; $\frac{c_p}{c_v}$ vgl. Atomgewichtsbestimmung,)

Besonderes: Fortpflanzung in langen Röhren nach Tyndall. Dazu: Fortpflanzung in besonders geformten Röhren — Hörrohr, Schallrohr, Nebelhorn!

Schallgeschwindigkeit in Gasen bei 0° (Luft 331 m).

	m/sec.		m/sec.
Ätherdampf	179	Sauerstoff	317
Alkoholdampf	231	Schwefelkohlenstoff	189
Ammoniak	415	Schwefelwasserstoff	289
Brom bei 100°	135	Schwefeldioxyd	209
Chlor	206	Stickoxyd	325
Jod bei 320°	108	Stickoxydul	260
Kohlendioxyd	260	Stickstoff	338
Kohlenoxyd	337	Wasserdampf (96°)	410
Methan	432	Wasserstoff	1270

Fortpflanzungsgeschwindigkeit in Flüssigkeiten: Wasser, Salzlösungen, andere Flüssigkeiten. Gehorcht der Knall den Formeln wie der Schall? Formel nach Warburg, neu Art. 264!

Unterwasserschallsignale!

Fortpflanzung bei Feststoffen: Formel.

Schallgeschwindigkeit in Metallen. (Anwendung bei der Metallanalyse?)

	m/sec.		m/sec.
Blei	1300	Messing	3200
Eisen	5000	Platin	2800
Stahl	5100	Silber	2700
Gold	2100	Zink	3500
Kupfer	3700	Zinn	2300

Angeschlagene Stimmgabel auf Zähne oder Schädeldach setzen und warten, bis kein Ton mehr hörbar: dann beim Halten ans Ohr noch Töne wahrnehmbar! Knochenleitfähigkeit.

Schallgeschwindigkeit nimmt mit Entfernung von Schallquelle erst rascher, dann langsamer ab, in Röhren noch langsamer als im Freien. Geschwindigkeit
auf 1281 m Distanz von Kanone = 331,37 m,
auf 2445 m Distanz von Kanone = 330,70 m.

Da die Welle sich kugelförmig ausbreitet, so muß die in Flächeneinheit enthaltene Energie mit Quadrat der Entfernung abnehmen. (Jb. Mv. 1906, 185.)

Dopplers Prinzip; Knallhöhe anders je nachdem, ob detonierende Granate auf Beobachter zukommt oder sich von ihm entfernt.

Ohr, Reichweite. Schallmeßverfahren. Abhorchgerät. **741**

Bau des Ohres: Tonempfindung, Aufnahmeapparate im Ohr?

Rolle des Gleichgewichtsorgans: Schallempfindungen in verschiedenen Stellungen des Körpers: stehend, liegend, ferner im Dunklen, im Hellen (Korrelativität der Sinne), ferner nach Zustand der Ruhe, neben anderen Geräuschen!

Labyrinthwirkung — Demonstration nach Lux (Müller-Pouillet, Bd.I, Teil 3, 147).

Wichtig: Bei Abfeuern eines Geschützes Mund aufmachen, um Schalleindruck zu kompensieren.

Verhalten höherer, niederer Tiere im Vergleich mit Mensch zu Schallgeräuschen!

Gehörprüfung — psychotechnische Prüfung!

Reizschwelle sehr klein = $7 \cdot 10^{-14}$ erg. = der für Empfindung von Wechselstrom. (Elektrotechn. Zeitschr. 1935, 1249.)

(Reizschwelle für Schall, Knall s. Müller-Pouillet, Bd. I, Teil 3, p. 160.)

Einohriges Hören (Richtungshören). (Müller-Pouillet Bd. I, Teil 3, p. 163, 299, 307.)

Knallwahrnehmung bei schnell aufeinanderfolgenden Knallen:

Knalle beim Motor, beim Maschinengewehr! (Vgl. bei Knallstärke 742 gleichzeitiger Knall mehrerer Explosionen!) Trommelfeuer.

Auseinanderzuhaltende Töne resp. Knalle (?): In 1 sec sind 10 Schallwahrnehmungen möglich, also zeitliche Wahrnehmungsdifferenz = $^1/_{10}$ sec.

Vgl. dazu: Abstimmungszeit der Verzögerungssprengkapseln! (459, 469.)

Reichweite des Knalls! Hörbarkeitszone. (Warburg 249.)

Sind Reichweite des Knalls und Reichweite der Explosion miteinander identisch?

Reichweite hängt ab von Fortpflanzungsgeschwindigkeit, also auch vom Material, durch das hindurch sich Explosion fortpflanzt! Z. B. wurde bei Ausbruch des Vulkans

Cotopaxi in Amerika 1774 das Getöse 10 Meilen weit als unterirdischer Donner vernommen!
Bei Explosion von 13,5 t Schießwolle Knall 45—50 km weit hörbar. Gibt es eine Supraleitung für Schall wie für Elektrizität?
Schallmeßverfahren: Prinzipien desselben, vgl. mit Lichtmeßverfahren.
Genauigkeit! (Vgl. Messungen der Schallgeschwindigkeit mittels korrespondierender Geschütze.)
(Siehe auch Schallmessung bei Geschoßknall, 746.)
Abhorchgeräte, z. B. für Herzschlag mittels der Auskultation.
Abhorchgeräte für herankommende Flugzeuge! (Flugzeuge geräuschlos?) (749.)
Richtungshören. (V. d. I. 1936, 996.)
Konstruktion, Funktionsgrenzen derselben!
Schallstrahlenkrümmung durch Temperatureinfluß.
Abhorchgeräte bei U-Booten.

742 Knallstärke, Knallfarbe, Knalldruck.

Schallfeld. (Müller-Pouillet I, 3, 350.)
Da sich Schall in homogenem Medium gradlinig ausbreitet, ist Ton n^2-mal so stark als anderer, wenn er in n-facher Entfernung dieselbe Wirkung auf Gehör ausübt. Demnach physiologische Knallstärke an jedem Punkt der Energiedichte = der in der Volumeinheit der Luft enthaltenen Energiemenge proportional, vorausgesetzt, daß die zu vergleichenden Quellen des Schalls gleiche Schwingungsdauer besitzen. (Sonst ist man nicht imstande, mit Sicherheit zu entscheiden, ob z. B. rotes Licht ebenso hell ist wie blaues, ob tiefer Ton ebenso laut ist wie hoher.)
Unterschiedsschwelle für Schallempfindungen meist = ⅓ der vorhandenen Reizstärke, d. h. Reiz muß sich um ⅓ seines Betrages ändern, damit Änderung gehört wird. Stimmt auch für Knallstärke bei Schüssen; bei kleinen Entfernungen von Schußabgabestelle scheint Reizschwelle etwas kleiner, = etwa ¼, bei längerer Dauer des Beschusses u. U. etwas größer als ⅓.)
(Vgl. bei Sprengstoffen Knallstärke und Mündungsfeuer!)
Schwellenwert: tiefe Töne erscheinen oft noch tiefer als sie tatsächlich sind.
Knall verzehnfacht wird doppelt so laut, verhundertfacht dreimal so laut empfunden. (Logarithmisches Verhältnis.)
Vergleich: Knetts Skala für seismische Schallerscheinungen! 5 Stärkegrade: Schallstärke steht in keinem Zusammenhang mit Stärke der Erschütterung; schwache Erdstöße können mit lautem Getöse verknüpft sein und umgekehrt. Verschiedene Namen für die Bodenknalle: in Belgien Mistpoeffers, Seeschießen am Bodensee, Rombo, Marina, Balza in Italien, Hucene bei den Slowaken, Guns of Barisal an der Gangesmündung, Brannide in Südamerika. (786, 792.)
Begriff des Phons! Meßmethoden, z. B. bei Straßengeräuschen, bei sonstigem Lärm von Maschinen usw.: vergleichsweise Angaben in Phon.
Dazu Meßinstrumente zur Phonmessung von Explosionsknallen!
Vgl. Ritters Luftstoßanzeiger = Membrankapseln wie Ohr!
Verwendungsmöglichkeiten des Photophons? Übersetzung von Schallwellen in Lichtwellen und umgekehrt!
Umsetzung des Knalls in Einzeltöne mittels Resonanzverfahrens s. unten!
Waldsäuseln = 10 Phon. Unterhaltung = 40 Phon. Sänger bis 80 Phon. Straßenlärm = 80 Phon. Kanonenschuß, Donner = 130 Phon.
Knallstärkemessung mit Frequenzband-Spektrometer. (Siemens) (159).
Knallfarbe.
Physikalische Tonbestimmung nach Schwingungszahl und Schwingungsamplitude; physiologisch kommt noch als 3. Moment hinzu Tonfarbe bzw. Tonvolumen.
Knallstärke und Knallfarbe: Knall hell, dumpf, spitz, flach usw. Z. B. eigenartig peitschender Knall bei Initiatoren wie Aziden, bei Diazokörpern, bei Hydroxylamin, eigenartig dumpfer Knall bei Mischung aus Blutlaugensalz + $KClO_3$ + Zucker!
Ist Farbe des Knalls Maß für Detonationsgeschwindigkeit oder sonst für eine Eigenschaft der Detonation?
Knallfiguren ähnlich den Chladnischen Klangfiguren.
Abhängigkeit der Knallstärke, der Knallfarbe von Art der umgebenden Luft: Unterschied, ob Luft normal oder anormal zusammengesetzt! (Vgl. dazu Habers Schlag-

wetterpfeife: Tonhöhe abhängig von Art der anblasenden Luft!) Schlagwetterpfeife für Messung der Knallstärke bei Explosion! Einfluß der Temperatur. (Klang einer Bleischale in flüssiger Luft.)

Knall eines Geschützes in freiem Gelände, im Talkessel usw. (Donner in Ebene, auf hohen Bergen.) (Schuß auf hohen Bergen ist schwacher Knall.) (Höhe eines Flugzeuges am Motorgeräusch abschätzen!)

Wie gestaltet sich Knallstärke resp. Knallfarbe bei mehreren Knallen bzw. Knallwiederholungen in ganz kurzer Zeit?

Knalle beim Motor, Knalle beim Maschinengewehr.

Änderung der Knallstärke resp. Knallfarbe bei Aufnahme auf Schallplatten resp. bei Rundfunkübertragung! Knalle in der Rundfunkübertragung? Pistolenschuß = Geschützdonner! Aufnahme der Schallwellen — vergleichweise von Knallwellen vom Grammophon. Wellenlänge entspricht der Ablaufgeschwindigkeit des Films = Zeitlupe des Knalls.

Phonographen. Tönendes Stahlband. Tonmischer beim Rundfunk.

Knalldruck — ponderomotorische Wirkung
= mechanische Wirkung im Gegensatz zur oszillatorischen.

Strahlbildung bei Schallströmungen. Einwirkung von Tönen auf Wasserstrahl. (Müller-Pouillet I, 3, 99.)

Energetischer Wert des Knalls wie überhaupt Energieinhalt des Schalls klein, trotzdem ausreichend zur Zündung von Jodstickstoff! (S. 490; wenn nicht einwandfrei gelungen, so doch im Bereich der Möglichkeit!)

Vgl. chemische Stoffänderungen durch Ultraschallwellen (s. Zdg. durch Strahlungen — Wellenzündungen (491). Ritzverfahren für schnelle Schwingungen 840.

Knallintensitätsabnahme mit Entfernung. (Müller-Pouillet, Bd. I, Teil 3, 421.)

Schallmessung mit Siemens Oszillograph.

Messung mit Gummimembran, deren Bewegung auf Hebel übertragen wird. Gute Resultate bei der Knallstärkemessung mittels der Induktionsströme eines gewöhnlichen Telephons.

Schalldruckmesser zur Angabe der Knallstärke in dyn/cm? Magnettonverfahren. — Magnetisieren von Stahldraht oder Stahlfilm.

Elektr. Schalldruckmessung nach Zettel (Z. Sch. Spr. 1934, Nr. 9, 10, 11). (742.)

Elektroakustische Schalldruckmessung.

Eichung von Schallempfängern.

Messung an Schallsendern.

Nachhallmessung (s. 748).

Knall bei ungerichteten Explosionen. **743**

Erklärung für Entstehung des Explosionsknalls:

An der Stelle, wo das Gas z. B. verbrennt, entsteht ein fast luftleerer Raum, in den von allen Seiten Luft stürzt und so eine Verdichtung bildet, die nach außen hin von einer hohlkugelförmigen Verdünnungshülle umgeben ist. Die Spannkraft der verdichteten Luft erzeugt eine rückgängige Bewegung nach dem luftverdünnten Raume, in welchen noch außerdem die äußere Luft tritt; dadurch wird hier eine fast ebenso starke Verdichtung hervorgebracht. Während sich hier das Gleichgewicht der Luft bald herstellt, schreitet die hohlkugelförmige Verdichtungs- und Verdünnungswelle nach außen fort und trägt an das Ohr den Knall. Jedes Luftteilchen macht nur eine ganze Schwingung!

Knall bei physikalischen Explosionen (s. 701—709). (Explosion — Implosion.) (Leidenfrosts Phänomen S. 703.)

Gasexplosionen: Knallgas, Leuchtgas, Grubengas, Acetylen.

(Pfeifgeräusch als Vorstufe der Explosion bei einer abgemessenen Mischung von H + Luft!) Knackfunken im Eudiometer (714, 756).

Knall bei Nebel-Staubexplosionen.

Knall bei chemischen Explosionen von Explosivstoffen (s. 711).

Unterschied zwischen Explosion — Detonation hinsichtlich des Knalles.

Fortpflanzungsgeschwindigkeit wie vor.

Reichweite wie vor. Knallstärke wie vor.

Bei Explosion von 13 500 kg Schießwolle war Explosionsgeräusch auf 40—50 km hörbar, Explosionsstoß (s. dort) war auf 11 km wirksam — Zerschlagen von Fenster-

scheiben —, bei 1600 m Entfernung waren Fensterrahmen zerbrochen, bei 200—1400 m waren schwache Mauern umgeworfen, Giebel zerstört, bei 200—300 m Zerstörung von Landhäusern, bei 50 m völlige Vernichtung.

Knallerscheinungen bei vorstehenden Stoffen statt in Luft in anderen Gasen (Luft von anormaler Zusammensetzung!).

(Vgl. Schallfortpflanzung in verschiedenen Gasen!)

Knall bei Sprengungen unter Wasser (s. dort): Inwiefern findet Knalldämpfung statt?

744 Explosionsknall unter besonderen Bedingungen: Über-, Unterdruck (Vakuum). (740.)

Sowohl bei ungerichteten wie bei gerichteten Explosionen!

Deflagration — halbe Verpuffungsexplosion (nach Kast 24) = Art von Zeitlupe der Detonation. (714.)

Wodurch solche Zeitlupe = Verlangsamung der Explosion möglich?

Knackfunken (714). (743, 756.)

Explosion in anderen Gasen. (Vgl. 743.)

Explosionen bei Überdruck: Andere Schallfortpflanzung, andere Schallstärke, da Dichte des Mediums größer geworden ist?

Explosionen bei Unterdruck! Explosionen im Vakuum: (vgl. dto. bei Feuererscheinung (723), dto. bei Schwaden). (787.) Knall kann im luftleeren Raum entstehen, wenn Schwaden dabei frei werden, die sich mit Überschallgeschwindigkeit, also schneller als Schall bewegen, die also dadurch das für Schallfortpflanzung nötige Medium liefern; denn Schall kann sich nur in einem Medium fortpflanzen! (Vgl. damit Zerknall von Häuten, Pergament, mit Luft gefüllt, unter Luftpumpe!) (701.)

745 Explosionsknall bei gerichteten Explosionen.

Gas-, Nebel-, Staubexplosion:

Besonderes: Knatterknall beim Motor (in der Sekunde wiederholte Knalle). Auftreten von Nachknallen bei Motoren in der Auspuffleitung = Nachexplosionen!

Knatterknall — vgl. bei crackers, frischen Bambusstöcken im Feuer (China). (566.)

Knall bei gerichteten Sprengstoffen außer Schießmitteln nach 711.

Unterschiede bei diesen Gruppen, wenn sie in Bohrlöchern angewendet werden?

Explosionen dieser Stoffe bezgl. Knall in geschlossenen Räumen, z. B. in Munitionshäusern usw., als gerichtete Explosionen zu werten. (Minenexplosion in Gängen, die weiter sind, als Ladung beansprucht.)

Einfluß der Ladedichte!

Auftreten von Resonanzerscheinungen!

Knall-Schnellzündschnur, Detonationsschnur. (Beide als Knallzündschnur bezeichnet.)

Zündhütchen, Sprengkapseln. Knall des Pulverkorns im Brennzeitenmeßapparat. (469, 475.)

Knallunterschiede, ob hier Mischungen oder Verbindungen explodieren resp. detonieren?

Unterschiede, ob Fulminat in Cu- oder Messingkapsel detoniert, ebenso Azide in Al-Kapsel?

Knallfortpflanzungsgeschwindigkeit wie oben.

Knallreichweite wie oben.

746 Explosionsknall bei gerichteten Schießmitteln.

Verschieden in Stärke, Knallfarbe nach Pulverart:

Rauchstarke Pulver — Schw.-P. (Cranz II, 196).

Rauchschwache Pulver: Nitrozellulose-Pulver, Nitroglyzerin-Pulver.

Andere Pulverarten.

Verschieden in Stärke, Knallfarbe nach

Waffengröße: Waffenknall onde de bouche gegenüber Geschoßknall onde de choc.

Pistolen (Tesching). Gewehr. (Gerlich-Gewehr besonders.)

Geschütz: Langrohr, Kurzrohr.

Verschieden in Stärke, Knallfarbe nach Waffenmaterial: Stahlwaffen, Bronzewaffen.

Fortpflanzungsgeschwindigkeit wie vor. (Einfluß der Ladedichte.)

Reichweite wie vor. Knallstärke wie vor.

Mittelpunkt der Schallwelle z. B. beim Gewehrschuß ist ca. Gewehrmündung, wie man aus Photographien nach der Schlierenmethode erkennt.

Knallintensität in 1 m Entfernung = J, dann in e m Entfernung = J/e^2.

Besonderes: Zu unterscheiden zwei verschiedene Knalle:
Der erste rührt her von Pulverexplosion im Rohr, der zweite von der Mündungsfeuerexplosion, der so schnell auf den ersten folgt, daß die beiden nicht zeitlich auseinanderzuhalten sind! Beide werden also zusammen wahrgenommen und treten als verstärkter Knall auf! (Stettb. 210.) Mündungsfeuerdämpfung gibt stärkeren Knall ohne Beeinflussung der Geschoßgeschwindigkeit!
Loslöseknall: Sinkt Geschoßgeschwindigkeit unter 330 m, so löst sich der Knall ab, eilt voran.
Auftreten von Doppelknallen! Dazu Auftreffknall am Ziel! (s. Durchschlagskraft der Geschosse. Mündungsenergie.)
Reihenfolge, in der Mündungs-Geschoß-Detonationsknall — Auftreffknall wahrgenommen werden! Stellung des Beobachters zu Geschütz und Geschoß!
Schallmeßverfahren bei Geschoßknallen (s. 741).
Schalldruck-Fernwirkung des Geschützknalls (s. Explosionsstoß, 790).
Knatterknall bei Maschinengewehr (s. Motoren).
Besondere Manöverkartuschen für scharfen Knall!
Besondere Konstruktion von Platzpatronen, die bei starkem Knall zerspringen sollen!
Patronen aus Holz!
Ebenso bei Schüssen auf Bühnen Patronen aus Kälberhaaren! (805, 808.) (747.)
(Tritt bei Schuß mit Wasser aus Gewehr Knall auf?)

Besondere Knallerzeugung durch Explosion besonderer Stoffe. **747**
Leuchtfeuerwerk mit Knallwirkung: (567, 587.)
Knallerbsen, Knallkorken usw.
Knallmasse um Stein usw. herumgelegt, so daß man öfters werfen und wiederholte Knalle erzeugen kann (P-sulfide resp. roter P mit $KClO_3$ u. Klebemitteln. Z. Schieß-Sprengwesen 1933, 378).
Ähnlich Knallbonbons, Krawallkörper, Petarden, Radauplätzchen, Knallbriefe, Knallfix, japanische Friedenstorpedos. (Schießbilder mit Knall-Quecksilber.)
(Hierbei meist Verwendung von Fulminaten.)
Theaterpatronen, Platzpatronen (s. o.) Schreckpistole m. Knall! (746, 805, 808.) Holzgeschoß gibt nach, also muß Man.-P. höheren Druck durch größere Verbr.-Geschw. entwickeln, damit Knall entsteht.
Geschützfeuer mit Knall, auch Kanonenschlag mit Knall: Pappwürfel mit Bindfaden umschnürt, geleimt. Geladen mit Man. St. P. Zdg. mittels Zündschnur. Ev. mittels Aufsatzrahmens vorne am Geschütz anbringen. Ebenso Herstellung von Böllerschüssen!
Knalldarstellungsgerät.
Knallpiloten: Knallkörper durch Pilotballone in verschiedene Höhenlagen geführt, gezündet, Knallort akustisch bestimmt = Luftversetzung (Cranz III 28).
Nebel-Knallsignale für Eisenbahn. (s. 471.) (288.) (Kast 470.)
Echolot von Behm (s. 748, 782).
Knallmomente wie oben! Geschwindigkeit. Reichweite, Stärke.

Knallreflexion, Brechung, Interferenz, Resonanz, Zone des Schweigens. **748**
Reflexionsversuche bei Schall — Knall.
Echo. (Widerhall in Kasematten, engen Tälern usw.)
Echolot von Behm: Konstruktion, Funktion. (782.) (747.)
Anwendungsbereich in Schiffahrt, Fliegerei.
Mittel zur Entdeckung von Erdschätzen, Metallen, Petroleum.
Allgemein: Schallreflexion an leichten Gasen der Atmosphäre in höchsten Schichten, d. h. oberhalb von 70 km. Auf nördlicher Halbkugel Zone größter Schallintensität im Januar, Februar bei 125 km, dagegen im Juli, August bei 230 km Abstand vom Zentrum! (S. u. Zone des Schweigens!)
Nachhallmessung (s. 742).
Besonders starker Knall durch Reflexion bei Explosionen an Wänden geschlossener Räume (Stettb. 398).
Knall im Brennpunkt von Ellipsengewölben.
Brechung des Knalls — an besonders geformten Geländeabschnitten?
Interferenz bei Knall wie bei Schall! Apparatur!
Interferenzfälle bei Großexplosionen (Stoßwelle bei Explosion in Siegburg).

Zone des Schweigens = schalltoter Raum (s. 749).
Brechung und Reflexion der Knallwelle durch Luftschichten bis 70 km Höhe (s. o.!), dann Interferenz von Knallwellenzügen.
Schallschatten.
Resonanzversuche bei Knallen;
Resonanzversuche mit Schall (Warburg neu Art. 274).
Herzschall — Perkussion — bei Abklopfen der Brust.
Abhören von Tönen aus Geräuschen mittels Helmholtzscher Resonatoren — ähnliche Versuche mit Explosionsknall?
Anwendung von veränderlichen Resonatoren!
Knallbeugung? Knall beim Strömen des Luftstoßes aus engen, bei der Explosion entstandenen Rissen = Art Pfeifknall aus Pfeifen (s. 796). (740.) (Spalttöne s. 740.)
Schalldurchgang durch kleine Öffnungen, Fensterritzen usw. Beugung? (s. 782.)
Vgl. Krümmung von Schallstrahlen (Temperatureinfluß). (741.) (Vgl. Müller-Pouillet Bd. I, Teil 3p. 417.)
Vgl. dazu Raumakustik! Vgl. mit Geländeverhältnissen, auf denen sich Explosionen abspielen!

749 Knalldämpfung.

Vgl. mit Schalldämpfung — Schallabsorption — vgl. Lichtabsorption.
Lärmbekämpfung — Schwingungsbekämpfung:
Begriff des schalltoten Raumes (s. 748) z. B. bei Rundfunkaufnahmen. Raum mit bestimmten mathematischen Ausmaßen, Ecken, Zwischenwänden, mit Tüchern, Vorhängen. (Einschwingzeit.)
Baumbestandene Straßen fangen Lärm. Nadelholz besser als Laubholz. (Wissen und Fortschritt 1936, April 356.)
Hallraum. Schallisolation. Nachhallzeit. Schallabsorption.
Anwendung dieser Maßnahmen für Knall?
Praktische Knalldämpfung: Am Motor — Auspuffgase. (158.)
Dralldüse (834), Reflexionsdämpfer. Interferenz-Absorptions-Filter. Kombinationen.
Hochpaß-Tiefpaß-System.
Bei Gesteinsbohrmaschinen (Z. V. d. I. 1910, 438).
Geräuschlose Flugzeuge? (741, 158.)
Knalldämpfung am Gewehr: Maxims Prinzip! Abfangen der Knallwellen.
Physikalisches Prinzip: Abfangen der Knallwellen.
Ausführungsformen.
Versuch: Schußgase mit Knallwellen durch Wasserstrahlpumpe absaugen.
Knalldämpfer vermindern Mündungsfeuer. (689.)

75 Explosionsgeschwindigkeit — Detonationsgeschwindigkeit. Messung, Berechnung.

750 Explosionsgeschwindigkeit bei Gasexplosionen (Messung).

Anorganische Stoffe. Gemenge einheitlich, Gemenge gemischt.
Organische Stoffe. Gemenge einheitlich, Gemenge gemischt.
(Keine eigentlichen Sprengstoffe.)
Explosion frei, im Einschluß (s. 100). (Leuchtgas in Zimmer.)
Zündung: Zi, Za (Initialzündung).
Gasgemenge bei: Zimmertemperatur, vorgewärmt, vorgekühlt.
Meßmethoden (s. 755).
Explosionswelle nach Dixon. (780.)
Geschwindigkeit abhängig vom Detonationsdruck, damit von der Dichte, ebenso von der Masse = Schwere der Bestandteile des explosiven Systems.

Gefunden bei
$2\ H_2 + O_2$ ..... 2810 m
$2\ CO + O_2$ ..... 1090 m
$2\ H_2 + 6\ O_2$ ..... 1707 m
$7\ H_2 + O_2$ ..... 3526 m (Haid Z.Sprengstoffw. 1933, Nr. 12). (s. 110.)

Gemische dieser Stoffe: Ist Explosionsgeschwindigkeit bei Gemischen additive Größe?
Z. B. bei Mischung aus gleichen Teilen $H_2 + CO$ mit $O = \frac{2810 + 1090}{2} = 1950$ m?

Nach Mallard-Le Chatelier, Berthelot, Vieille, Dixon ist Geschwindigkeit der Explosions-Detonationswelle bei explosiven Gasgemischen von der bei der Explosion erreichten Temperatur und von chemischer Natur und Dichte des Gases abhängig, aber unabhängig (wenigstens oberhalb von zwei Atmosphären, Dixon, Phil. trans. 184, 107 — 1893), vom Anfangsdruck sowie vom Werkstoff und Durchmesser der Röhren, in denen sich das Gas befindet. Die Detonationsgeschwindigkeit stellt somit eine charakteristische chemisch-physikalische Konstante dar, die einer exakten Berechnung zugänglich ist. Formel von Berthelot (vgl. auch Berthelot u. Vieille, Compt. rend. 93, 18 [1881]; 96, 672 [1883]; Bull. soc. chim. [2] 40, 353 [1883]), von Dixon (Trans. chem. soc. 69, 761 — 1896), abgeändert aber erst von Chapman (Phil. mag. [5] 47, 90 [1899]), und besonders von Jouguet (Journ. d. math. pures et appl. [6] 1, 347 [1905]; [6] 2, 6 [1906]), und Crussard (Bull. soc. ind. min. [4] 6, 257 [1907]), zu fast vollkommener Übereinstimmung mit Versuch gebracht worden.

Übergangszustand mit veränderlicher Geschwindigkeit = Explosion, Endzustand mit konstanter Geschwindigkeit = Detonation. (Vgl. Unterscheidungsmerkmale Becker Z. f. Elektrochem. 23, 44 — 1917.)

Explosionsgeschwindigkeit bei Explosion von Nebeln, Stäuben (Messung). **751**

Stoffe s. 150, 180.

(Keine eigentlichen Sprengstoffe.)

Nebel, Stäube einheitlich (sind immer mit Luft gemischt), anorganisch, organisch.

Nebel, Stäube untereinander gemischt.

Nebel, Stäube gemischt mit verschiedenen Gasarten.

Nebel + Stäube + Gasarten.

Nebel, Stäube bei Zimmertemperatur, vorgewärmt, vorgekühlt.

Explosionsgeschwindigkeiten gesteigert, vermindert, additiv berechenbar?

Explosion frei, im Einschluß (Motor). (130, 170.)

Zündung. Zi, Za (Initialzündung).

Auftreten einer Explosionswelle. (780.)

Meßmethoden s. 755.

Brenn-Explosionsgeschwindigkeit von Treibmittelgemischen (Messung). **752**

Schwarzpulver (s. 288). Raschigpulver. (289.) Ammonpulver. (294.) Pikratpulver.

Autokatalyse bei Schw.-P. nach K. A. Hofmann.

Brenngeschwindigkeit:

Meßmethoden (s. 754).

Messung in Rinnenversuchen (s. 753).

Apparatur zur Aufzeichnung des Druckes — daraus Schluß auf Geschwindigkeit.

Abbrennen in äquidistanten oder parallelen Schichten. Vgl. mit Lösegeschwindigkeit von Metall in Säure. (623.)

Zerfall von Treibmitteln durch Wärmewelle, bei Sprengmitteln durch Stoßwelle eingeleitet (nach Berthelot).

Beeinflussung der Brenngeschwindigkeit durch:

Form des Pulverkorns: prismatisches Pulver.

Dichte des Korns:

Korn brennt in etwa 1 sec 30 mm. Pulverpreßkuchen etwa in 1 sec 10 mm.

Feuchtigkeit von 0,84 — 1,34% setzt entspr. Brenngeschwindigkeit herab.

Oberflächenänderung: Pulver mit Längskanälen. (Feuer soll besser angreifen!) (Cranz Bd. II 118, 122.)

Besonderer Einschluß: Zeitzündschnur (etwa 1 cm/sec).

Schnellzündschnur (bis 300 m/sec). (Festerer Einschluß.)

Brennzeitenmeßapparat für Pulver im Brennzünder (s. dort).

Brenngeschwindigkeit von Brennzündersatzringen. Laufzeit mechanischer Zünder. (467, 474, 475.)

Vor allem Einwirkung des Druckes.

Besondere Verdichtung bei Hülsenpulver-Raketen. Verdichtung zu einem einzigen Korn bei Raketen 820, Kanonenschlägen (bei diesen daher Knall).

Meßmethode m. Polarisations-Photo-Chronograph (s. Messung d. Geschoßgeschwindigkeit).

Verbrennungsgeschw. in inerten Gasen sowie in Luftleere (s. d.).

Auch hier gilt wie bei gewöhnlicher Verbrennung Formel: $V = a + b \cdot P$ in bezug auf den Druck (Z. Schießw. 29, 84 — 1934).

(Vgl. Dissertation von Schumacher über Fortpflanzung von Expl. in Luftleere — Paris 1935!)
Brenngeschwindigkeit in Mischung (Zusammenlagern mit Schw.-P.?)
Brenngeschwindigkeit bei Einschluß (Waffe s. 754) in nicht nachgiebigem Material: Übergang von Verbrennung in Explosion?

Explosionsgeschwindigkeit:
Explosion bei Initiierung mit Sprengkapsel.

753 Brenn-Explosionsgeschwindigkeit von Treibmittelverbindungen. (Messung.)

Rauchschwache Pulver:
Reine Nc-Pulver. (343.) (739.)
Ngl-Pulver. (345.)
Pikratpulver. (376.)

Brenngeschwindigkeit:

Gezündet durch Za-Zündhütchen, ev. Beiladung von Schw.-P. (in Waffe s. 754). Schichtenweises Abbrennen. (Meßmethoden 755.)
Die kolloidalen Pulver folgen dem Piobertschen Gesetz, nämlich auch unter hohen Drücken nach parallel konzentrischen Schichten zu verbrennen. Emissionsoberflächen abhängig von der geometrischen Gestalt der einzelnen Pulverkörner. Bzgl. Würfel, Blättchen, Röhren, Unterschied: bei ersteren nimmt Emissionsoberfläche mit zunehmender Verbrennung rasch ab, bei Blättchen erfolgt Abnahme langsam, bei Röhren, deren Länge gegen Wandstärke groß ist, ist sie während der ganzen Verbrennung konstant (752, 753). Sogar Zunahme der EO möglich:
Zylinder mit d = 10 cm, Länge = 200 cm, mit 6 der Achse parallelen Durchbohrungen von n mm D hat anfängliche Oberfläche von 3247 n^2 π mm^2; ist Verbrennung um 0,25 n mm fortgeschritten, so beträgt Emissionsoberfläche 3729 n^2 π mm^2, was eine Zunahme der Emissionsoberfläche um 12% bedeutet.
Derartiges Maxim-Schüppaus-P. (Jb. Mv. 1896, 85).
Verbrennungsgesetze nach Muraour-Schmidt (s. 753).
Schnelle Ausbreitung der Verbrennung auf der Pulveroberfläche: geringe Menge genügt, um Entflammungstemperatur des Pulvers hervorzurufen. Verbrennen z. B. im Luftvolumen von 35 cmm nur 3 Blättchen normales Gewehr-Bl-P., so beträgt mittlere Temperatur in diesem Raum schon 400°. Daher wird bald nach Za-Zdg. des Pulvers die Temperatur erreicht, bei der sich das Pulver durch Zi weiterzündet (also dann Verhältnisse wie beim Motor bzw. Dieselmotor!).
Dichte des Korns: Besondere Verdichtungen! (Kann durch zu hohe Verdichtung das Pulver ganz unentzündlich werden?) (Vgl. Raketen 820.)
Unterschiede zwischen Nc- und Ngl-Pulvern.
Versuche mit Rschw.-Pulvern nach den historischen Versuchen von Otto statt in Gewehren in Eisenröhren! Pulver brennend in Röhren hineinfallen lassen, senkrecht, schräge usw. Brenngeschwindigkeit?
Brenngeschwindigkeit, wenn während des Brennens Gas daraufgepreßt wird? Höherer Gasdruck.
Messung der Brenngeschwindigkeit durch Rinnenversuche.
(L'heure Z. Sprengstoffw. 1908, 13.)
Steigerung der Brenngeschwindigkeit durch Oberflächenänderung: Man.-P.: Auslaugen des hineingearbeiteten Salpeters, dann 4 bis 5 Stunden in Bichromatlösung, danach in 1%ige Leimlösung (etwaige Bildung von Chromatleim durch Belichtung?). (Stettb. 193.)
Ferner Beeinflussung der Brenngeschwindigkeit durch Feuchtigkeitsgehalt, besonders bei Nc-P.: Zunahme der Feuchtigkeit um 1% verringert Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses um 5%, den Höchstgasdruck um 20% (s. u. Explosionsgeschwindigkeit).
Abweichung der Pulvertemperatur von 15° nach oben oder unten um 10° ändert Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses um 1,1 %, Gasdruck um 4 %. (Flüchtigkeit nach Zerdrücken bei Trockenbestimmung darf nicht mehr als 2% sein, muß 1% sein.)
Verbrennungsgeschwindigkeit bei Pulvern, die bei verschiedenen Temperaturen gelagert wurden, s. Stettb. 200.
Über Verbrennungsgeschwindigkeit von kolloiden Schießpulvern bei tiefer Temperatur s. Muraour, Z. f. Sprengstoffw. 1934, 383.

Brenngeschwindigkeit des Pulvers in inerten Gasen.
Ebenso im Gemisch mit anderen festen Stoffen: O-Lieferanten,
indifferenten Stoffen (Phlegmatisierung) (größere Mengen von Kampfer, Stabilisierungsmitteln).
Explosionsgeschwindigkeit des Pulvers bei Initiierung mit Sprengkapsel (s. 343). Zu starke Zündhütchen können zur Explosion initiieren!
Pulverstange aus Röhrenpulver brennt ruhig ab, wenn gezündet und so gehalten, daß Flamme von oben nach unten brennt; es kann Explosion erfolgen, wenn Stange von unten nach oben brennt. Heiße Flammengase umspülen Stange, so daß Überhitzung = Erreichen der Explosionstemperatur eintreten kann.
Explosionsgefahr größer bei halb- und nichtgelatiniertem Jagdpulver als bei durchgelatiniertem Militärpulver, namentlich Ngl-Geschützpulver. (Wesen der Gelatinierung!)
Analog wie bei Schw.-P. Geschw.-Steigerung durch Druck, also z. B. im Geschütz bei großem Widerstand.
Bei festem Einschluß und Zündung durch starken Feuerstrahl Explosion, bei kleinem Laderaum Detonation.
Man.-P. explodieren leichter, schon bei leichten Geschützvorlagen; es entsteht ein dem scharfen Schuß ähnlicher Knall.
Wird Rschw.-P. durch Explosion von Alkohol-usw.-Dämpfen in Mitleidenschaft gezogen? Pulver ist durch Gasexplosion, z. B. von beim Trocknen entweichenden Äther, nicht zur Explosion zu bringen. (726.)
Variationen der Explosionsgeschwindigkeit.
Vorwärmen, Abkühlen.
Feuchtigkeitsgehalt (kann aus gemessener Expl.-Geschwindigkeit Feuchtigkeit erschlossen werden?). (s. oben Brenngeschwindigkeit.)
Gemische mit anderen Stoffen: (s. oben Brenngeschwindigkeit.)
aktiven Brennstoffen,
passiven Brennstoffen,
indifferenten (Phlegmatisierung). Zumischung größerer Mengen von Kampfer oder Stabilisatoren zum fertigen Pulver.
Mischungen rschw. P. mit Schw.-P. (752.)
Bei starker Zündung von zusammengelagerten Mengen von Rschw.-P. mit Schw.-P. kann Explosion erfolgen!

Explosionsgeschwindigkeit von Pulvern in der Waffe: Progressivität. (Messung.) **754**

Gemische, Verbindungen wie in 752, 753.
Rauchstarke, rauchschwache Pulver.
Progressivität = Verbrennen — Explodieren unter Vergrößerung des zur Verfügung stehenden Laderaumes.
Nachgeben des Laderaumes an einer Stelle, wo Stempel beim Motor, Geschoß beim Geschütz sitzt.
Nc-P. i. A. langsamer verbrennend wie Ngl-P. (letzteres hat höhere Verbrennungstemperatur!). (s. auch 753.)
Daher Nc-P. für Geschütze mit großem Ladungsverhältnis, also für Kanonen,
dagegen Ngl-P. für Mörser, also für Geschütze mit kleinem Ladungsverhältnis!
Nc-P. hat um so größere Geschwindigkeit, je dünner Wandstärke ist.
Große Bedeutung hat die Ladedichte!
Drucksteigerung im Rohr erhöht Geschwindigkeit: Anlaß zu Rohrkrepierern s. 876.
Druckerhöhung, wenn Geschoß nicht in Züge hineingeht!
Kurz nach Geschoßaustritt aus Rohr (s. Geschoßgeschwindigkeit!) haben die Pulvergase eine weit größere Geschwindigkeit als das Geschoß selbst! Einfluß auf die Flugbahn durch Vorbeiströmen usw. (832, 941, 767.)
Mündungsgeschwindigkeit der Pulvergase an der Rohrmündung (s. 841). Schuß ohne, mit Kugel.

Meßmethoden der Explosions-Detonationsgeschwindigkeit. **755**

$$\text{Detonationszeit} = \frac{\text{Detonationsgeschwindigkeit}}{\text{Länge der Sprengstoffstrecke.}}$$

Aufstellung von Formeln aus erhaltenen Werten!

Zeitmessung — Unterbrechung:
Klepsydra — Zeitabschnitt ermittelt durch Wägung einer währenddessen ausgeflossenen Quecksilbermenge.
Ballistische Handchronometer von Löbner und Marenzeller: Betätigung beim Abschuß und beim Aufschlagen des Geschosses.
Methode nach Boulengé (vgl. Geschoßgeschwindigkeitsmessung 840! Meßstrecke groß, etwa 30 m). (Luftstoßanzeiger 840.)
Pendelchronograph von Caspersen: Beim Unterbrechen des ersten Stromes wird ein Pendel von einem Elektromagnet freigelassen und beginnt seine Schwingungen; bei Unterbrechung des zweiten Stromes wird das Pendel gehemmt.
Elektrische Uhr von Wheatstone-Hipp:
Vor dem Schuß wird ein Räderwerk in Gang gesetzt, durch ersten Anstoß wird Zeigerwerk damit gekuppelt, welches beim zweiten Anstoß wieder ausgerückt wird.
Optischer Chronograph (s. auch Selle, Z. Sprengstoffw. 1924, 421).
Methode zur Prüfung der detonierenden Zündschnur: Zwei ungleich lange Enden gleichzeitig gezündet; die freien Enden münden in gleichem Abstand auf einer frei laufenden Eisentrommel und geben Zeitmarken von bestimmtem Unterschied! (Troisdorf.)
Methode von Mettegang mittelst des Siemensschen Funkenchronographen. Frahms Geschwindigkeitsmesser — Tachometer —. Tourenzahl beim Antriebsmotor durch Normal-Röhrenstimmgabel synchronisiert. (Cranz IV 170.)
Auslösungsmethode für elektrische Funken s. 508 (Cranz IV 180).
Einfluß der Schwadenionen (nach Jones?) (s. 739).
Variationen (zwei Trommeln, entgegengesetzt laufend).
Methode von Dautriche.
Hier Messung der hohen Detonations-Geschwindigkeit durch Vergleich mit einer anderen Detonat.-Geschw.! (463.) (Aussehen der Schlaglinien bei Dautriche-Versuch?) (771.)
Methode von Roth mittels Radioelektronenröhre (Z. Schieß-Sprengstoffw. 1933, 42). Laboratoriumsmethode, da Meßstrecke 15—30 mm.
Oszillograph — Elektronenstrahl — Braunsche Röhre. (Cranz IV, 171.)

756 Explosions-Detonationsgeschwindigkeit bei Sprengstoffgemischen (Messung).

Sprengmittel:

Sprengsalpeter (292). Ammoniaksalpeter-Sprengstoffe. Chloratsprengstoffe. Flüssigluftsprengstoffe.
Besonders wichtig Dichte des Materials: Sprengstoff lose, gepreßt, ev. über Grenzdichte hinaus, z. B. gegossen!
Ladedichte!
Wichtig Schwadendichte (Haid, Z. Spr. 1933, Nr. 12).
Freie Sprengung.
Sprengung in Eisen- usw. -Hülsen. (In Art Hörrohr. Reflektion der Wellen? s. 782.)
Sprengung im Bohrloch, also ev. in Doppelumhüllung: in Patronenhülse und im Bohrloch!
Ebenso maßgebend Dichte des zu sprengenden Materials?
Sprengstoff z. B. in ausgebohrtem Steinloch untergebracht!
Detonat.-Geschw. bei einer im Kreise gebogenen Sprengstoffstrecke? Schlägt Detonation durch wie bei einer geraden? (Vgl. Schnellzündschnur 811.)
Detonationsgeschwindigkeit hängt ferner ab von Durchmesser der Sprengstoffstrecke. (s. Knackfunken 714). Mikrodetonation im Schmelzpunktsrohr.
Maßgebend ferner Art der Anordnung:
Um einen Mittelpunkt gleichmäßig verteilte Sprengstoffmenge detoniert schneller als Zylinder-Zündungsanordnung! Detonation verläuft vor allem in Richtung, die der Initiator angibt!
Verbrennungsgeschwindigkeit in Luftleere, s. wie bei 752! Formel! (Z. f. Schießwesen 1934, 84. Dissertation von Schumacher!)

Zündmittel:

Zündsätze, frei.
Zündsätze in Zündhütchen.

Sprengkapselsätze frei. (758.)
Sprengkapselsätze in Kapseln.
Prüfung wie vor.

Explosions-Detonationsgeschwindigkeit bei Sprengstoffverbindungen (Messung). **757**

Sprengmittel:
Schießwolle, Nitrozucker, Nitrostärke.
Nitroglyzerin usw.
Ringnitrokörper.
Diese Stoffe allein, im Gemisch mit anderen:
Neutralen wie bei Gurdynamit;
Gemische untereinander wie bei Sprenggelatine;
Gemische mit noch O liefernden Substanzen usw.
Freie Sprengung.
Variierende Momente wie 756.
Einfluß der Beschaffenheit der Sprengstoffe (Stettb. 59):
Umbiegen der Detonationsgeschwindigkeit — Kurvenmaximum!
Kristalline Beschaffenheit begünstigt: gefrorenes Nitroglyzerin oder Gurdynamit haben 3—4mal größere Detonat.-Geschw. als Nitroglyzerin allein.
Abkühlung auf — 190° ändert nicht.
Verhalten in Luftleere s. Formel 752.
Eine Kugel aus Pikrinsäure von 20 cm Durchmesser detoniert in $^1/_{75\,000}$ sec; denn nach jeder Richtung hin hat die Detonation den Weg von 10 cm zurückzulegen, wenn von der Mitte aus gezündet wird.
Mit Ladedichte wird nicht Detonationsgeschwindigkeit geändert, sondern Widerstand gegen die Detonationswelle.
Geschwindigkeit um so größer, je größer der bei der Sprengstoffzersetzung entwickelte Druck ist.
Nitroglyzerin in engen Röhren nicht detonierbar (vgl. Knackfunken!) (714). Detonationsgeschwindigkeit variiert etwas mit Durchmesser der Strecke. (s. u. Det.-Zündschnur.)
Erhöhung der Detonationsgeschwindigkeit durch Porenausfüllung:
Schießwolle feucht — 6800 m.
Schießwolle trocken — 6300 m.
Wie groß wird Detonat.-Geschw. bei Gemischen bzw. bei zusammengeschmolzenen Mischungen von Pikrinsäure + Trinitrotoluol? Gemengverhältnisse? Eutektische Mischung?
Detonat.-Geschw. bei Bogenstrecken (s. 756).
Sprengung im Einschluß (Kaum Einfluß, da Detonation!).

Zündmittel:
Detonationszündschnur.
Prüfung wie vor.
(Vgl. 489: Detonations-Geschwindigkeit der dünnen Deton.-Zündschnüre, die Nitrokörper enthalten!) (s. o.: Nitroglyzerin in engen Röhren.)

Explosions-Detonationsgeschwindigkeit bei thermexplosiven Stoffen (Messung). **758**

Fulminate, Azide, Schwefelstickstoff usw.
Verbindungen allein, im Gemisch mit O-abgebenden Stoffen, z. B. Fulminate mit Chloraten.
Freie Sprengung.
Variierende Momente wie 757.
Knall-Hg von Dichte 4 hat Detonat.-Geschw. von 4700 m/sec; das mit 20 % Paraffin phlegmatisierte der Dichte 2,85 eine Detonat.-Geschw. von 5200 m/sec.
(Haid, Z. Sprengstoffw. 1933 Nr. 12). (486.)
Sprengung im Einschluß:
Besonders: Knall-Hg-Zündschnur.
Sprengkapseln. (Vgl. Zündhütchen 756.)
(Einfluß des Hülsenmetalls auf Detonationsgeschwindigkeit?)

759 Berechnung der Explosions-Detonationsgeschwindigkeit.

Berechnung mit Werten, ermittelt aus der kinetischen Gastheorie (s. bei physikalischen Explosionen!). (709.) (s. kinetische Gastheorie und Schwadengeschwindigkeit 789.)

Berthelots Ausdruck (Cranz II 102):

$$v = 29{,}354 \sqrt{\frac{T_0}{\delta}}$$

Bei explodierenden Gasgemischen identifiziert mit Molekulargeschwindigkeit des Reaktionsgemisches.

Molekulargeschwindigkeiten der einzelnen Gase (vgl. mit Diffusionsgeschwindigkeit bei Giftkampfstoffen: 925, 952).

Setzt man z. B. für Blättchenpulver die einzelnen Molekulargeschwindigkeiten der erhaltenen Gasprodukte ein, multipliziert mit den Mengenfaktoren, so erhält man eine Durchschnittsgeschwindigkeit von z. B. 493 m. Die Molekulargeschwindigkeit folgt beim Anwachsen der Temperatur dem Gesetz:

$G_t^2 = G_0^2 \cdot \frac{T}{273}$ (Vgl. 719: Berechnung der Explosionsgeschwindigkeit.)

Folglich errechnet sich für das Pulver bei t = 2672°; T = 2945°:

$493^2 \cdot \frac{T}{273} = 1528$ m.

Dieser Wert ist zu hoch. Additive Berechnung also unzulässig!

Vergleich dieser Molekulargeschwindigkeiten mit der Schallgeschwindigkeit in eben diesen Gasen. Formel von Bravetta — ganz ähnliche Formel wie für Berechnung der Schallgeschwindigkeit. Nach Becker ist Detonat.-Geschw. = Summe aus Schwadengeschwindigkeit (s. 789) und Schallgeschwindigkeit in verbrannten Gasen!

Vgl. Planetenatmosphäre — Entweichungsgeschwindigkeit (993).

(Vgl. statischer Druck und dynamischer Stoß 768, 790.)

Detonationsgeschwindigkeit bedingt dynamische Stoßwirkung! (770!)

76 Gasdruck — Gasmenge bei Explosivstoffen.

Gasdruckmessung nicht scharf zu trennen von Brisanzmessung. Hier bei Gasdruck handelt es sich vorwiegend um den statischen Druck, während bei der Brisanz (770) noch der dynamische Stoß hinzukommt. (Vgl. auch Mündungsenergie 842.)

760 Gasdruckmessung bei Gas-, Nebel-, Staub-Explosionen.

Langsame Druckentwicklung z. B. im Kippschen Apparat, sonstigen Gasentwicklern.

Welchen Druck entwickelt z. B. H bei Darstellung aus Zn + HCl? Wassersäule! (003, 015, 524.)

Chemische Apparaturen dürfen nie geschlossen sein, wenn es sich um Gasreaktionen handelt, z. B. beim Bleikammerverfahren.

Gasdruck in Gasflaschen.

Druck im Schießrohr im Bombenofen: Ullmanns Verfahren der Druckkompensation. Bei richtigem Öffnen des Schießrohrs Ausblasen der Flamme.

Langsame Druckentwicklung soll gegenüber der plötzlichen Gasentwicklung bei Explosionen keinen Unterschied machen, wenn der Abschluß absolut dicht ist. (Kast 66.)

Druckmessungen bei Explosionen von Knallgas, Leuchtgas usw. (Bunsens Methode mit Gegenbelastung der Abschlußplatte.) (766.)

dto. bei Nebel-, Staub-Explosionen.

Druckmessung bei Kohlenstaubexplosionen im Stollen.

Vergleich mit dem Druck bei langsamen Verbrennungen.

Druckmessungen z. B. im Kalorimeter.

Manometer = Instrumente zur Bestimmung statischer Drucke.

(Anemometer = Instrumente zur Bestimmung von dynamischen Gasgeschwindigkeiten, also vom dynamischen Stoß.)

(Rotamesser, Dampfmesser mit Indikator, beruhend auf Schwimmerprinzip.)

Besondere Messung mit Meßgeräten, die teils mit Druckstempel, teils mit Stahlmembran arbeiten. Z. B. verzeichnen Gasdruckmesser mit Stempel Verzögerungen

sowohl bei Beginn als auch bei Höchstpunkten des Druckanstieges gelegentlich von Versuchen mit Grubengas.
Höchstdrucke schwankten zwischen 5—7 kg/cm².
Störungen durch Auftreten von Schwingungen.
Besonders gut Gasdruckmesser der Bureau of Mines mit Stahlmembran (Z. Sprengstoffw. 1935, 282).

Gasdrucke bei gasbildenden Sprengmitteln. **761**

Versuche mit allen Typen von Sprengstoffen, Gemischen wie Verbindungen.
Vergleich mit Druck bei langsamen Verbrennungen.
Druck bei Explosion unter erhöhtem, erniedrigtem Luftdruck (Vakuum).
Durchweg handelt es sich um Einschlußsprengungen (freie Sprengung s. bei Brisanzmessung 770).
Messungen bei Sprengstoffen in Hülsen.
Bei Messungen von Sprengstoffen in Bohrlöchern handelt es sich um Doppeleinschluß.
Rodmanns Kerbmeißelapparat. (766.)
Schnittapparat von Uchatius. (766.) Strömungsbilder (890).
Druckbombe mit Gasauslaßventil (s. Messung in 760).
Anbringung einer Registriervorrichtung — Manometer?
Meßeimethode (s. Schießmittelprüfung 766).
Noblescher Stauchversuch mit Cu-Zylinder-Maximaldruck. (Cranz III, 196.)
Statische Druckprüfung der Cu-Zylinder mit hydraulischer Presse gibt niedere Werte als bei dynamischer Sprengstoffprüfung (vgl. Cranz II 80). (850.)
Vgl. Gasdruck — Detonationsdruck bei Auflagesprengung (862).
Registrierung nach Vieille: Kolbenverschiebung! (766.)
Starke Nickelstahlbombe für 10-g-Patrone mit Sprengkapselzündung. Druckaufzeichnung durch schwingende Feder auf Plättchen. Druck erreicht momentan sein Maximum, Stempel selbst erhält lebendige Kraft $\frac{1}{2} m \cdot v^2$, wobei m = Stempelgewicht, v gegeben ist durch Detonationsgeschwindigkeit und Masse der Explosionsprodukte. Bichels Versuche mit 2-Liter-Explosionskammern (300 g Sprengstoff). Registrierung mit Dampfmaschinenindikator. Einführung verschiedener Stahlklötze zur Ausschaltung von Nebenreaktionen! Messung des Druckanstiegs durch Schreibfeder am bewegten Cu-Zylinder; Methode infolge Trägheit des Stauchstempels und des Cu-Zylinders ungenau. (Genaues s. 770.) (Vgl. Mündungsenergie sowie Bichels Stoßkraftausdruck!) (842, 770.) Stauchung infolge dieser dynamischen Wirkung doppelt oder viermal so groß (s. 770: Druck oder dynamischer Stoß!) Membranmanometer, Federindikatoren besonderer Bauart.
Petavels Methode: Die elastischen Formänderungen der Druckbombe werden durch geeignete Hebelübertragung und Spiegelablenkung auf schnell bewegtem Film festgehalten. (766.)
Kirners Methode: Photographische Aufnahme Newtonscher Farbenringe, die bei Berührung von 2 Glaslinsen entstehen; Durchmesser der Ringe nimmt mit steigender Belastung zu. (766.)
Sonstige Methoden:
Piezometrische Druckmessungen. (Cranz II, 71.) (766.)
Verfahren nach Pier: Kugelförmige Bombe mit eingeführtem Membranmanometer zum Aufzeichnen aller Phasen der Explosionsstoßkraft.
Druckmessung mit Kohlemikrophon. (Cranz IV, 151.)
Magnetoelastischer Druckindikator (Janowsky): Bei ferromagnetischen Substanzen druch Druck Verformung der Magnetisierungsschleife. (Cranz IV, 153.)
Nernstscher Druckmesser: Kombination von Druckzylinder mit Oszillograph. (Cranz II, 71.)
Druckdosen aus Blei (Höhlung vgl. der bei Bleiplatten, 771).

Gasdrucke bei gaslos sich umsetzenden Sprengstoffen. **762**

Hier besonders wichtig Chloratsprengstoffe, soweit sie ohne Gasentwicklung umgesetzt werden, also:
Gemische von Chloraten mit Metallen wie Al, Mg usw.
Ev. auch bestimmte Leuchtsatz-, Signalsatz-Mischungen.
Acetylenide von Cu, Ag usw. (764.)

Besondere Untersuchung bezügl. Druckentwicklung der umgebenden Luft.
Sonderdruckmessungen.
Besondere Variationen:
Druckmessungen im luftverdünnten Raum resp. im Vakuum.
Druckmessungen bei Überdruck, der von vornherein durch Luft oder andere Gase erzeugt ist.

763 Gasdrucke bei Zündmitteln.

Gleiche Momente und Methoden wie eben bei Sprengmitteln.
Abgefeuert in eingeladener, nicht freier Form.
Zündpillen, Zündhütchen.
Zündmittel, soweit nicht thermexplosiv zerfallend: (s. 762.)
Sprengkapselpillen, Sprengkapseln.
Lose, gepreßt, ohne, mit Einschluß (Art des Einschlusses).
Einwirkung erhöhten, erniedrigten Luftdrucks.
Druck bei Explosion im Vakuum.
Vergleich mit Druck bei langsamen Verbrennungen.
Besonders: Flobertmunition, 478.

764 Gasdrucke bei thermexplosiv zerfallenden Stoffen.

Stoffe von 390 bis 399 (soweit nicht gaslose Umsetzungen vor sich gehen). (762.)
Knallgold.
Halogenstickstoffverbindungen usw.
Momente wie zuvor.

765 Druckverlauf bei der Gasdruckmessung von Spreng-Zündmitteln.

Kurve bei Knallgasexplosion ziemlich steil ansteigend, sanft abfallend. (Vgl. Schießmittel, 767.)
Pendelungen z. B. bei Explosion in Stahlflaschen; dabei geben Meßeier (s. u.!) an beiden Enden der Flasche hohe, in der Mitte niedere Drucke. Erklärung, warum bei Stahlflaschenexplosionen meist Zertrümmerung an Kopf oder an Boden (vgl. Schießmittel). (701.) (766.)
Ähnliche steil ansteigende, vom Maximaldruck an schnell abfallende Kurven bei Spreng-Zündmitteln.
Besonderes: Druckdiagramme von Explosionen unter Wasser zeigen 2—3 Maxima, die Explosion gibt also mehrere Schläge. (S. bei Explosionen unter Wasser 880.)

766 Gasdrucke bei Treibmitteln.

Stoffart: Rauchstarke, rauchschwache Schießmittel (s. 343). (Flobertmunition s. 763.)
(Vgl.: Geschoßgeschwindigkeit, Mündungsenergie, Durchschlagskraft.)
(Vgl. mit Druck bei langsamen Verbrennungen, frei, außerhalb der Waffe.)
Je nach Gasdruck ist Widerstandsfähigkeit des Rohrs zu bemessen. (800.)
Vgl. die nach folgenden Methoden erhaltenen Werte mit den in der Druckbombe gewonnenen!
Statische Druckmeßmethoden (Cranz III, 192).
D'Antony sowie Rumford benutzten Bombe, auf der belasteter Deckel lag, der gerade bei Entzündung des Pulvers den Druck aushielt. Ähnliche Methode von Kellner, Deering. (Vgl. Bunsens Messung 760.)
Methode von Deprez: Manometrische Waage mit Gegendruck von Quecksilber.
Zwecks zeitlicher Registrierung verwandte er Differentialstempel.
Druckmessung mit Bourdons Röhre nebst elektrischer Anzeigevorrichtung (V. d. I. 1936, 563).
Halbstatische Druckmethoden (Cranz III, 195):
Rodmanns Methode: Hineindrücken eines Keils in Platte aus Kupfer oder Blei. (761.)
Uchatius' Methode wie eben, nur Verwendung eines Rundmeißels. (766.) (Strömungsbilder 890.)
Nobles Stauchapparat (crusher gauge) — Krupps Meßei (vgl. Brisanzmessung im Stauchapparat, 776. Hier also direkt Messung des statischen Druckes!).
Verformung von Zylinder zu Tonne oder Hyperboloid! (776.)

Aufstellung einer Stauchtabelle. Vergleich mit der Stauchung unter hydraulischer Presse (761, 850), Pendelhammer, Fallhammer, ballistischem Schlagwerk! (Mechanisch Unterschied hinsichtlich der angewandten Methoden bezügl. statischen oder dynamischen Druckes: Zeit der mechanischen Einwirkung!)

Sonstige halbstatische Methoden (Cranz III, 224):

Zusammendrücken einer Spiralfeder nach Holden.

Änderung des elektrischen Widerstandes von Quecksilber nach Forest-Palmer.

Photographische Registrierung durch Spiegel an dem gedrückten Zylinder nach Petavel. (761.)

Petavels andere Methode: Gegendruck gegen Gasdruck durch Preßluft. (761.) (896.)

Benutzung der Tatsache, daß Glas durch Druck doppeltbrechend wird. Polarisationserscheinung.

Interferenzerscheinung dünner Blättchen, speziell Farbenerscheinung an Newtonschen Ringen. (761.)

Verwendung der Piezoelektrizität (Cranz II, § 13; II, 225). Joachim-Illgen, Z. Sch.-Spr. 1932, 76, 121 (s. 761).

Schwingungsfähiges Gasdruckmeßgerät. (Wehrtechn. Monatsh. 1935, 307.)

Dynamische Meßmethoden (Cranz III, 226):

Methode der sukzessiven Verkürzung des Rohres. Messung des Geschoßweges.

Messung der beschleunigenden Kraft des Geschosses durch Anbringen einer Registriervorrichtung im Geschoß selbst. Registriergeschosse von Sebert.

Methode der Seitenstollen.

Schlittenaccelerograph von Navez.

Rücklaufmesser. (Velocimeter.) (Rodmann, Sebert.) (S. bei Rückstoß, Rückstoßmessungen.) (840, 841.)

Drehspiegelrücklaufmesser von Cranz.

Messung mittels Bleidruckdosen (s. 762, 771).

Bodengasdruckmesser von Prange (Jb. Mv. 1909, 116).

(Vgl. Druckwellenpendelung [808, 815] bei Kartusche.) (803.) 765.) (767.)

Injektor-Ansaugwirkung an Mündung. (652.)

Druckverlauf bei Treibmitteln in der Waffe. Nachwirkung der Pulvergase. **767**

(Vgl. Druckverlauf bei Sprengmitteln, 765.)

(S. Mündungsenergie, 842, 288.)

Druckverlauf desselben Treibmittels in verschiedenen Waffen (Rohrlänge).

(Vorgänge im Seelenraum beim Schuß — Kurvenermittlung: Rohne, Z. f. Schieß- u. Sprengstoffw. 1932, 371; Bollé, Z. f. Schieß- u. Sprengstoffw. 1932, 261.)

(Druckkurve bei Geschützen [Stettb. 39].) (Wolffs Apparatur zur Kurvenaufnahme.)

Zuweilen Störungen beim Schießen: unregelmäßige Gasdrücke, Verlegung hoher Gasdrücke nach Rohrmündung usw.

Nach neuerer Auffassung handelt es sich um die Allgemeinerscheinung einer stoßweisen Druckentwicklung, weil beim Vorwärtsgehen des Geschosses das noch brennende Pulver immer einseitiger im länger werdenden Rohr zu liegen kommt. Schußgase pendeln längs der Seelenachse zwischen Verschlußstück und Geschoßboden hin und her. In Explosionsbombe fehlt die Erscheinung, weil Druckentwicklung hier gleichmäßig. Vieilles Versuch (1890) mit 1 m langem Stahlrohr, an dessen beiden Enden gleiche Druckeinrichtungen: Blättchenpulver z. B. auf ganzes Rohr verteilt, ergab an beiden Enden 2400 atm, bei Zündung an einem Ende am anderen Ende 4—5000 atm, die reflektierte Druckwelle ergab noch 300 atm (vgl. oben Druckverlauf in Stahlflaschen). (765, 766.)

$$\text{Druckverhältnis } \eta = \frac{P_m}{P_{max}} = \frac{\text{höchster Gasdruck}}{\text{mittlerer Gasdruck}}$$

Offensivität (842).

P_m = Druck, der unter Annahme keinerlei Reibungswiderstände, Wärmeabgabe usw. gleichmäßig im ganzen Rohr herrschen muß, um bei gleicher Ladung gleiche Mündungsgeschwindigkeit zu erzielen. Auch bei Luftgewehren, Torpedorohren, Dynamitkanonen.

P_m errechenbar aus Geschoßarbeit A an Mündung = $\frac{1}{2} m v^2$, dividiert durch Produkt aus Druckfläche q, gegen die Gasdruck ausgeübt wird, und Arbeitslänge l, die dem

Geschoßweg gleich ist (vgl. 842). $P_m = \frac{A}{q \cdot l}$. Für das deutsche Gewehr: A = 400 mkg. q = 0,49 cm, l = 0,689 m; Pm = 2500 kg/cm $\frac{P_m = 2500}{P_{max} = 5250} = 0{,}48$.

η für scharf wirkende Pulver 0,30—0,45
η für milder wirkende Pulver 0,45—0,60
η für mild wirkende Pulver 0,60—0,75
} Um so bessere Verwertung, je mehr $\eta = 1$.

Berechnung des mittleren Gasdruckes:

$$P_m = \frac{(G + \frac{1}{2} L)^2 \cdot v_0^2}{2g \cdot s \cdot q \cdot 1{,}0333}$$ (vgl. Formel des Rückstoßes). (816.)

L = Gewicht der Pulverladung.
G = Geschoßgewicht.
v_0 = Mündungsgeschwindigkeit des Geschosses.
s = Geschoßweg im Rohr
q = Geschoßquerschnitt.

Beim deutschen Infanteriegewehr beträgt der mittlere Gasdruck 3201 atm. Den Ort des höchsten Gasdrucks ermittelte Cranz mit dem optischen Rücklaufmesser bei etwa 95 mm Geschoßbodenbewegung; an dieser Stelle müssen nach Berechnung etwa 70—75% der Pulvermenge verbrannt sein.

Die Umsetzung der 3,2 g schweren Treibladung vollzieht sich in $^1/_{1000}$ sec, also ungefähr in derselben Zeit, die von der Kugel zum Durcheilen des Laufes gebraucht wird.

Bei den Geschützen wird beides größer:
so braucht das 49,64-cm-Geschoß für die Kruppsche L/50-Kanone $^1/_{70}$ sec.
(Vgl. dazu: Kast 69; Cranz II, zweite Hälfte.)

Nachwirkung der Pulvergase (oszillierender Druck): Messung mit Pendelkanone (s. ballistisches Pendel [840]). (Hänert, Wehrtechn. Monatsh. 1935, 244.)

Abnorm hoher Druck beim Herausschießen einer steckengebliebenen Kugel mit neuer Pulverladung. (808.)

768 Berechnung von Explosionsgasdrucken.

Berechnung des Gasdrucks für Spreng-, Zünd-, Schießmittel.

Statischer Druck = innerer Druck eines gradlinig strömenden Gases, also Druck, den ein parallel zur Kanalwand strömendes Gas auf diese ausübt. (770.)

Druckwerte für Druckbomben. (Ostwald-Luther, Handbuch physiko-chemischer Messungen, 4. Aufl., 239.) (S. 896, 890.)
Formeln für Druckentwicklung in Röhren, Kugeln, abhängig von Wandstärke und den Festigkeitseigenschaften.

Statischer Druck für entwickelte und ausgedehnte Gase (s. 790). Stettb. 71:
Gleichung von Gay-Lussac, ferner Abels Gleichung:

$$f = \frac{p_0 \cdot v_0 \cdot T}{273} \qquad p = \frac{f \cdot \delta}{1 - \varkappa \delta}$$ ($\varkappa$ = Co-Volumen.)

Bei Explosion entstehen Gase, die durch Explosionstemperatur ausgedehnt werden.

War Explosionsraum vorher mit Luft von 1 atm gefüllt, so drückt nach Explosion auf Wände Explosionsdruck + 1 atm, von der Gegenseite 1 atm.

War Explosionsraum vorher unter Vakuum gesetzt, so drücken nach Explosion auf die Wände Explosionsdruck + $^1/_x$ atm, während von außen die Atmosphäre mit 1 atm gegendrückt.

Berücksichtigung des Co-Volumens $\varkappa$ = nicht mehr zu verkleinernder Inhalt der Gasmoleküle selbst = kleinster Raum, auf den Gas komprimierbar = $^1/_{1000}$ v_0 (nach Sarrau). (Vgl. Co-Volumen in van der Waals Gleichung.) (Cranz III, 191.)

$$p\ (v - \varkappa) = p_0 \cdot v_0\, T \cdot \frac{1}{273} = f.$$

(f = am richtigsten als spezif. Energie bezeichnet.)

1. Hauptgleichung der inneren Ballistik Abel-Nobel 1875.

$$p = \frac{f \cdot \Delta}{1 - \varkappa \Delta}$$

Bester Ausdruck für Maß der Arbeitsfähigkeit. (Formel zeigt, daß Zunahme des Drucks nicht proportional der Ladedichte, sondern beträchtlich schneller erfolgt.) (Bei einzelnen Sprengstoffen f nur berechenbar, nicht meßbar.) (s. Brisanz, Mündungsenergie.)

Für $\Delta = \frac{1}{\varkappa}$ wird $p = \infty$, dies tritt (n. Kast) ein für:

Knallquecksilber	von eigener Dichte	4,43	bei	Δ	= 3,18
Schwarzpulver	„ „ „	1,82	„	Δ	= 2,05
Nitroglyzerin	„ „ „	1,60	„	Δ	= 1,40
Schießwolle	„ „ „	1,30	„	Δ	= 1,16
Pikrinsäure	„ „ „	1,74	„	Δ	= 1,14
Ammonnitrat	„ „ „	1,71	„	Δ	= 1,02

(Sarraus Wert für $\varkappa$ also unbrauchbar für wechselnde Ladedichte. Wahrscheinlich überhaupt nicht konstant, sondern für steigende Drucke abnehmend.) Für hohe Ladedichte wird $\varkappa$ gleich oder größer als ursprüngliches Sprengstoffvolumen, darum hält kein Stoff den Druck des Sprengstoffs aus.

Bleibt wie bei Schwarzpulver ein fester Verbrennungsrückstand = u, so ist:

$$p = \frac{f\,\Delta}{1 - (\varkappa + u)\,\Delta}$$

Initialzündmittel sind solche, deren Druck sehr leicht = ∞ wird (Co-Volumen!) (s. 785).

Ladedichte 0,23 entspricht annähernd dem in Feuerwaffen zulässigen Höchstdruck. Werte des Höchstdruckes p in Explosionsbombe feststellen, f berechenbar als:

$$f = \frac{p}{\Delta} - \varkappa\, p$$

Für Δ = 0,099 bei Nitrocellulose-Röhrenpulver z. B. 831 atm = 858 kg/cm² gefunden (Beträchtliche Fehler in den Resultaten, vor allem durch Ungenauigkeit von $\varkappa$.)

Gasmengen bei Explosivstoffen. **769**

Berechnung aus chem. Zersetzungsgleichungen (Molekularvolumen).

Vergleich: Welchen Raum nimmt 1 kg Nitroglyzerin, welchen Raum die entwickelten Gase ein? Kugelvolumen: Zuerst ca. 6, dann 150 cm Radius.

(Berücksichtigung der Explosionstemperatur.)

Kontrolle der Gleichung hinsichtlich Art und Menge der Gase durch Messung und Untersuchung des Gases aus Kalorimeterbombe, Gassammelröhre. (Vgl. Co-Volumen!)

Spezif. Vol.: Raum, den die von 1 g des explosiblen Systems erzeugten Gase bei 0° und 760 mm einnehmen.

Höchstes spezif. Vol. hat Ammonazid = 1700.
Kleinstes „ „ „ Bleiazid = 230.

Messung bei Spreng-, Zünd-, Schießmitteln: Überführung der Gase durch Seitenventil der Kalorimeterbombe (Abkühlung) in den Quecksilbergasometer nach Sarrau-Vieille. (Abzug vom Zündmittel stammender Gase; Sonderermittlung.) (Messung Cranz III, 191.) Besonderes: Gase bei Bleiblockprüfung. (773.)

Spezif. Vol. verhält sich umgekehrt wie Verbrennungswärme, die mit steigender Ladedichte wächst.

I. A. wird bei Pulver das Gasvolumen um so größer, je ärmer Pulver an chemisch gebundenem O ist. (Nitrocellulosepulver gibt i. A. mehr Gas als Nitroglyzerinpulver.) Bis zur Ladedichte 0,1 vermehrt sich zunächst das Gasvolumen, um mit ansteigender Ladedichte ständig abzunehmen (anfänglich Mengenzuwachs an H_2, der dann verschwindet, weil bei höherer Dichte Bildung von CH_4 auf Kosten des H_2 erfolgt).

Chemische Analyse der Gase: 1. Gase mittels Büretten aus Gasometer resp. angebohrten Waffen abgenommen; 2. Gase automatisch aufgefangen bei Geschoßdetonationen (Unterstände). (Kasts Gassammelapparat.) (737, 738.)

Zersetzungsgase verschieden je nach Ladedichte und vorhandener O-Menge; frei an der Luft verbrennendes Pulver liefert andere Gasmenge als beim Schuß, z. B. entstehen anstatt N_2 nitrose Gase. Damit in Pulvergasen keine $N_x O_y$-Gase auftreten,

ist mindestens Druck von 27 atm notwendig, der meistens in der Waffe an allen Rohrstellen überschritten wird, so daß Gase aus der Waffe nur N_2 enthalten. Dissoziation von CO_2- und H_2O-Dampf kommt bei hohem Druck (Explosionsbombe, scharfer Schuß) kaum in Frage, wohl bei den Explosionsvorgängen in Gasmotoren, wo es sich um weniger als 100 atm handelt.

Besonders wichtig Verhältnis $\frac{CO_2}{CO}$ (s. Dissociation 628).

Verschiebung des Gasgleichgewichts durch Einfrieren, d. h. durch rasches Abkühlen des Gasgemisches. Vgl. kalt-warme Röhre von St. Claire-Deville! (739.)

77 Brisanz — Brisanzmessung.

770 Begriff der Brisanz.

Brisanz = Arbeitsleistung (Arbeitsdichte) — Nutzeffekt umfaßt
a) statischen Druck,
b) dynamische Stoßwirkung
in bezug auf Stoffe, die unmittelbar vor der Explosion den Explosivstoff umgaben, also handelt es sich um Nahstoßwirkung (796, 797, 798).

Brisanz kommt daher allen Sprengstoffen zu, sowohl den Sprengmitteln wie den Schieß- und Zündmitteln; nur ist Größe des Brisanzwertes verschieden.

Statischer Druck oder Explosionsdruck. Dynamischer Stoß oder Brisanzdruck. (759, 768.)

(Brisanzmessung fällt teilweise mit der reinen Gasdruckmessung zusammen, vgl. z. B. Stauchmethode.)

Um reine statische Druckwirkung handelt es sich bei kleiner Geschwindigkeit bezgl. der Druckentwicklung, z. B. bei Schießofenrohrexplosionen (760); andere Ansicht von Kast (p. 66), wonach bei dichtem Einschluß des Explosivstoffs die Zeit der Druckentwicklung gleichgültig sein soll!

Vgl. dazu: Statischer Druck bei gradlinig strömendem Gas, den ein parallel zur Kanalwand strömendes Gas auf diese ausübt. (768.) Bewegtes Gas erzeugt außerdem dynamischen Druck — $\frac{1}{2} h \cdot v^2$ (h = Raumgewicht in g/liter, v = Strömungsgeschwindigkeit in m/sec.)

Gesamtdruck = Summe aus beiden. (Vgl. Ausflußgeschwindigkeit von Gasen.)

Berücksichtigung der Zeit wichtig, weil bei Explosivstoffen der Energieinhalt nicht groß ist (s. bei Explosionswärmen), aber die Leistung = Arbeitsleistung in Zeiteinheit so groß wird, daß diese Leistung durch keine Maschine eingeholt werden kann — Tunnelbau, Kanalbau. Wirkungsgrad des Explosionsmotors!

Nach Stettb. 49 ist Explosionsgasdruck = statischer Druck abhängig von Explosionstemperatur und entwickeltem Gasvolumen, der Brisanzdruck dagegen wesentlich von der Detonationsgeschwindigkeit.

Brisanzdruck vielleicht ¼ bis ⅓ des Explosionsgasdrucks; denn die elastisch bewegliche Luft besitzt gegenüber dieser Geschwindigkeit noch zu wenig Trägheit; erst bei unendlicher Geschwindigkeit würde sie sich wie ein Feststoff verhalten.

(Vgl. Auflagesprengung 863.)

Explosionsgasdruck oder Detonationsdruck wird also ohne Rücksicht auf die dabei notwendige Zeit gemessen (Haid-Selle, Z. Schießw. 1934, Nr. 1, 2, 4, 6).

Bezgl. Detonationswirkung = Brisanz also zu unterscheiden:
Gasentwicklung aus dem Explosivstoff,
Gasausdehnung der Gase durch Explosionstemperatur,
Innendruckbildung innerhalb der umgebenden Luft,
Stoßwellenbildung in der Luft bzw. in den Schwaden,
Stoßwirkung auf die Wände des Systems.
Zeitlicher Verlauf dieser genannten Momente?

Unterschied in bezug auf Wirkung des statischen Druckes und des dynamischen Stoßes ebenso Unterschied bezügl. der Brisanzprüfung!:

Die Wandungen des den Explosivstoff umgebenden Stoffes können alle aus dem gleichen Material bestehen, also aus Material von derselben Dichte, sie können aber auch hinsichtlich der Dichte verschieden sein. In ersterem Fall ist Druck- resp. Stoß-

wirkung nach allen Seiten hin gleich, im letzteren Fall verschieden, und zwar ist besonders Stoßwirkung nach Seite des kleinsten Widerstandes hin kleiner, bzw. kommt schneller zur Auswirkung, bzw. kommt eher zum Stehen, weil sehr schnell Entlastung eintritt!

Solche besonderen Wirkungen bezgl. verschiedener Dichte, nicht des Explosivstoffs, sondern des Umgebungsmaterials, liegen vor bei:
Brisanzmessung mit nachgiebiger Wand. (779.)
Sprengung mit Verdämmung. (861 usw.)
Mündungsenergieermittlung. (842.)
Ausblasesystem. (797, 798, 895.)

Erklärung der Tornadowirkung bei Explosionen (s. 797):
Beim plötzlichen Stoß gegen Wände verschiedenen Widerstandes gibt die leichtere zuerst nach, daher wird die spezifisch leichtere von der schwereren fortgerissen, gibt also Anlaß zur Entstehung der Wirbelung, d. h. zur Bildung der Tornadowirkung. Tornado-Stoßwirkung bei Explosion in umgrenztem Raum = Nahstoß, in derselben Weise Fernstoß: auch beim Lauf der Welle in die Ferne Trennung von spezif. verschieden dichten Stoffen voneinander (s. Materialprüfung, 895).

Erklärung der Erscheinungen bei Freisprengungen an Luft, also der am häufigsten vorkommenden Explosionsfälle, bei denen der Explosivstoff auf einer festen Unterlage liegt, überall sonst von Luft umgeben ist. Besondere Wirkung bei Auflagesprengungen (s. 862). (Moment der Hohlraumsprengung 786.)

Formeln bzw. Meßmethoden der Brisanz:

Produkt aus Kalorienzahl und 427 m/kg (Wärmeäquivalent) = Potential.
Charakteristisches Produkt Berthelots:
Gasmenge mal Kalorienzahl (abgeleitet aus dem Gasgesetz $\frac{p \cdot v}{T} = \frac{p_0 \cdot v_0}{T_0}$).

In beiden Fällen fehlt Berücksichtigung der Geschwindigkeit!

Ableitung des Ausdrucks von Kast (s. Kast, 66 usw.):

Bei vollkommenem Einschluß des Explosivstoffs würde bei langsamer oder schneller Gasentwicklung die Deformation der Umgebung entsprechend der Gasentwicklung verlaufen, ihr Endbetrag wäre durch Menge und Spannkraft der Gase bestimmt, d. h. ihre Arbeitsfähigkeit entspricht = f.

Dichter Einschluß liegt vor bei Schießmitteln in der Waffe, bei Sprengstoffen im Trauzlblock; beide Methoden geben also die wirklich geleistete Arbeit wieder, den Nutzeffekt. Tatsächlich (s. 773!) steigen Trauzlwerte mit berechneten Werten von f an.

Danach ergibt sich die Arbeitsdichte als: f mal Ladedichte.

Nun geht Wärme durch undichten Einschluß und durch Wärmeleitung des Einschlusses verloren, und zwar um so mehr, je länger die Gasentwicklung dauert. Daher ist die Zeit der Entwicklung wichtig. Daher
Leistung = f mal Ladedichte mal Geschwindigkeit.

$$\text{Daher Brisanz} = \frac{p_0 \cdot v_0 \; T \cdot \delta}{273} \cdot \text{Detonationsgeschwindigkeit.}$$

$$\text{Vereinfachte Kast-Formel: Brisanz} = \frac{E \cdot d}{t}$$

(Ähnliche Formel ohne Berücksichtigung der Ladedichte aufgestellt von Heß, Literaturangaben; s. Kast, 67.)

Angewandt auf Sprenggelatine (nach Stettb. 49) ergäbe sich:

$$\text{Brisanz} = 1{,}0333 \cdot 711{,}4 \cdot \frac{(273+4410)}{273} \cdot 1{,}6 \cdot 7500 = 151\,000\,000.$$

Unstimmigkeiten der Kast-Formel:
Bei Vergrößerung von t vermindert sich Brisanz, weil Gase durch Spalten entweichen (Kast-Formel gilt für gasdichten Abschluß). Aber es besteht keine direkte Proportionalität zwischen Zeit und Brisanz; denn letztere wird nicht doppelt so groß bei halbierter Zeit, ebensowenig wird Brisanz verdoppelt, wenn Ladung statt von einem Ende von der Mitte aus gezündet wird (s. 785).

Andere Brisanzausdrücke:
Berücksichtigung des Umstandes, daß Detonationsgeschwindigkeit von der Dichte abhängig ist:

Herlins Formel: $B = \frac{E \cdot d}{t^k}$ (Bei $k = ½$ wird $B = E \cdot d^{3/2} \cdot v^{1/2}$).

Andere Herlin-Formel (nach Cranz II, 106): $B = Q \cdot d^{1+k} \cdot v^k$, worin Q die erzeugte Wärmemenge ist.

Redl (Cranz 107) definiert Brisanz als diejenige Bewegungsgröße, die in der Zeiteinheit durch die Explosion ausgelöst wird; der Wert $\frac{m \cdot v}{t}$ wird reduziert auf die Einheit der Oberfläche der Sprengstoffmasse. Nach Redl gibt schon das Produkt aus Ladedichte mal Detonationsgeschwindigkeit einen brauchbaren Brisanzwert. Denn nach ihm ist Stärke des Stoßes, gegeben durch die Bewegungsgröße m · v, das Produkt aus der stoßenden Masse m der Sprengstoffteile und der Geschwindigkeit. Diese Bewegungsgröße ist gleich dem Zeitintegral des Stoßdruckes, der die Dauer t sec besitzt. Bei Division durch die Stoßdauer t erhält man den mittleren Stoßdruck in kg. Danach ist also Brisanz = mittlerer Stoßdruck, der bei Umsetzung des Sprengstoffes auf 1 cm² der Einschließungswände ausgeübt wird, falls sich der Sprengstoff im eigenen Volumen zersetzt.

Dieser Druck ist nicht der statische, sondern der dynamische.

Nach Wöhler ist Brisanzformel aus Wärme, Dichte, Gasentwicklung, Detonationsgeschwindigkeit nur zulässig, wenn Deton.-Geschw. darin überwiegt. Außerdem wird der Bichelsche Ausdruck als maßgebend angesehen:

Bichel (Kast 43) zerlegt Arbeitsleistung in eine Druck- und Stoßwirkung, für erstere soll gelten p, für letztere Ausdruck der mechanischen Bewegungsenergie $½ mv^2$, worin m = Masse der Explosionsprodukte, v = Detonationsgeschwindigkeit ist. Aber nach Kast machen die Explosionsprodukte selbst die Massenbewegung des den Sprengstoff umgebenden Stoffs nicht mit, sondern die Energieübertragung beruht auf einer Wellenbewegung. Außerdem würde nach dieser Formel, wenn man die Gewichtseinheit zugrunde legt, die Stoßwirkung proportional dem Quadrat der Deton.-Geschw. sein, was nicht zutrifft. (Genaueres s. 761.)

Nach Taffanel (Kast 68) soll der Explosionsdruck proportional dem Quadrat der Det.-Geschw. sein, Brisanz soll verknüpft sein mit Det.-Geschw., Dichte, Covolumen.

Nach Rüdenberg soll B proportional sein dem Produkt aus Dichte der Verbrennungsgase und spez. Energie des Sprengstoffs, während Becker sie als Drucksteigerung auffaßt (Kast 68).

Becker hat neuerdings Beziehungen zwischen Brisanz und der Schwadengeschwindigkeit aufgestellt (s. 789).

Methoden der Brisanzprüfung: Statt die für die Brisanz wichtigen Werte: Wärmewert, kubische Dichte, Detonationsgeschwindigkeit einzeln zu prüfen, soll durch eine einzige Prüfung ein Schluß auf die Brisanz ermöglicht werden!

Nach Cranz (Bd. II 105) sind zwei Wirkungen zu unterscheiden:

Während der Umsetzung des Sprengstoffes in Gase liegt ein Stoßvorgang vor: die kleinsten Teile des Explosivstoffs entfernen sich mit einer schließlich konstanten Geschwindigkeit, der Detonationsgeschwindigkeit v, aus ihrer Ruhelage und stoßen gegen die Umfassungswände. Nach der Umwandlung des Explosivstoffs hat man ein hocherhitztes Gemenge von Gas und Dampf (und Rauch = Schwaden? Verf.), welches sich ausdehnt und Arbeit leistet, indem es die umgebende Luft zurückschiebt oder die durch den vorhergehenden Stoß erschütterten Umfassungswände zertrümmert und deren Teilen lebendige Kraft erteilt.

Diese beiden Vorgänge: Stoßvorgang und Arbeitsleistung, werden i. A. zeitlich nicht völlig getrennt sein, sondern insofern ineinander übergehen, als die Arbeitsleistung schon begonnen haben kann, wenn ein Teil der Gesamtmasse des Explosivstoffs noch in der Umsetzung begriffen ist.

Je nach dem Zweck, dem der Explosivstoff dienen soll, muß die Wahl so getroffen werden, daß die eine oder andere Wirkung überwiegt — s. Anwendung der Sprengtechnik in A. 8!

So werden in weichem Boden, bei Erdwällen durch Sprengstoffe von geringer Stoßkraft, aber bedeutendem Arbeitsvermögen, größere Erdmengen herausgeschleudert als durch Sprengstoffe mit größter Detonationsgeschwindigkeit und folglich größter Stoßkraft! Dagegen kann man Felsen sprengen, Panzerungen durchschlagen, Brücken zertrümmern (Gewinnungs- und Zerstörungssprengung) nur durch Spreng-

stoffe mit hoher Stoßkraft; bei Sprengstoffen mit geringer Stoßkraft nur ungenügende Zertrümmerung, es entstünde nicht ein werfender Sprengschuß, sondern die Verdämmung würde herausgeschossen.
(Vgl. besonders: 882 Torpedowirkung — vorwiegend statisch oder dynamisch?)
Explosiv-Materialprüfung (890) ebenfalls nach der statischen oder dynamischen Seite hin zu trennen — auch nicht explosive Materialprüfungen werden bekanntlich in statische oder dynamische getrennt.
(Vgl. Messung von statischem und dynamischem Windstoß.) (659, 790.)
Brisanz und Nutzeffekt. (154, 865.)

Bleiplattenprüfmethode. **771**

Prüfung von Spreng-Schieß-Zündmitteln. (Vgl. 484.)
Ausführung — Apparatives.
Dauerdeformation eines plastischen Materials — Blei fließbar — allgemeine Bedeutung des Bleis für Sprengstoffindustrie (Fußbodenbelag).
Blei durch öfteres Umgießen härter.
Temperaturberücksichtigung.
Durchschlagsergebnis — Stanzvorgang (vgl. Durchschuß 850).
(Nach Stettb. 49 dürfte Druck zum Durchschlag einer Metallplatte 20 000 at nicht übersteigen!) (Vgl. Widerstand des Materials gegenüber einer langsam wirkenden Stanze und gegenüber dem momentan verlaufenden Explosionsstanzdruck!)
Daher wichtig Entscheidung, ob in dieser Prüfmethode eine wirkliche Brisanzmethode vorliegt oder ob nur der Explosionsgasdruck gemessen wird!
Schlagfigur: (vgl. Mondkraterbildung, die auf Explosionen zurückgeführt werden. Vgl. 860). Ausbrennung dabei? (613.)
Schlaglöcher ausmessen — Bleiplatten vor Versuch mit Zirkel gradieren! (Vgl. Einbuchtungen bei Erichsens Tiefziehmethode — Z-Metallkunde, 1935, 230.)

$$\text{Höhlung} = \frac{\pi\, a^2 \cdot b}{6}$$

a = Durchmesser, b = Tiefe.
Auswertung der Formel durch Commission des substances explosives-Mém. poudre Salp. (Bd. XII, 134). (Vgl. mit Höhlung durch Geschosse. 850.) (Cranz I 463.)
Vgl. allgemeine Trichterbildungen bei Sprengungen 860.
Differenzwägung des verlorenen Bleis (aber Cu von Sprengkapsel kommt hinzu!)
Auswägung nach Langhans mit Paraffin.
Breitung, radiale Ausdehnung, Kontraktion. (500.)
Splitterzahl etwa 55 bis 60. Konstanz, d. h. Unabhängigkeit von Plattenmaterial.
Vgl. Justrowformel für Granaten (864, 977). (Cranz II 420.)
Splittergröße: ca. 1/15 cbmm.
(Vgl. Spritzer mit den Bleispritzfiguren bei Detonation von Bleiazid am Platindraht. 389.) (Splitterbahnen vgl. mit Spritzfigur fallender Tropfen.)
Figur auf Rückseite der Bleiplatte (vgl. Cranz I 457: Wirkung von Erschütterungswellen infolge hoher Geschwindigkeit der Wellen, z. B. des Schalls in Metall).
Auftreten von Interferenzerscheinungen an Bleiplatten wie bei Blockprüfung? (s. 77.)
Vgl. mit Höhlung auf Bleidruckdosen. (761.) (766.) (790.)
Bleiplattenprüfung durch Gegenexplosion — Materialprüfung 890, 9.:
Auf entgegengesetzten Seiten von Bleiplatten werden gleichzeitig 2 Kapseln durch Detonationszündschnur gezündet:
Aufhebung der gleichen Wirkung bzw. Überwiegen der stärkeren Brisanz? (Vgl. mit Blutdruckmessung von Riva-Rocchi 890, 991.)
Besonders starker Durchschlag bei Kapseln, deren Cu-Hülse in einer Eisenhülse steckt; Schlag nach unten gelenkt (s. 484).
Sonderprüfung: Bleiplatte vorher erwärmt, gekühlt.

Plattenprüfung mit Platten aus anderem Material als Blei. **772**

Metallplatten. Platten aus Holz, Hartgummi, Glas usw. (Vgl. Materialprüfung!)
Vergleich der Platteneigenschaften mit denen des Bleis in bezug auf Detonationsdruck sowie auf Brisanz:
Härte, Festigkeit, Dehnbarkeit usw.

Härtezunahme bei Schlagwirkung der Prüfung?
Einzelheiten wie eben bei 771. (Ausbrennung dabei? 613.)
Wichtig: Splitterbahnenzahl konstant wie bei Blei.
Besonderes: Prüfung von Initiatoren, wie Knallquecksilber, Bleiazid, Zündhütchen auf Papier, Pappe! (Vgl. Materialprüfung.)
Sonderprüfung: Platten vorher erwärmt, gekühlt.

773 Bleiblockprüfung nach Trauzl. (Hess.)
Hier eigentlich Messung des statischen Druckes (Cranz II 162).
Auch hier wie bei Bleiplatten Blei durch Umgießen härter: (Pb + Cu?)
Temperaturkorrekturskala. (Z Sprengstoffw. 933, 345.)
Große, kleine Blöcke, letztere für Sprengkapseln-Abnahme.
Ergebnis: Form der Aufbauchung — Kurvenform! (484.) (613.)
Im mittleren Querschnitt senkrecht zur Zylinderachse Kranz von Interferenzstreifen — Welle nach oben und eine nach unten. — Cranz II 163 (vgl. bei Bleiplatten).
Besonderes:
Kombination des Bleiblocks mit Abfangeinrichtung eines herausgeschleuderten Stempels. (s. 779.) Prüfung der Explosionsgase 769.
Sprengung unter einer evakuierten Kupferglocke — Abkühlung der Explosionsgase vermieden, Vermeidung von Sekundärreaktionen. (Vgl. 739, 769.) Gleicher Effekt bei Sprengung in kleinen Eisenporzellangefäßen, die in großen evakuierten Bomben stehen. Maßgebend bezügl. Zusammensetzung der Explosionsgase Wandstärke der kleinen Bomben, also Arbeitsleistung des Sprengstoffs. Weitere Abkühlung durch Einsetzen der Bombe in feuchtes Kieselgur oder Asbestschlamm. (Cranz II 44.)
Sprengstoff in Stahlzylinder im Bleiblock (Z Sprengstoffw. 1935, 296).
Besondere Ausbrennwirkung bei Ammonalen — deshalb vergleichbar nur Sprengstoffe von ähnlicher chemischer Zusammensetzung! (295.)
Verwendung von Blöcken aus anderem Material als Blei (vgl. 772).
Tonblöcke, Paraffinblöcke, Eisenblöcke (vgl. 774).
(Vgl. mit Brennstoffen — Ausbrenn-Ausschmelzöffnungen z. B. in Eis.)
Besonderes: Blöcke vor Versuch erwärmt, gekühlt.

774 Sprengung in Tiegel, Hülsen (Eisen, andere Materialien).
Stettbachers Methode: Sprengen in Eisentiegel über starkwandiger Eisenplatte (vgl. Torpedowirkung bei Sprengung unter Wasser). Ebenso Tiegel, Hülsen aus anderen Materialien. (882.)
Stärke des Durchschlags und Aufrauhhubs durch Eisensplitter — Strahlungsfiguren. Hartes Eisen besser als Stahl. (Stettb. 361.)
(Vgl. Abbrennprobe im glühenden Eisentiegel.) (Verpuffungsprfg. im Reagensglas.) Vgl. Materialprüfung. (890.)
Jacobi, Z.Sch.-Sprengstoffw. 1917, 325. Stettb. ebenso 1931, 39. Turek, Chim. Ind. vol. 26, Nr. 4. 1931.)
Größe, Zahl der Splitter. Vgl. Formel für Splitter bei Granaten nach Justrow s. Cranz, II 420. S. 771.
Besonderes: Sprengung wie vor, nur mit Tiegel, der auf bestimmte Temperatur vorgewärmt bzw. abgekühlt ist.
Sprengen in Tiegel mit Luftraum darin — vgl. Hohlraumsprengung, Hohlsprengkapsel. (786.)

775 Zerlegung zäher, spröder Körper als Brisanzmessung.
Amerikanische Methode der Sandzerschmetterung.
Zersprengen von Glas (s. 774 und: Verpuffungsprobe im Reagensglas).
Besonderes: Vorwärmung, Vorkühlung des zu zerschmetternden Materials.

776 Stauchmethoden zur Messung der Brisanz, des Detonationsdruckes.
Ähnliche Methode wie bei Prüfung des Gasdrucks — s. 766.
(Vgl. Materialprüfung: Statische Stauchung durch hydraulische Presse. — Dynamische Stauchung durch fallendes Gewicht.) (890.)
Kastscher Stauchapparat — dieselben Kupferzylinder wie bei der Meßeiprüfung am Geschütz (s. 766).

Stauchzeit anders beim ersten Millimeter des Cu-Zylinders als bei den folgenden, weil Material durch Stauchung härter geworden ist. Daher Vorschlag von Haid (Z-Sprengstoffw. 1934, Nr. 2): Wieviel Zylinder aufeinander sind nötig, um gerade 1 mm Stauchung zu erzielen?
Form der Stauchung: Bei raschen Schlägen mit leichtem Hammer erhält man Hyperboloidform, bei langsamem Schlag mit schwerem Hammer Tonnenform. Ausbildung von Rutschkegeln (Riedel). Beim Bleizylinder treten beide Formen auf. Hyperboloidform z. B. erhält man beim Auflegen eines Bleiblättchens auf den Zylinder vor der Stauchung. (Cranz II 88.) (766.)

Auswirkung bei doppelter Sprengstoffmenge auf dem Stauchapparat: Stauchung nicht der gesteigerten Menge entsprechend.
Besondere Werte bei der Drahtstühlchenmethode! (Vgl. Luftsäulenwirkung!) (786, 890.)

Stauchung von Zylindern aus anderem Material als Kupfer: Bleizylinder.
Stauchung von 2 aufeinanderstehenden Bleizylindern — Verhältnis der Stauchung des oberen zu der des unteren Zylinders.

Quinaus Quetschapparat.

Nagelbiegeprobe zur Messung der Brisanz, des Detonationsdruckes. **777**

Verwendung von Nägeln bzw. von Stahldraht.
Nageltest (Stettb. 354).
Größe des Biegungswinkels.
Nägel aus anderem Material.

Phlegmatisierungsprüfung als Brisanzmessung. **778**

Esops Methode mit Rizinusöl (Mitt. Art. Geniew. 1899, 644, Z.Sprengstoffw. 1928, 352).

Wöhlers Methode mit Paraffinöl. (Z.Sprengstoffw. 1926, 1 1927, 95.) (788.)

Wöhlers Methode mit Trixyl-Kochsalz (Sprengkapselprüfung s. 484). 486. Phlegmatisierung zur Sprengkapselabnahme.

Methode des Mv. mit Talkum (Z. Sprengstoffw. 1930, 399).

Cybulskis Methode (Przeeglad Gorniczo Hutnicz 9, 941 [1931]).
(Phlegmatisierung bei Elementaranalyse s. 239.)
(Phlegmatisierte Geschosse in Skagerrakschlacht. 788. 686.)

Brisanzmessung bei nachgiebiger Wand. (Rückstoßmessung.) **779**

Hier handelt es sich um Methode, bei der deutlich in Erscheinung tritt (bezw. bei der gemessen wird), daß, wenn eine Wand leichter ist als die anderen, Wirkung besonders auf diese erfolgt. Vgl. besondere Bemerkung 770.

Vgl. dazu:
Ausblasesystem. (797, 798, 895.)
Tornadowirkung. (797.)
Verdämmung. (861.)
Mündungsenergie. (842.)

Entscheidung, ob bei diesen Methoden mehr der statische Druck oder der dynamische Stoß gemessen wird! (Letzterer im Vordergrund!)

Vgl. Variation der Bleiblockmethode 773, wobei Stempel nach Bichels Methode aus dem Bleiblock heraus fortgeschleudert wird: dadurch will Bichel exakt eine Trennung der statischen Druckwirkung von der dynamischen Stoßwirkung herbeiführen. (Cranz II 163.)

Ballistisches Pendel — Pendelbrisanzmesser. (811.)
(Vgl. Schießmittelprüfung!)

Methode von Hopkinson: Ermittlung des Bewegungsmomentes eines Stahlstückes, das am Ende eines pendelnd aufgehängten Stahlstabes befestigt ist und durch Detonationsaufschlag eine sich durch den Stab fortpflanzende Druckwelle erhält. (Haid, Z-Sprengst. 1934, Nr. 2.)

Fernstoßmethode von Bollé (Jb.Mv. 1927, 34). Schmidt, Z-Sprengstoffw. 1932, 301.

78 Explosionsvorgang im Explosivstoff. Welle. Chemischer Stoß. (Nahstoß.)

780 Wellenerscheinung bei Gasexplosionen. (Oszillationen.)

Auftreten der Explosions-Detonationswelle unabhängig davon, ob es sich um ungerichtete oder gerichtete Explosionen handelt. (Besondere Momente, die mit Richtung nicht des Sprengstoffs oder seiner Detonationswelle, sondern mehr mit der des Explosionsstoßes zu tun haben, s. 782.)

Hinsichtlich der Bedingungen der Entstehung der Detonationswelle haben Dixon sowie Mallard und Le Chatelier beobachtet, daß die Welle um so eher auftritt, je mehr bei der Zündung der erzeugte Druck Gelegenheit hat, sich zu verstärken, z. B. durch Reflexion oder Kompression an einem Ende des Gefäßes, durch Vereinigung mit der der Flamme vorausgehenden Schallwelle oder durch stärkere Zündung. Gleichzeitig haben Berthelot und Vieille gezeigt, daß die Detonation sofort einsetzt, wenn man die Zündung durch eine kleine Sprengkapsel mit Knallquecksilber hervorruft. Diese Beobachtungen bilden eine unmittelbare Bestätigung des oben erwähnten Einflusses der Initialzündung. (s. auch 782) 785, 722. (Vgl. auch Bradshaw, Proc. roy. soc., ser. A. 79, 236 — 1907; Zeitschr. f. phys. Chem. 61 376 — 1908.)

(Vgl. Luftwelle, die vor einem Fallgewicht herströmt. 254.)

Wärmeübertragung schichtweise, z. B. bei harmlosem Abbrennen im Knallgasgebläse, Geschwindigkeit wenige m/sec. Bei verhinderter Wärmeableitung steigt Temperatur, dadurch Druck in verbrennender Schicht, dadurch wieder schnellere Verbrennung, wieder Druckerhöhung. Bei Höchstgrad von Temperatur und Druck Selbstentzündung des Gasrestes: jetzt pflanzen sich Druck und Weiterentflammung gleich schnell, und zwar mit konstanter maximaler Geschwindigkeit, fort, während vorher Druck der Entflammung vorauseilte. Rolle der adiabatischen Kompression. (796, 490.) (Vgl. Explosionsgeschwindigkeit von Gasen. 750.)

Explosions-Detonationswelle eine Longitudinalwelle (Knoten, Bäuche?) (s. 782).

Aus Zunahme der Verheerung mit Abstand vom Zündort bei Schlagwetterexplosionen auf Wellen geschlossen. (S. Fernwirkung von Schlagwetterexplosionen!)

Bei Schlagwetterexplosionen nehmen die angerichteten Verheerungen mit der Entfernung von der Zündstelle zu, in der Nähe eines Gangendes eingetretene Zündungen geben viel heftigere Wirkungen als solche, welche auf freier Strecke eintreten, wo sich die Entzündung nach beiden Seiten ungehindert ausbreiten konnte. (794.)

Druckwelle diskontinuierlich im Gegensatz zur kontinuierlichen Schallwelle, weil Druck sprungweise ansteigt. (Vgl. mit Welle im Ährenfeld.)

Von Schallwelle (vgl. auch Berthelot und Le Chatelier, Ann. chim. phys. [7] 20, 23 [1900]), unterscheidet sich Detonationswelle durch ihre große Geschwindigkeit, von gewöhnlicher Stoßwelle durch ihre Konstanz. Sie ist nicht rein physikalischen Charakters wie diese, sondern stellt eine Aufeinanderfolge physikalischer und chemischer Erscheinungen dar, und zwar wird die hohe Geschwindigkeit und die Konstanz durch die in der Welle freiwerdende chemische Energie aufrechterhalten. Rüdenberg (Art. Monatsh., 1916, 239 und 240) hat sie daher als „thermochemische" Explosionswelle bezeichnet, während er die einfache Stoßwelle eine „thermodynamische" Verdichtungswelle nennt. (S. Schmidt: Sonderdruck Z.Sch.-Spr. 1932, Nr. 6.)

Explosions-Detonationswelle länger als Schallwelle, deshalb unhörbar. (Vgl. Ultraschallwellen 491, 782, 783, 980.) (Vgl. elektr. Wellen bezl. Länge.)

Explosionswelle schreitet nur in Sprengstoffmaterie fort, in Ferne wirkt Explosionsstoß, der in unexplosiver Materie (umgebende Lufthülle) weiterschreitet. (Riemannsche Stoßwelle.) (790, 791.)

Kompression des den Sprengstoff zunächst umgebenden Mediums (Kugelschalen).

Offenbar sind auch die so sehr gefährlichen Vereinigungen der Schlagwetter- mit Kohlenstaubexplosionen darauf zurückzuführen, daß durch die der Schlagwetterexplosion vorauseilende Druckwelle der Kohlenstaub aufgewirbelt wird und in diesem Zustand zur Explosion kommt (s. 728). (Vgl. über die Mechanik der Kohlenstaubexplosionen: Taffanel, VII, intern. Congr. f. angw. Chem., London 1909, Sect. IIIp, p. 58.)

(Vgl. Mallard und Le Chatelier, Ann. d. mines [8] 4, 361 ff. [1883]; Kreischer und Winkler, Jahrbuch f. Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen 1884, S. 12; Wüllner und Lehmann, Anlage zum Hauptbericht d. preuß. Schlagwetterkommission 3, 193 ff.)

Photographische Aufnahmen der Welle durch Projektion des Lichtstrahles auf einen rasch um eine Achse rotierenden Film. (Art Königscher Spiegel.)

Wellenerscheinung bei Explosion von Flüssigkeiten, Feststoffen. **781**

Bei explosiven Flüssigkeiten, Feststoffen durchweg Übergang der Explosion in Detonation. Auch hier schichtenweise Fortpflanzung!

Nachweis der Entwicklung der Detonationswelle durch Kast (Z. Schieß-Sprengstoffw. 8, 156 (1913).

Adiabatische Kompression wie sie bei Gassprengstoffen vorkommt, tritt hier höchstens bei den zuerst gebildeten Gasen auf.

Einfluß üben aus:

Physikalische Beschaffenheit des Sprengstoffs (Aggregatzustand, Struktur, Elastizität, Viskosität).

(Einfluß des Co-Volumens?)

Art des Einschlusses für Sprengstoff bedeutungslos.

Verdichtung des Sprengstoffs erhöht Detonationsgeschwindigkeit (s. 751), dagegen Entstehung der Detonationswelle ungünstig beeinflußt durch zu engen Durchmesser bzw. zu dünne Schicht des Sprengstoffs oder auch durch zu enge Röhren, in denen sich Detonation fortpflanzt. (Kast, 30.)

Bei flüssigen Sprengstoffen, wie Nitroglyzerin, wird Ausbildung der Detonationswelle durch Zufügung fester Stoffe erleichtert, wenn die Dichte ohne gleichzeitige Lockerung der Teilchen erhöht wird. (Kast, 30.)

Unterschied, ob Feststoff indifferent oder selbst sprengkräftig ist.

Erlahmen der Detonationswelle in plastischen und gelatinösen Sprengstoffen = Altern der Dynamite (Stettb., 35), zurückgeführt auf chemische Umwandlung in Isomere oder auf Änderung des Luftgehalts bzw. der Viskosität. Noch ungeklärt, da die gleiche Erscheinung bei Nitroglycolen auftritt, während sie bei Tetranitromethangemischen nie zu beobachten ist. (Unterschied im chemischen Bau: dort Nitrate, hier echter Kettennitrokörper?) (Vgl. Phlegmatisierung!)

Widerstand gegen Ausbreitung und Übertragung der Detonationswelle abhängig von physikalischen Momenten.

(Bei nicht ausreichender Zündung Abfall der Geschwindigkeit bzw. Erlöschen der Detonation!)

Besondere Momente zur Erhärtung der Hypothese von der Detonationswelle. Reflexion, Interferenz, Brechung. Beugung. **782**

Reflexion von Detonationswellen (Kast, 26) bei Gasen, Flüssigkeiten, Feststoffen! (S. 490, 794.)

Bildung der Detonationswelle begünstigt durch Reflexion oder Kompression an einem Gefäßende. (Bradshaw: Proc. roy. soc. ser. A. 79, 236 [1907]; Z. f. physik. Chemie 61, 376 [1908]). (S. 780, 722.)

Bei Schlagwetterexplosionen wirken Entzündungen in der Nähe eines Gangendes heftiger als Zündungen auf freier Strecke (s. 781).

In einem geschlossenen Rohr wird auf dem einen Ende eine Pulverladung entzündet und der Gasdruck an beiden Enden und an zwei Punkten dazwischen mit Stauchapparat und Registriervorrichtung gemessen. Reflexionserscheinung. Vgl. Luftstoßapparat (Kohl Nr. 53 189, 53 191).

Kundtsches Manometer (Frick-Lehmann, physik. Technik 1904, I, 2, Fig. 3711, 3735) besonders geeignet zur Demonstration der Reflexion der Schallwellen. (Z. f. phys. chem. Unterr. 16, 288 [1903].)

Apparat zur Demonstration der Druckänderung bei Schallwellen. (Z. f. phys. chem. Unterr. 1, 148.)

Reflexion der Detonationswelle in einem Hohlraum nach Art des Sprach-, Hörrohrs? (S. 756.)

Explosion eines Stoffes im Brennpunkt eines Hohlspiegels — Übertragung auf Stoff im anderen Brennpunkt (s. Initiierung [z. B. bei Jodstickstoff]). (Stettb., 45.)

(Ursache unvermuteter Explosionen?) (Explosionen in Flüstergewölben!)

Vgl. Echolotmessung: Besser statt mit Schallwellen Messung mit Ultraschallwellen = Explosionswellen! (Vgl. 491, 771 783, 890.) (748.) (Müller-Pouillet Bd. I, Teil 3, 412.)

Vgl. Kasemattenversuche Bollés, also mit vorwiegend gerichteten Sprengstoffen, bei Explosionsstoßwirkungen. (Vgl. Lagerstättenforschung, 792.)

Resonanz (s. 794) (s. Hohlraumwirkung 786). (Vgl. mit Schwebung. 793.)
Bildung stehender Explosionswellen?
Interferenz:
Zusammenschlagen von Detonationswellen, so daß Verstärkung oder Schwächung entsteht.
Es handelt sich hier um Zusammentreffen von Wellen im Stoff selbst wie bei der Kumulativzündung von Brunswig, nicht um das Zusammentreffen von Wellen etwa bei der Influenzzündung; denn dort wird durch eine vorhandene Welle ein zweiter Sprengstoff gelöst, der bezüglich seiner Welle mit der des zündenden Stoffes in einer bestimmten Konkordanz steht!
Vgl. Sprengung von Bäumen durch herumgelegte Detonationszündschnur.
Welleninterferenzen, wenn zwei in bestimmtem Abstand voneinander entfernte Explosivstoffe gleicher oder verschiedener Art explodieren.
Interferenzkranz im Bleiblock (773). Auch bei Bleiplatten? (Interferenzlinien beim Bleiazidexplosionsversuch, 389, 771, 784.) Interferenzstreifen bei Knallquecksilberexplosionen (797).
Vgl. dazu die Schlagfigur auf Rückseite einer beschossenen Bleiplatte (s. 793). Interferenzen beim Versuch mit Knackfunken? (714.)
Ist Abstand, welcher bei etwaiger Influenzzündung eine Rolle spielt, mit maßgebend?
Zusammenschlag zweier aus verschiedenen Richtungen zusammentreffenden Detonationswellen als Kurve auf einer Dautricheplatte. (Z. Sprengstoffw. 1912, 182.) (797.)
Interferenzlinien bestimmt durch Muraour, Michel, Léry. (Stettb. Studien in Nitrozellulose-Zeitschr., p. 25.)
Unterschied, ob die Explosion frei oder etwa in einem Wald, in einem sonstigen Einschluß erfolgt. (Vgl. akustische, optische Interferenzversuche!)
Seriensprengung (s. dort): z. B. 10 Schüsse gleichzeitig oder nacheinander gezündet: Wirkungsunterschied! (S. 859.)
Verstärkung der Detonationswelle bzw. Begünstigung ihrer Entstehung durch Vereinigung mit der der Flamme vorausgehenden Schallwelle (Kast, 26).
Tornadowirkung durch Interferenzen: Bei Explosion im Raum von verschieden dichten Materialien an diesen verschiedenartige Reflexionen; dadurch Interferenzen? (797.)
Brechung von Detonationswellen?
Nachweis der Brechung möglich wie bei Schallwellen, wenn sie von einem akustisch dichteren in akustisch dünneres Medium kommen? Durchgang durch verschiedene Medien, Ablenkung? (Vgl. mit Soldatenmarsch auf Sand, Rasen.)
Beugung: Wie Heulton durch Beugung des Schalls an enger Öffnung entsteht, so auch Tornadowirkung der Explosionswelle an engen Gängen, Stollen: neues Explosionszentrum. (S. 794, 796.) (748.)
Vieille, Deformation von Wellen im Verlauf ihrer Ausbreitung. Compt. rend. 128, 1437 (1899).

783 Molekular-reaktionskinetische Vorstellungen vom Detonationsvorgang.

Treten bei den Primärvorgängen Stoffe auf, die gegenüber ihren stabilen Zerfallsprodukten noch Energie, aber größere Lebensdauer besitzen als die Ausgangsstoffe, so liegt keine ausgesprochene Detonationsneigung (geringe Sensibilität) vor. Führt dagegen die Primärreaktion zu den stabilen Endprodukten des Systems oder entstehen bei ihnen Produkte mit keiner oder nur einer Hemmung, so ist dem Explosivstoff eine starke Detonationsneigung eigen (hohe Sensibilität). — Dem Druck fällt als hemmungslösendem Einfluß die Rolle zu, Moleküle, Atomgruppen oder Atome großer Affinität zu nähern. — Die von der Theorie geforderte Temperaturunabhängigkeit der Sensibilität steht mit den Versuchsergebnissen in Einklang.
Freie Atome (vgl. 623—626, 621, 168) — freie Radikale.
Zerfall von Molekülen in freie Atome durch Stoßzündung (vgl. Initiierung!). (429.) (785.)
(Raschig, Z. f. angew. Ch. 19, 1750 — 1906). (Kast 20.)
Nachweis freier Atome bzw. Radikale.
In welcher Abhängigkeit steht die Spaltbarkeit in freie Atome, Radikale zum ursprünglichen chemischen Aufbau?
Welche Atomverbindungen werden am leichtesten gelockert?
(Vgl. Verbrennungshypothesen!)

Vgl. dazu Zerfall der Brennstoffe im Motor — s. Klopfen (155, 156, 168). Habers Habilitationsschrift.) (Nachruf auf Haber. Ch. Ztg. 1934, 206.)
(Vgl. Chemiluminiszenz, Leuchten von Flammen. Neue Radikale durch Spektroskopie.)
(Vgl. Strahlenaussendung bei Explosionen, 899.) Atomzertrümmerungen finden wohl kaum statt?
Wesen der Kettenreaktion (A. Schmidt, Z. Sprengstoffw. 1932 Nr. 8).
(Vgl. Kettenreaktion bei Verbrennungsvorgängen. (669.) (Wohl. 621.)
Ionisation der Schwaden (nach Poppenberg. s. 518.)
(Schwadenstoß s. bei Explosionsstoß! 739.) (899, 518.)
Durch Explosionswellen findet bestimmt Fortbewegung und Kondensation von Ionen statt. Malinowski: Centralbl. 1925 II 495 (s. Flammenionen!). (784.)
(Vgl. Ultraschallwellen 491, ferner bei Explosionsstoßwirkung!) Erschütterung durch Piezoquarzplatten, mittels Teslatransformators erregt. (s. 890.) (771.)
Zusammenhang mit der Quantentheorie von Planck (auch Stoßbewegung!)

Leuchteffekt = Feuererscheinung beim Explosionsstoß. **784**

Woher stammt Feuer bei einzelnen Explosivstoffen, z. B. bei Mischungen von $KClO_3$ + Al.)?
Explosivstoffe mit Verbrennungsmöglichkeit,
Explosivstoffe mit thermoexplosivem Zerfall. (403, 713, 741, 710.)
Als Träger der bei Detonationen auftretenden Lichterscheinung ist vorwiegend der Explosionsstoß anzusehen, nicht aber Sprengstoffschwaden oder gar abgeschleuderte Sprengstoffteilchen. Dafür spricht namentlich der Umstand, daß Stärke der Lichterscheinung wächst mit abnehmender spezifischer Wärme des Gases, in welchem Explosionsstoß sich fortpflanzt.
(Michel - Levy - Muraour, Sonderdruck aus Chimie et Industrie 32 Heft 4 — 1934.) Z. f. d. Schieß- und Sprengstoffw. 1934, p. 29, 209, 244, 275; 1935, p. 119. (Photograph. Abb. über Gemisch Tetranitromethan-Toluol und über Bleiazid.) Funkenphotographien von Paymann (Proc. Roy. Soc. London A. Reihe 865, 148, 604 — 1935). — Die von einer Aluminiumsprengkapsel erzeugte Explosionsflamme ist keineswegs auf verbrennendes Aluminium allein zurückzuführen, da ja der gleiche Sprengsatz auch in Papphülsen eine nicht weniger große und helle Flamme entwickelt. Auf den Serienaufnahmen wird die Explosionsflamme zeitlich noch vor der Explosionswelle sichtbar; ihr muß es zur Last gelegt werden, daß die Bleiazidsprengkapsel schlagende Wetter entzündet, die Knallquecksilberkapsel nicht.
Unter Voraussetzung, daß sich die chemische Stoßwelle mit Geschwindigkeit des Schalls ausbreite (Stettb. 53), ergibt sich folgende Beziehung:

$$\text{Nach } v_t = v_0 \sqrt{1 + \frac{t}{273}}$$

nimmt Schallgeschwindigkeit mit Wurzel aus Temperatur zu, bei v = 8000 m/sec und v_1 = 340 m/sec (Schallgeschwindigkeit) wird t = rd. 40 000°.
Diese Temperatur gilt nur für den ersten Moment des Molekülzerfalls. (s. Schall, Explosionstemperatur!)
Dafür spricht der 719 erwähnte Leuchteffekt, d. h. das Voraneilen des Explosionslichtes vor der Detonationswelle.
Wärme wird auch durch Ionisierung der Explosionsgase verbraucht. (783.)
Glühwirkung des Kompressionsdruckes: Die Luft zwischen zwei explodierenden Patronen wird zum Glühen erregt. (s. adiabat. Kompression!) (Ullmann, Enzyclop. Bd. 571.) (s. 796.) (Vgl. 389: Leuchten bei Detonation von Bleiazid 786.) Vgl. dazu: Aufglühen von Meteoren. s. Luftwiderstand 833.) Entweder Luftreibung an Außenfläche des Meteors oder Luftverdichtung vor der Spitze. (506, 833.)

Wellenstoß bei Initiatoren. Wesen der Initiierung. **785**

Initiatoren (s. Sprengkapselsätze) ebenfalls Sprengmittel, also bei ihrem eigenen Zerfall Auftreten eines Wellenstoßes. Ihre eigene Auslösung, also Bildung der Initiatorstoßwelle, erfolgt durch mechanischen Stoß = adiabatische Erhitzung der getroffenen Teile. Dadurch wie auch durch direkte Erhitzung werden Drucke erzeugt, die zu einer Detonationswelle führen. (Vgl. 484, 485, 486.) Bei Initialzündmitteln wird leicht der Gasdruck = ∞. (s. 768.)

(Vgl. Anregung des Jodstickstoffes durch Schallwellen — Influenz!) Jodstickstoff bringt Schießwolle nicht zur Explosion. (Ber. d. ch. Ges. 26, 1378.) (793.)

Allgemeine Stoßwirkung — Sensibilität — Fallhammer. (Granate beim Abschuß!) (Vgl. mit Stoßzündung von poröser Kohle in Dewargefäßen — Wöhler.) (484.)

Durchweg genügt Wärme bei Initiatoren zur Bildung der Detonationswelle (Werfen auf Glut — glühende Eisenschale, Thermitglut).

Molekülbau des Stoffes mitentscheidend: Unterschied zwischen Bleiazid, Natriumazid und Azetylenkupfer, Kalziumkarbid. Stoßexplosion bei Dichlorazetylenen, Alkylperoxyden. (429.) Besondere Hypothesen von Muraour Z. Schieß-Sprengstoffw. 27, 134 (1932), 29, 209, 349 (1934). Dissertation von Schumacher, Paris 1935.

Maßgebend für Initiator hohe Zerfallgeschwindigkeit, weil offenbar Detonationswelle nur entsteht, wenn sie in sehr kurzer Zeit ablaufen kann! (Kast 26.)

Nachweis der Detonationswelle bei Initiatoren nach dem Schlierenverfahren von Cawthrop. Nach Paymann (Proc. Roy. Soc. A., Reihe 865, 148, 604 (1935).
Es erstreckt sich Initialwirkung der Sprengkapsel hauptsächlich in Richtung der Längsachse der Kapsel, nach deren Boden zu; Ursache hierfür vermutlich der mit großer Geschwindigkeit abgeschleuderte Boden der Kapsel. Explosionsstoßwelle dagegen wie die Explosionsprodukte entfalten ihre größte Geschwindigkeit senkrecht zur vorerwähnten Richtung: Initialwirkung der in der Patrone eingebetteten Sprengkapsel.

Initiierwirkung der Initiatorstoßwelle:

Auslösung, zur Detonationswelle führend = Initiierung! (So schneller Ablauf, daß Verbr. nur einleitet, weiterer Zerfall ohne Verbr.: O-Unterbilanz. U. U. rein thermexplosiver Zerfall!)

A) Auslösung primär thermisch:
   a) Außenzündung von 1 Stelle aus:
      1. Grf. 88, angebrannt, explodiert, wenn durch Überhitzung innere Explosionstemperatur erreicht ist, bei der Welle entsteht. Maßgebend Wärmeabfluß. (434, 435, 444, 449.)
      2. Vorgewärmte Grf. 88 wie eben. Wärmeabfluß geringer. (439.)
      3. Chloratsätze (Zdg. Salpeterpapier) explosiv auf hohler schwingungsfähiger Unterlage (s. C, c).
      4. Druck von innen: Explosion im Brennzeitenmeßapparat.
      5. Druck von außen: Plötzlich an 1 Stelle: Eisenstück auf brennende Grf. 88. (Druck eines Feststoffes.) (436.)
   b) Innenzündung-Verpuffungspunkt. Ganzes Material hochgeheizt (vgl. Dieselmotor). Nur lose Sprengstoffe.
      1. Offenes Glas — Wärmezufuhr, -abfluß (419).
      2. Gleichzeitige Druckwirkung: Verpuffungspunkt im geschlossenen Glas. Druck von Gas, langsame Drucksteigerung (419). Explosion bei niederer Temperatur als bei A) a) 5.

B) Auslösung primär durch Druck: Wirkung nicht auf lose, sondern auf verdichtete Sprengstoffe.
   a) Explosion von Grf. 88 unter hydraulischer Presse (786). Adiabatische Kompression. Drucksteigerung langsam. Keine Explosion beim Bohren von Preßkörpern — Wärmeabfluß.
   b) Explosion bei Höchstdruckversuchen von Bridgemann (890, 998). (Auch nichtexplosive Stoffe.) (25 000 at = 4930°.)
   c) Drucksteigerung plötzlich: Hammerschlag auf Sprengstoffe, Zündhütchen-Fallhammer. Reibungswärme, spez. Wärme (646).

C) Auslösung durch Wärme + Druck gleichzeitig: Wärmestoß! Eigentliche Initialzündung. Sowohl lose wie verdichtete Sprengstoffe.
   a) Hohe Temperatur und hoher Druck wirken plötzlich, daher Wärmeabfluß kaum vorhanden. Initiator bringt an Auftreffstelle Sprengstoff zum Zerfall, der Welle aufnimmt und weiter fortpflanzt; Teildetonation, wenn Berührungsflächen beider zu klein oder wenn gewisse Resonanz fehlt! Phlegmatisierschicht unterbindet (486). Anlaufzeit zur Wellenentwicklung (484). Über Grenzdichte hinaus Initiator unwirksam (485): Wellen-Null-Interferenz? Zündladungskörper gibt breitere Wellenfront?

b) Metallverbb., -mischungen d. Sprengstoffe leichter explodierbar: spez. Wärme der Metalle kleiner, nach t = Q : c Temp. höher; ferner bessere Wärmeleitung, -verteilung.

Schlag auf Papier mit Nitroglycerin zündet nur getroffene Stelle, alles, wenn Papier auf Metall oder auf Papier Stanniol liegt.

Besondere Initiierungsversuche von Stettbacher (Z. Sprengstoffw. 1919, 132): Nitroglyzerin leichter initiierbar als Ringnitrokörper, letztere phlegmatisieren (788) Nitroglyzerin, so daß es nur in Metalleinschluß, nicht mehr in Glaseinschluß detoniert. Thermite sind weder sprengkräftig noch zur Initiierung geeignet, auch nicht Superoxydgemische (s. 236), Wärme allein genügt nicht, der Explosionsstoß ist wichtig. (Stettb. 47.) BaO_2 + Al mit Sprengkapsel nicht, $KClO_3$ + Al mit Sprengkapsel initiierbar. (Vgl. Wellensynchronismus bei Influenz.) (490, 782.)

Menge, Dichte, Durchmesser des Initiators maßgebend für Stärke der Detonationswelle (Sprengkapsel von 0,3 g bis 3 g).

Initiator = Sprengkapsel + Zündladungspörper (für Granaten mit Schmelzfüllung).

Vereinigung von Initiator mit Zündladungskörper in der Sprengkapsel selbst. Doppelte Übertragung.

Detonatorstab aus schnell detonierendem Sprengstoff mit Sprengkapsel. Explosion im Detonatorstab eher am Ende angekommen, ehe die im Sprengstoff durch Sprengkapsel erzeugte Detonationswelle durchgelaufen ist. (Anwendung beim Herco-Sprengen.) (L'heure.) (485.) (860.)

Kumulativzündung nach Brunswig durch Zusammenprall von 2 Detonationswellen, die bei Verwendung einer Nitropentaerythritschnur eine Stoßgeschwindigkeit von etwa 14 000 m/sec erreichen. (Vgl. Interferenz von Explosionswellen, 782.)
(Vgl. die bei verschiedenen Zündmethoden im Bleiblock erreichten Ausbauchungen. Stettb. 48.)

Besondere Zündung nach Friedrich mittels zweier durch evakuiertes Rohr getrennter Sprengkapseln. (D.R.P. 592 441.) (Vgl. Übertragung, 793.) (Stettb. 47.)

Besonders wichtig: Einfluß der Lage des Zündinitiums. (Vgl. Bohrlochsprengung, Detonationsgeschwindigkeit, Brisanz!) (770, 860.) (Zündung von Mitte des Sprengstoffs aus, von einem Ende usw.) Abhängigkeit zwischen Höhe, Durchmesser des Initiierstoffes und des zu initiierenden Stoffes. (Z. Sprengstoffw. 1933, 340.)

Induktionsperiode — Anlaufzeit für Zündung. (Vgl. 166, 484, 700.)

Zerfall des Sprengstoffs durch Initiator am gleichmäßigsten bei s-Trinitroverbb. im Gegensatz zu as- und v-Verbb.: Zerfall des Sechseckskeletts! (S. Detonationsgeschwindigkeit!) Zerfall der initiierten Sprengstoffe zunächst in größere Bruchstücke, dann weiter bis zu Atomen (Friedrich, 1933, 113.) (793.)

Mitwirkung von Luft, anderen Gasen im oder am Sprengstoff bei Ausbildung der Stoßwelle. **786**

Mitwirkung von im Sprengstoff eingeschlossener Luft. (Vgl. Explosives Antimon. (017.) Luft in Azetylensilber.) (398.) (Kolloidale Luft in Sprengstoffen s. 200.)

Fp 02 explodiert u. U. beim Pressen, nicht beim Abdrehen auf Drehbank (s. Nitrokörper): eingeschlossene Luft kann beim Pressen nicht entweichen. (Vgl. mit Luftknall beim Auswalzen von Zelluloid, Eisenblech.) Adiabatische Kompression der Luft dabei? Oder Ausdehnung der Luft durch hohe Temperatur des Sprengstoffs?
Walzenschüsse = Knall beim Wegschleudern von Stückchen Blech beim Blechwalzwerk. (Arbeitsschutz 1936, III 230.)

Besonders wichtig für Explosivstoffsysteme, die ohne Gasentwicklung explodieren: Al + $KClO_3$. Resonanz (s. 782, 794).

Mitwirkung von Luft am Sprengstoff:

Freie Luft-Hohlraumsprengkörper nach Neumann: Zusammendrängen der in den Hohlraum stürzenden Detonationsgase: in Richtung der Achse erhöhte Stoßwirkung. Außerdem Anreicherung von Wärme. (Ausbrennformen in Stahlplatten-Stichflammen.) (Stettb. 51.) Tornadowirkung im Lufthohlraum? (S. 770.)

Durchschlagswirkung eines Sprengkörpers auf Unterlage (vgl. 862 Auflagesprengung) äußert sich i. A. um so kräftiger, je innigere Berührung zwischen den gegenseitigen Grundflächen statthat. Gleichwohl Steigerung der Sprengleistung, wenn Sprengkörper mit regelmäßig geformtem Hohlraum versehen ist, bei dement-

sprechend geringerer Masse. Die bei der Detonation der Sprengstoffmasse an den inneren Wandungen des Hohlraumes auftretenden Explosionsstoßwellen werden derart gerichtet, daß sie im Mittelpunkt des Hohlraumes aufeinanderprallen und hier Drucke von außergewöhnlicher Höhe erzeugen. Sprengversuche unter Verwendung zylindrischer Preßkörper 70×50 mm aus Trinitrotoluol mit pyramidalen Hohlräumen zeigten: je höher Hohlraum, um so kräftiger erwies sich Einschlag in der 30 mm dicken Eisenplatte; bei gleicher Höhe zeigte der kreisförmige Hohlraum größere Sprengwirkung als solche anderen Querschnitts, deren gegeneinander gerichtete Stoßwellen sich durch Interferenz untereinander schwächen und überdies derart überschneiden, daß sie ein geometrisches Abbild des Hohlraumquerschnittes als Explosionseindruck auf der Platte hinterlassen. Durch diesen Umstand, daß die Explosionswellen aufeinanderstoßen, noch bevor sie die Grundflächen erreichen, unterscheiden sich solche Hohlraumkörper wesentlich von dem vollen und vom zylindrischen Hohlraum. Mitbestimmend ist wohl die hohe Temperatur an den Treffpunkten der in bestimmter Richtung geleiteten und gegeneinanderprallenden Explosionsstoßwellen.

Durch adiabatische Stauchung errechnet sich für Luft nach Poissons Formel z. B. für Pikrinsäure bei 25 000 atm und $T_1 = 290°$: $T - T_1 = T_1 (25\,000^{1-1/K} - 1)$ $T = 4930°$. Zeitschr. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen, Juni 1932, S. 203. (S. 768.)

D. Lodati, Erklärung für das explosive Verhalten der mit Hohlraum versehenen Sprengkörper aus Trinitrotoluol. Giorn. chim. ind. ed. appl. 14, 130 (1932).

Mitwirkung Vieillescher Druckwellen. (808.) (Cranz II, 154.)

Mitwirkung anderer Gase als Luft bei Explosionsstoß: Versuche von Muraour-Michel-Lévy mit 1-atomigem Ar bis zum 14-atomigen Butan. (Chémie et Ind. 1934 Nr. 4: Influence de la nature du gaz environnant.) (Vgl. 882.)

Hohlsprengkapseln (nach Langhans). (774.)

Vollsprengkapseln in Al-Hohlkapseln. (Resonanz?)

Sprengen von Kapseln nicht auf, sondern über Bleiplatten.

Sprengkapseln mit hohlem Boden. Schultze-Sprengkapsel.

Hintereinandergesteckte Sprengstoffkapseln, Luft dazwischen. (Vgl. Detonatorstab!)

Vgl. Wirkung bei Drahtstühlchenmethode (s. 776, 793, 890).

(Vgl. Torpedierungssprengung bei Sprengwirkung, 882.)

Wenn zwei Explosivkörper in geringer Entfernung gleichzeitig detonieren, wird die zwischen den Explosionsgasen eingeschlossene Luft mit Überspringen des flüssigen Aggregatzustandes fest (?). Der Luftraum zwischen beiden Sprengpatronen sendet Licht aus. Photographische Aufnahmen. (S. 784.)

Vgl. dazu Untersuchungen von Wächter: Z. anorg. u. allgem. Ch. 121, 225. C. C. 1922, III, 469.

Gleiche Versuche wie eben mit Luft mit anderen Gasen, deren Elastizität größer oder kleiner als die der Luft ist.

Hohlraumschießen, bei dem zwischen Patrone und Bohrlochende nach außen hin eine Luftstrecke gelassen wird, während das Bohrloch nur mit einem schweren Stein bedeckt wird. (Kali, Heft 4, Jahrg. 1925.)

Hierbei Verzögerung der Explosionsfortpflanzung. Nach Comey, J. intern. Congr. London 1909, Sekt. IIIb, 258.)

Entgegengesetzte Ergebnisse nach Untersuchungen der C. T. R. (Vgl. Hohlraumwirkung beim Gewehrschuß!)

Bei einer Hohlraumstrecke von 1 m Länge war die Fortpflanzungsgeschwindigkeit fast um die Hälfte größer als die Explosionsgeschwindigkeit des nicht unterbrochenen Patronenstrangs. Explosionsgeschwindigkeit in den einzelnen Patronen ist nicht geringer, wenn die Explosion aus 1 m Entfernung durch die Stoßwelle übertragen wird, als bei der Zündung der Patrone durch eine Sprengkapsel Nr. 8. Die gleiche Beobachtung haben auch Perrot und Cawthrop (Journal Franklin Institut 203, 387 [1927]; Z. ges. Schieß- u. Sprengstw. 23, 304 [1928]) gemacht, die den Vorgang auf optischem Wege verfolgten. Aus der größeren Geschwindigkeit der Explosionsfortpflanzung in der Ladesäule mit Hohlräumen ist nicht auf eine größere Brisanz oder stärkere Wirkung dieser Anordnung der Patronen zu schließen. Die Versuche zeigen nur, daß die Stoßwelle im Rohr schneller fortschreitet als die Explosionswelle im Sprengstoff, die zertrümmernde Wirkung an den sprengstofffreien Stellen ist aber gering.

Andere Gase statt Luft in den Hohlraum bringen!

Einfluß eines umgebenden Vakuums auf Ausbildung der Stoßwelle. 787

Explosivstoffe, frei an Luft entzündet, brennen entweder ab oder detonieren. Dieser Unterschied nach Muraour (Z. Schieß-Sprengstoffw. 27, 134 [1932], 29, 209, 349 [1934]) bedingt durch den Unterschied in der Übertragung der Aktivierungsenergie (622). Im Falle nichtdetonierenden Explosivstoffes wird Energie durch Vermittlung der heißen Gasmoleküle übertragen, darum ist Verbrennungsgeschwindigkeit sehr vom Drucke abhängig; im anderen Falle aber tritt Art molekularer Induktion auf die Masse des festen Explosivstoffes ein und begründet hierdurch eine vom Druck unbeeinflußte, sehr große Umwandlungsgeschwindigkeit. Solcher theoretischen Vorstellung entsprechend, sollte eine Fortpflanzung der chemischen Umwandlung in der Luftleere nur bei Initialsprengstoffen möglich sein, nicht aber bei allen übrigen Explosivstoffen.

Schumacher untersuchte in seiner Dissertation: Fortpflanzung chemischer Umwandlungen in Explosivstoffen, namentlich bei Luftleere (Paris 1935) Explosivstoffe, die in der Luftleere einer Quecksilberpumpe durch Berühren mit einem glühenden Platinfaden gezündet wurden. (Z. Sch.-Spr. 20, 349 — 1934.) (Vgl. 752, 753, 758.)

Nach Stettb. in: Studien. Heft der Nitrocellulose-Ztschrft. 1935 Nr. 2, 4, 5, 6: entsteht im Vakuum Rückschlagwirkung durch Masse der Schwaden. Nach Muraour (C. r. d. sciences de l'Acad. d. S. 198, 1162; 199, 140 — 1934) zeigen Bleiazid wie Nitrobenzolperchlorat im Vakuum Wirkung, allerdings eingeschränkt.

Sprengung mit freier Auflage (s. 862) daher nur bei Luftanwesenheit möglich; dabei ist Art des umgebenden Gases, d. h. Dichte des Gases, von Bedeutung.

(Vgl. bei Einzelsprengstoffen.) (723, 744.)

(Vgl. Vakuum als Abwehrmaßnahme gegen Explosionsstoßwirkung.)

Schwaden im Vakuum s. 733.

Einfluß von indifferenten Stoffen im Sprengstoff selbst auf Detonationswelle. Phlegmatisierung. 788

Verdichtung erhöht Detonationsgeschwindigkeit, begünstigt Entstehen der Detonationswelle, aber nur bis zur Grenzdichte (s. 485, 785). Zwischenschalten eines indifferenten Stoffs (Kast 30) vermindert durch Verdünnung Detonationsgeschwindigkeit, verhindert Bildung der Detonationswelle, läßt unter Umständen nur Entstehung der Explosion statt Detonation zu. Bei porösen Stoffen (Schießwolle) wird durch Ausfüllung der Poren mit indifferentem Stoff, der dichter als Luft ist, z. B. mit Wasser, Detonationsgeschwindigkeit gesteigert. (Vgl. 778.) (719.) (785.)

Wie weit werden Teilchen beim Phlegmatisieren mit indifferenten Substanzen voneinander getrennt? Vgl. Reiskornverfahren bei der Farbenphotographie!

Maximalmenge und Korngröße des Phlegmatisierungsmittels! (Z. Sch. Spr. 1937, 21.)

Strittig das Verhalten von Gurdynamit gegenüber reinem Nitroglyzerin — Kast 30: Geschwindigkeit bei reinem Nitroglyzerin 7430 m/sec gegenüber 6630 m/sec bei Gurdynamit. (Vgl. dazu Detonationsübertragung durch Influenz über indifferente Stoffe hinweg.) (793.)

Phlegmatisierung von Pikrinsäure in Geschossen durch Dinitrobenzol resp. Dinitronaphtalin + Vaseline. (Dunnit d. vereinigt. Staaten. Chem. Zeitschrift 1901, 125.)

Vgl. Nobels Methode: Phlegmatisierung von Nitroglyzerin durch Lösen in Methylalkohol (s. 325). (324.)

Ähnlich Schießwolle durch Wasser phlegmatisierbar. (Geschwindigkeit bei feuchter Schießwolle 6800 m/sec, bei trockner 6300 m/sec — vgl. Abel Compt. rend 78, 1432 [1874] Moissan — Pyrodynamique Paris [1888 p. 54].)

Welchen Wasser-, Alkohol-usw.-Gehalt vertragen die Sprengstofftypen, um noch detonierbar zu sein? Versuche. (Vgl. 485, 486.)

Schießwolle entzündet sich beim Nitrieren nicht, sondern kocht u. U. nur aus, da sie feucht ist (s. 330).

(Phlegmatisierung bei der Elementaranalyse (s. 239).

Esops Verfahren (Mitt. Art.Geniew. 1899, 644. (S. Prüfung von Sprengkapseln sowohl wie von Nitrokörpern.) (778.)

Vgl. Knall-Hg. in Kollodiumlösung eingebettet, ebenso in Heßscher Zündschnur.

Wöhlers Methode: Paraffinöl. (Vgl. 485, 486.)

Trixyl — Kochsalz. (778.) Methode des Mv.: Talkum.

In Granaten mit, ohne Zünder, beim Aufschlag auf Schiffspanzerwand zugleich mit Stoß solche Reibungswärme erzeugt, daß Detonationswelle entsteht. Durch Zwischenschalten von Paraffinöl wird Detonationsfähigkeit erschwert, größere Energie zur Erzeugung der Detonationswelle erforderlich, so daß nicht mehr Aufschlag auf Schiffspanzer genügt, sondern die Initiierung mittels der Initiatorwelle nötig wird. (Verhalten der englischen nichtphlegmatisierten und der deutschen phlegmatisierten Granaten in der Skagerrakschlacht bei Jütland.) (405.) (886.) (778.) (Stettb. 402.)
(Ähnliche Versuche mit Panzergranaten gegen Tanks. (486.) (328.)

789 Schwadengeschwindigkeit. Schwaden-Reichweite.

Schwadengeschwindigkeit bildet Bindeglied zwischen Detonationswelle im Sprengstoff und Explosionsstoß außerhalb des Explosivstoffs. (Vgl. Schwaden!) (729.)
Der Schwadenstoß tritt als 3. Moment neben Detonationswelle und Explosionsfernstoß!

Schwaden werden in den Luftraum hineingeschossen, üben also Stöße aus, nachdem die eigentliche Wellenbewegung in Luft vorbei ist.

Vgl. Molekulargeschwindigkeit d. Gase (s. kinetische Gastheorie 629).

Bewegungsmomente der Schwaden, des Rauches.

Entstehung von Rauchwirbeln! (S. Wirbelwirkung bei Wind! 657.)
Vor allem Wirbel von Eigenschwaden, aber ebenso können Wirbel von Fremdschwaden auftreten, d. h. von durch die Explosion emporgeschleuderten Staubmengen!

Rauchballen von Eigenschwaden!
Schwadenbewegung bei Detonationen: Bei quaderähnlichen Sprengstoffen gehen die Schwaden senkrecht zu den Flächen ab, am stärksten in der Mitte.
Vgl. Stromlinienbewegung des Explosionsrauchs: Vgl. mit Rauchbewegung bei einer Lokomotive unter Brücke. im Tunnel. (924.)

Schwadengeschwindigkeit bei Explosionen.

Messung. Vgl. mit Detonationsgeschwindigkeit (s. dort).
Explosion im luftleeren Raum: Knall trotzdem hörbar, wenn Schwaden schneller laufen als Schall und dann für Fortleitung des Schalls in Frage kommen. (744.)

Nach Becker ist Detonationsgeschwindigkeit gleich Summe aus Schwadengeschwindigkeit und der Schallgeschwindigkeit in den verbrannten Gasen (s. Detonationsgeschwindigkeit, 759). Ebendort Methoden zur Berechnung der Strömungsgeschwindigkeit angegeben. Schwaden bei Verbrennung rückwärts, bei Detonation vorwärts (s. 730).

Benutzung der Schwadengeschwindigkeit zur Ableitung einer Brisanzformel! (Becker.) (Vgl. Z. Schieß-Sprengstoffw. 1933, 231.) (s. 770.)
(Haid: Z. Sprengstoffw. 1933 Nr. 12.)
Gas aus Stahlflasche (z. B. unter 150 at Druck) plötzlich heraussausen lassen; Geschwindigkeit, Ausbreitungsfähigkeit! (Vgl. mit Versuch nach Warburg zur Demonstration des Poiseuilleschen Reibungsgesetzes.)

Vgl. Schwadeneffekt als Unterschied zwischen Explosion und Verbrennung (130, 731, 811). (s. Raketen.)

Schwadengeschwindigkeit bei Explosionen im Windkanal messen! (S. bei Explosionsauswirkung!)
(Ferner Versuche nach Clément-Desormes.) Entstehung von Wirbeln.
Ermittlung großer Reaktionsgeschwindigkeiten in Gasen mit Hilfe der Messung der Schallgeschwindigkeit! Einstein: Preuß. Akad. d. Wissenschaften 1920. 180.

Schwadengeschwindigkeit — kinetische Gastheorie — und Explosionsgeschwindigkeit (s. 759), Explosionstemperatur (719).

Schwadengeschwindigkeit bei Schuß-Raketengasen.

Die nach dem Geschoß aus dem Rohr tretenden Pulvergase haben infolge des im Rohr noch bestehenden hohen Gasdruckes eine Geschwindigkeit, die häufig doppelt so groß ist wie die Mündungsgeschwindigkeit des Geschosses. Durch das Nachströmen dieser Gase erhält das Geschoß noch einen geringen Geschwindigkeitszuwachs und hat nunmehr seine Anfangsgeschwindigkeit (v_0), die für die Schußweite maßgebend ist. (767.)

Auspuffgeschwindigkeit der Raketenfeuergase (821, 825):

Formel nach Valier $\frac{R}{m} = C$

R = Rückstoß.

m = sekundlich vergaste Pulvermenge, dividiert durch Brennzeit:

$$m = \frac{L}{g\,t.} \quad (g = 9{,}81)$$

Wirbelung beim Ausströmen der Gase? (s. 658.) Wie bei Motor so auch bei Rakete sparsamstes und höchstleistendes Verhältnis. (158.)

Reichweite der Explosionsschwaden.

Sprengungen von Gelatinedynamit unter sehr festem Einschluß in kleinem gewölbten Magazin von 0,5 m Wandstärke (entspricht Detonation der Brisanzgranate). (Nach Jb. Mv. 1912, 184!) In Zeitraum von 0,425 sec wurden 9 Aufnahmen gemacht. Die Gase dehnen sich in der Aufnahmeebene nach den Aufnahmen recht gleichmäßig aus. Bezeichnet s die in den Gasen in der Zeit t zurückgelegte Strecke, so ist

$$s = \alpha\sqrt{t}, \text{ wenn man } \alpha = 51 \text{ setzt.}$$

Um Einfluß der Sprengstoffmenge zu erhalten, macht man Annahme, daß bei n mal größeren Mengen in gleichen Zeiten ein $\sqrt[3]{n}$ mal größerer Weg s erhalten wird. Ist m gegebene Menge in kg, so hat man, da 500 kg im Magazin gesprengt wurden:

$$s = 51\sqrt[3]{\frac{m}{500}}\sqrt{t} = 6{,}43\sqrt[3]{m}\sqrt{t}$$

So erhält man z. B. für die 18 kg Sprengladung der 21 cm Gr. 96 als Strecken, um die sich die Detonationsgase ausbreiten:

t 1	s 2	cbm 3	CO in Prozente 4
0,016 sec	3,0 m	57	7,3
0,05 „	5,3 „	312	1,55
0,1 „	7,5 „	884	0,56
0,2 „	10,5 „	2 430	0,206
1,0 „	13,1 „	4 710	0,107
5,0 „	18,8 „	13 920	0,036
10,0 „	23,0 „	25 480	0,029
20,0 „	29,1 „	51 620	0,0098

In Spalte 3 das Volumen angegeben, über welches sich die Detonationsgase zur Zeit t nach der Detonation hin ausgebreitet haben, in Spalte 4 CO-Gehalt des Gasluftgemisches bei Annahme gleichmäßiger Verteilung der Detonationsgase im Raum. Zu ersehen, daß der in 3 m Entfernung am Detonationsort momentan recht hohe CO-Gehalt von 7,3% nach Bruchteilen von sec stark abnimmt.

Explosivwirkung außerhalb des Explosivstoffes. Explosionsübertragung. Verdichtungsstoß. 79

Physikalischer Stoß und chemischer Explosionsstoß. 790

Impuls = Stoß von solcher Geschwindigkeit, daß Wahrnehmung mit menschlichen Sinnen nicht möglich ist!) (Reizschwelle für Stoß — Impuls!) (Fingerspitzengefühl 972.)

Beispiel für Fortpflanzung eines Impulses bietet Vorgang an einem langen stehenden Eisenbahnzug, bei dem Bremsen gelöst sind, wenn beim Rangieren Wagen an ein Ende stößt.

Physikalischer Stoß, Impuls! (850.) Stoß = Bewegung mit unsteter Geschwindigkeitsänderung. Ruck = Bewegung mit unsteter Beschleunigungsänderung.

Zentralstoß unelastischer, elastischer Körper.

Die Zeit vom Zusammentreffen der Körper bis zu ihrer Trennung voneinander heißt die Stoßzeit; sie zerfällt in zwei Perioden: 1.) Zeit von der ersten Berührung bis

zum Maximum der Kompression, 2.) Zeit vom Maximum der Kompression bis zur Trennung. Sind Kugeln vollkommen unelastisch, so pressen sie sich in der ersten Periode zusammen bis zur Ausgleichung ihrer Geschwindigkeit und gehen dann mit gemeinsamer Geschwindigkeit weiter. Ganze Stoßzeit umfaßt bloß erste Periode, zweite gleich Null. Sind Körper vollständig elastisch, so nehmen dieselben in der zweiten Periode des Stoßes allmählich ursprüngliche Gestalt wieder an; es folgen sich Zustände der zweiten Periode in umgekehrter Folge wie in der ersten; zweite Periode der ersten Periode symmetrisch. Sind Körper unvollkommen elastisch, so ist die zweite Periode des Stoßes nicht symmetrisch der ersten; es nehmen die Körper nicht genau wieder dieselbe Form an, die sie vor dem Stoß hatten. Den Fall, daß die Körper hart sind, hat man früher irrtümlich unter den Fall der unelastischen Körper gerechnet, während er zu dem Fall vollkommen elastischer Körper gehört und denjenigen Spezialfall darstellt, in welchem die beiden Perioden gleich, aber von verschwindender Dauer sind. Ähnliche Impulsaufnahmen bei Wellen?

Für zwei Stahlkugeln von 13 mm ⌀ und Geschwindigkeit von 295 mm/sec beträgt Stoßdauer 0,00014 sec.

Perkussionsapparat.

(Vgl. d. Explosionsstoß mit Mariottes Stoßaparat. Z. Schießw. 1908, 270.)

Kugelbewegungen werden zu Pendelschwingungen.

Stoßapparat mit ausziehbarer Schere, mit Streichholzmodell.

Bindfadenstoß, der senkrecht hängende Kugel trägt: bei langsamem Ziehen reißt der Faden oberhalb der Kugel, bei schnellem unterhalb. Vgl. ferner mit Schuß auf Fensterscheibe im Gegensatz zum Schlag oder Stoß auf dieselbe.

Vgl. Stoßverdampfung bei Zerstäubungserscheinungen von Metallen. (Fischer — Fortschr. der Chemie, Physik, physikal. Chemie Bd. 19 Heft 1.) (s. 509.)

Stoß angewendet, um große Widerstände durch einen kleinen Weg zu überwinden oder auch zu Zerteilungszwecken. Der Vorteil des Zersprengens der Körper durch Keile und durch darauf geführte Schläge beruht darauf, daß lebendige Kraft nur auf die Teilchen wirkt, die getrennt werden sollen, was beim Zerbrechen durch Anwendung von Druck nicht der Fall ist. Trifft stoßender Körper ruhenden Körper von großer Masse, so erteilt er diesem eine nur sehr geringe Geschwindigkeit. (Schuster legen Leder, welches dicht geklopft werden soll, auf schweren Stein, diesen auf Knie. Maurer zerschlagen Steine in der Hand.)

Stoß durch Bologneser Glastränen in Flüssigkeiten.

(Stoß des Wassers beim Kochen — Singen des Wassers, Wasserschlag.)

Stoß bei Leidenfrosts Phänomen (Knallphänomen).

Verdichtungsstoß bei echten Explosionen!
Chemischer Stoß.

Die bei der Explosion entwickelte Energie wird, soweit sie nicht bei der beabsichtigten Arbeitsleistung verbraucht wird, auf das umgebende Medium (Luft, Wasser, Erde usw.) übertragen. Diese Übertragung geschieht nicht etwa durch direkte Massenbewegung, Abströmen oder statischen Druck der entwickelten Gase, sondern dadurch, daß die dem Sprengstoff zunächst liegende Schicht des Mediums stark komprimiert wird. Die Kompression überträgt sich auf weitere Schichten usf., so daß sie im freien Raum die Form einer stets größer werdenden Kugelschale annimmt. Auf die in dieser Weise zustande kommende Druckwelle treffen nach Wolff (Ann. Phys. Chem. [N.F.] 69, 329 [1899]) die Voraussetzungen zu, die Riemann (Abh. d. Ges. d. Wissensch., Göttingen, 8, 43 [1860] sowie Riemanns gesammelte Werke) zu seiner Theorie über die Fortpflanzung ebener Luftwellen von endlicher Schwingungsweite im Gegensatz zu der normalen Schallwelle, deren Amplitude als unendlich klein angesehen wird, geführt haben. Wolff hat diese von Hugoniot (Vgl. Sébert u. Journ. de l'école Hugoniot, Compt. rend. 98, 507 [1884]; polyt. 33 [1887]; Journ. d. math. pures et appl. [4] 3, 477 [1887]); vgl. auch Duhem, Zeitschrift f. phys. Chem. 69, 169 [1909] weiter entwickelte Theorie bei großen Sprengungen, die von der preußischen Artillerie-Prüfungs-Kommission mit Dynamitlagern auf dem Schießplatz Kummersdorf ausgeführt wurden, verwirklicht gefunden. Bereits vorher haben Mach und seine Schüler (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissenschaft zu Wien 72 [1875]; 75 [1877]; 77 [1878], sowie gleichzeitig Vieille (Compt. rend. 126, 31 [1898]; 127, 41 [1898]; 129, 1228 [1899]; 131, 413 [1900]; Mém. poudr. salp. 3, 203 [1890];

10, 177 [1899/1900]) durch eingehende Versuche im Laboratorium die Ausbreitung der Explosionswellen im freien Raum gemessen (Vgl. auch Martin, Zeitschr. f. Schieß- u. Sprengstoffw. 12, 39 ff. [1917]). Auch Jouguet (Compt. rend. 132, 677 [1901]) geht bei seinen theoretischen Untersuchungen über die Fortpflanzung der chemischen Reaktionen in Gasen von der Riemannschen Theorie aus, und ebenso hat sie Rüdenberg zur Berechnung der durch Explosion hervorgerufenen „thermodynamischen Verdichtungswellen" benutzt.

Der Form nach unterscheidet sich die Riemannsche Stoßwelle von der gewöhnlichen Schallwelle, die einen stetigen Wechsel aufweist, durch das plötzliche sprunghafte Ansteigen des Druckes derart, daß sich hier eine Unstetigkeit (Diskontinuität) ausbildet. Man bezeichnet die Wellen daher als diskontinuierliche, im Gegensatz zu den kontinuierlichen Schallwellen.

Wirkt Kraft nicht dauernd, wie innerhalb des Sprengstoffes, sondern nur vorübergehend ein, so nimmt die Geschwindigkeit der Stoßwelle, die wegen der starken Verdichtung am Explosionsherd im Anfang ein Mehrfaches der Schallgeschwindigkeit und unmittelbar an der Oberfläche des Sprengstoffs gleich der Detonationsgeschwindigkeit ist, sehr schnell ab, und zwar so lange, bis sie die normale Schallgeschwindigkeit in dem betreffenden Medium erreicht. (Für Wasser vgl. Threlfall u. Adair, Proc. roy, soc. 45, 450 [1888/89].) (Nach Kast 74.)

(Vgl. Berthelot, „Sur la force etc." 1, 117 ff.; Daniel, „Dictionnaire", p. 289, 728; Chalon, „Les explosifs modernes", p. 526; Gody, „Matières explosives", p. 748; Brunswig, „Explosivstoffe", S. 92; Rüdenberg, Artill. Monatsh., Jan.-Juni, 237 ff. — 1916.) (A. Schmidt, Z. f. Schieß-, Sprengstoffw. 1932, Nr. 5, 6, 7, 8, 9.)

Unterscheidung in Nah-, Fernstoß (s. 800):

Nahstoß = Stoß auf den Körper, der unmittelbar vor der Explosion den Explosivstoff berührt. Fernstoß = Stoß auf weitere Umgebung des Explosivstoffs. Ferner zu unterscheiden: Statische Druckwirkung durch Entwicklung und Ausdehnung der Gase bei der Explosion (Gasdruck 768) und dynamische Wirkung infolge der Detonationsgeschwindigkeit (s. auch Brisanz). (759, 770.)

Messung des statischen und dynamischen Gasstoßes mit Manometern (vgl. 659, 770).

Messung mit Impulsometer, Federkraftmesser, Gasdruckregistrator (s. 840) (vgl. Jb. Mv. 1900, 133), Bleidosendruckmesser (s. 761, 762, 772).

Versuche bzgl. Stoßes durch Na-Picrat in Röhren. (796.)

Erschütterungsmesser nach Prinzip des Venturirohres.

Stoßmessung im Windkanal, in dem Explosion erfolgt.

Drallprüfer, Drallfreiheit der Stoßluft? (s. 659). Propellermessungen.

Fortpflanzungsgeschwindigkeit, Reichweite des Explosionsstoßes. **791**

Vgl. allgemein: Fortpflanzungsgeschwindigkeit elastischer Längswellen (Schallwellen) durch Gase, Feststoffe.

Stoßintensität.

Explosionswelle schreitet nur in der Sprengstoffmaterie fort, in der Ferne wirkt der Explosionsstoß, der in explosiver Materie (umgebende Lufthülle) weiterschreitet.

Geschwindigkeit der Stoßwelle an der Sprengstoffoberfläche = Detonationsgeschwindigkeit, am Explosionsherd Mehrfaches der Schallgeschwindigkeit, schließlich = Schallgeschwindigkeit. (Stoßwelle im Gegensatz zum chem. Vorgang der Explosionswelle rein physikalischer Vorgang.)

Chemische Beschaffenheit des Mediums, Gase, Flüssigkeiten, Feststoffe, geschmolzene Feststoffe, z. B. Woodsches Metall (419, 797, 887), in welchem sich Explosion vollzieht, wie auch Dichte beeinflussen in hohem Grade Geschwindigkeit des Explosionsstoßes.

Bei Explosion von Sprengstoffen auf Erdoberfläche kann man für Fortpflanzungsgeschwindigkeit v einer stetigen Explosionswelle in Entfernung r vom Explosionszentrum setzen (Jb. Mv. 1898, 146):

$$v = u \sqrt{1 + \frac{(\varkappa - 1)\, a\, M}{2 \pi r^2 \lambda \cdot d}}$$

u = augenblickliche normale Schallgeschwindigkeit,
a M = Gewicht der gebildeten Explosionsgase,
d = Radius der Kugel, welche Explosionsprodukte bei Beginn der Bewegung einnehmen.

a) Der aus verdichteten Gasen bestehenden Explosionswelle folgt unmittelbar eine aus verdünnten Gasen bestehende.

b) Explosionswelle leistet als Energieträgerin Arbeit.
c) Die von Meßinstrumenten aufgenommene Energie steht im umgekehrten Verhältnis zum Quadrat der Entfernung.
d) Zeitlicher Verlauf der Explosionswelle an einer Stelle ist ein sehr kurzer. Bei Jodstickstoff wurde gefunden (Mach):

bei einem Abstand von der Schallquelle	eine Geschwindigkeit von
80 mm	756 mm
137 „	540 „
254 „	453 „
400 „	416 „
977 „	373 „

Die normale Schallgeschwindigkeit in Luft (340 m) wurde erst in einem Abstande von mehreren Metern von der gewählten Schallquelle gefunden.

Nach Vieille entsteht ein Explosionsstoß in Gasmasse, wenn in ihr eine Sprengkapsel detoniert. (Starke Stahlrohre von 22 mm lichter Weite, 25 mm Wandstärke und bis zu 32 m Länge; an beiden Enden oder auch seitlich des Rohres waren leicht verschiebbare, gut gedichtete Stempel angebracht, deren Bewegung mittelst Schreibfeder auf umlaufenden Zylinder sichtbar gemacht wurden. Als Quelle des Explosionsstoßes diente eine Sprengkapsel, welche durch einen elektrisch glühenden Draht zur Explosion gebracht wurde. Die Röhre war mit Luft von Atmosphärendruck gefüllt:

Abstand vom Explosionsherd	Geschwindigkeit
32,6 cm	1073 cm
53,2 „	1015 „
131,1 „	969 „
235,9 „	821 „
386,4 „	575 „

Noch auf 16 m Entfernung war Geschwindigkeit des Explosionsstoßes höher als die normale Schallgeschwindigkeit.

Geschwindigkeiten sind beeinflußbar durch Menge des detonierenden Explosivstoffes.

Die Messung der Geschwindigkeit, mit welcher sich die Explosion in flüssigem Methylnitrat fortpflanzte, das sich in langen Röhren von einigen Millimetern Lumen befand, geschah nach der von Berthelot schon früher vielfach benützten chronographischen Methode. Sie betrug für Kautschukröhren 1616, für Glasröhren 1890, — 2482, für Röhren aus Britanniametall 1230, aus Stahl 2100 m pro Sekunde. Die Röhren barsten in allen Fällen bei der Explosion, und zwar wurden sie meistens in lange Streifen zerrissen; die gläsernen wurden zu Staub zermalmt. Je fester die Röhre ist, um so schneller pflanzt sich die Explosion im großen und ganzen fort. Für Entfernung von 113 cm vom Explosionsherd ergab

Füllung der Sprengkapsel	Geschwindigkeit
0,04 g	524 cm
0,63 g	1151 „

Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Explosionsstoßes von der Natur des Sprengstoffs.

Bezeichnung	Sprengstoffmenge kg	Entfernung vom Explosionsherd m	Mittlere Geschwindigkeit des Explosionsstoßes m
Schwarzpulver	300	0—20	350
		20—40	380
		40—60	360
Cheddit	150	0—20	590
		20—40	413
		40—60	360
Pikrinsäure	100	0—20	638
		20—40	379
		40—60	357

Nach Berthelot („Sur la force etc." 1, 122) nahm man früher an, daß Intensität umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung abnehme, daß also die Intensitäten I_1 und I_2 in den Entfernungen R_1 und R_2 durch die Formel

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_1^2}{R_2^2}$$

verknüpft seien. (Kast.)

Cundill und Greenhill („Dictionary of explosives", London 1889, Übersetzung in Mém. poudr. salp. 5, 248 [1892]) waren der Meinung, daß die Intensität umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus der Sprengstoffmenge G sei, daß also

$$I = k \frac{\sqrt{G}}{R}$$

sei, wo k eine charakteristische, von Energie des Sprengstoffs abhängige Konstante darstelle. Gleiche Formel von L'heure (Mém. poudr. salp. 13, 161 [1905/06]).

Konstante k bei brisanten Sprengstoffen = 10, bei Schwarzpulver = $\frac{10}{\sqrt{2}}$ gesetzt.

Nach neueren Messungen (Kast) stehen aber die Intensitäten unabhängig von der Art des Mediums etwa im umgekehrten Verhältnis zur 1,5. Potenz der Entfernung, während diese der dritten Wurzel aus der Sprengstoffmenge proportional sind.

Zu dem ersten Verhältnis kommt man durch Messungen der Amplituden in verschiedenen Entfernungen mit Hilfe geeigneter Apparate (Seismographen), während man zu der Abhängigkeit der Intensität von der Sprengstoffmenge aus den durch große Sprengungen erzeugten Zerstörungen (Vgl. Berthelot, „Sur la force", 1, 117; Müller, Verh. d. Ver. z. Bef. d. Gewerbefl. 1904, S. 45; Wolff, a. a. O.; Thomas, La nature v. 20. Aug. 1904; Mitt. Art.-Gen.-Wes. 1904, S. 1147) und durch Detonationsübertragungsversuche gelangt. So wurde bei Versuchen, die im Jahre 1899 vom Militärversuchsamt (Jahresber. 7, 38 [1900]) auf dem Schießplatz Kummersdorf mit Gelatinedynamit angestellt worden sind, die Detonation übertragen von

1 kg	Gelatinedynamit	auf	0,70 m	Entfernung,	
5 „	„	„	1,4 „	„	
10 „	„	auf	weniger als 1,75 m	Entfernung,	
25 „	„	„	„ 2,00 „	„	
100 „	„	„	„ 3,00 „	„	
200 „	„	„	5,5 m	Entfernung.	

Die Reichweite der Detonation nahm somit mit dem Gewicht des detonierenden Sprengstoffs etwa wie die dritte Wurzel aus der Sprengstoffmenge zu.

Zu dieser Beziehung gelangt auch Rüdenberg bei seinen oben erwähnten Berechnungen.

$$\frac{J_2}{J_1} = \sqrt{\frac{R_1^3}{R_2^3}} \quad \text{und} \quad \frac{R_2}{R_1} = \sqrt{\frac{G_2}{G_1}}.$$

Intensität und Detonationsübertragung sind aber außer von der Menge auch von den sprengtechnischen Eigenschaften des Sprengstoffs, insbesondere der Brisanz, abhängig.

Daher: $J = k \frac{\sqrt[3]{G}}{\sqrt{R^3}}$

oder, wenn man nur die Beziehung zwischen Entfernung und Sprengstoffmenge berücksichtigt:

$$R = k \sqrt[3]{G}. \quad \text{(Kast 77.)}$$

Auf die Zusammendrückbarkeit des Mediums wird bei allen diesen Formeln keine Rücksicht genommen (vgl. Jacob, Compt. rend. 138, 1261 [1904]); diese sind im übrigen auch nur als grobe Annäherung anzusehen.

Geländefaktor in Formel?

Reichweite in besonderen Luftarten.

Reichweite der Schwaden ist geringer (s. 789).

Anlage, Abstand von Munitionshäusern (798).

792 Wirkung von Explosionswellen im Erdboden auf tote, lebende Körper. Erschütterungssprengungen zur Lagerstättenforschung.

In der Erde gleichzeitig 3 Wellen: eine longitudinale, eine transversale, eine Oberflächenwelle, die verschiedene Erdschichten mit verschiedener Geschwindigkeit durchlaufen und z. T. Reflexion erleiden. In Erde weit größere Dämpfung als in Luft. (Kast 78.)

Intensität der Erdwellen beträchtlich geringer als die der Luftwellen, obwohl sie schneller laufen. Erdwellen sind wichtig in Verbindung mit Schallmessung zur Richtungs- und Entfernungsermittlung.

(Vgl. Arbeiten der Seismos-Gesellschaft Hannover (Dr. Mintrop) und der Universität Göttingen (Geh.-R. Wiechert).

Bodenerschütterungen durch Explosionsstöße (Nobel-Hefte 1930, 2—5) bringen Fenster in Häusern zum Erzittern, führen aber kaum zu Materialschäden. (Stettb. 52.) Denn Periodenlänge dieser Erschütterungsstoßwellen liegen zwischen 0,004—0,2 sec, während diejenigen von Erdbebenstoßwellen zwischen 0,5—5 sec schwanken. Bei 0,02 sec erreicht Bewegungsamplitude der in der Nähe des Sprengortes liegenden Gebäude 0,003—0,005 mm, also Werte innerhalb der Festigkeitsgrenzen.

Höchstbeschleunigungen nehmen mit wachsender Entfernung des Explosionsortes zunächst rasch, dann von rund 150 m langsam ab. Oberflächennahe Explosionen rufen innerhalb gewisser Grenzen geringere Erschütterungen hervor als tiefer gelegene. Nahe und nicht tiefe Schüsse bewirken Schwingungen mit größerer Amplitude und längerer Schwingungszeit als tiefe und entfernte Schüsse. Sprengschüsse in mehr als 150 m Entfernung geben Beschleunigungen von der Größenordnung, welche Kraftwagen mit Luftreifen auf mittelguter Straße verursachen. Näher gelegene Schüsse bis zu 28 m waagerechter Entfernung bei 45 m Überlagerung von Letten geben immer noch geringere Erschütterungen als 10,5-Tonnen-Kraftwagen mit Vollgummibereifung auf mittelguter Straße. (Zeitschr. „Glück auf" 1930, Nr. 29.)
(Vgl. Erschütterungsmessung an Maschinen.) (s. Reflexion, 782.)
Vgl. mit Schwingmaschinenmessung in Bautechnik.
Unterschiede gegenüber Explosionsstößen über der Erde?

Explosionen von z. B. unterirdisch angelegten Fabrikationsgebäuden, Magazinen usw.

Wirkung der Bodenerschütterung auf Tiere, Menschen in bestimmten Abständen? (vgl. 860.)
Aufstellung von Formeln. (Prüfung derselben!)

Absichtliche Bodenerschütterung, ausgeführt zur Erforschung der Lagerstätten von Öl, Salz, Erz (Stettb. 52) = seismographische Geologisierung mittelst Explosionsstoßes. (Vgl. Gewinnungssprengung, 685.)

Gleiche Methoden zur Bestimmung der Gletschereisdicke.

Methode: Ladung von 5—300 kg Dynamit in 3—6 m Erdtiefe gesprengt, gleichzeitig an derselben Stelle, aber auf der Erdoberfläche. Ladung zur Schallübertragung auf 5—10 km Entfernung gezündet. Registriert Seismographenausschlag durch Bodenstoß und Eintreffen der Schallwelle beim Beobachter. (Wehrgeologie 860.)

Erschütterungsversuche mit Sprengkapseln in verschiedenen Erdarten bei verschiedener Tiefe. Fortpflanzungsintensitäten des Stoßes nach oben, unten, seitlich messen!

Explosionswellen können Gesteinsschichten zum Mitschwingen bringen.

Seismographische Messungen bei Stößen im Boden möglich, weil sie nur von Bodenbeschaffenheit und Grundwasserstand abhängen, während bei Stößen in Luft (s. dort) Windrichtung, Bewölkung, Bodenbewachsung usw. mitbestimmend sind.

3-Schichten-Seismik.

Vgl. das Explosionsseismogramm mit einem Erdbebenseismogramm.
Erdbebenfortpflanzungsgeschwindigkeit z. B. in Quarzberg 3,6 km/sec, lockerem Sandstein 1,2 km/sec, losem Sand 0,3 km/sec.

Detonationen von Vulkanausbrüchen werden oft sehr weit fortgepflanzt. Beim Ausbruch des Cotopaxi in Amerika 1744 wurde das Getöse 109 Meilen weit entfernt als unterirdischer Donner vernommen.

Naheseismik: Meßgerät (Geophon) zum Abhören von Miniergeräuschen im Kriege.

793 Stoßwirkung über kurze Entfernungen als Resonanz = Influenzzündung!

Influenz = gekoppelte Schwingung.

Schwingungssysteme nach Schieferstein. (s. 797.)

Akustische Resonanzversuche! (Auswählende Resonanz.) Musikinstrumente.

Resonatoren um so größer, je dumpfer der Ton. (Helmholtz.)

Übergang zu Explosivstoffen!

Jodstickstoff durch mehr als 60 Schwingungen pro sec oder durch Knall zur Explosion gebracht. (Stettb. 45.)

Jodstickstoff vermag sich selbst durch Luft hindurch zu initiieren, bringt Schießwolle nicht zur Explosion. (Biltz, Ber. d. ch. Ges. 26, 1378.)

Übertragung der Detonation über indifferente Stoffe hinweg, also ohne Hohlspiegelwirkung — (s. 782). (490, 491) = Influenzwirkung.

(Vielleicht ist diese Energieübertragung in die Ferne durch adiabatische Luftkompression zu erklären.) (Kast 79.)

Jeder Sprengstoff sein eigener Detonator. (Nicht sehr empfindliche und brisante Sprengstoffe müssen verdämmt werden, damit sie sich immer weiter initiieren.) Widerlegung von Abels Theorie der synchronen Schwingungen = weil Übertragungsfähigkeit abhängig von Ladedichte, Detonationsgeschwindigkeit und Menge des angewandten Zündmittels. (485, 714.) Wellenverwandte, wellenfremde Stoffe, 490. Ferner dürften nach Lehre vom Wellensynchronismus keine Teildetonationen auftreten, wie sie tatsächlich vorkommen. (Kast 80.) (s. Interferenz, 782; Teildetonation, 733.) Versuche gegen Lehre vom Synchronismus der Detonationswellen. (Biltz, Ber. d. ch. Ges. 26, 1378.)

In Glasröhre von 16 cm Durchmesser in bestimmtem Abstand 2 Spengstoffladungen; Übertragung der Detonation mittels rotierenden Films verfolgt.

1. Sprengstoff Dynamit, 2. Dynamit, Tetryl oder Pikrinsäure: Entfernung von 44 cm ist kleiner als die Strecke 70 cm, nach deren Verlauf sich die Stoßwelle von den leuchtenden Explosionsgasen trennt. Bei Knall-Hg als 2. Sprengstoff wächst Strecke der Übertragung auf 1,50 m. Bis zu 1,15 m löst Stoßwelle, die hier den leuchtenden Gasen vorauseilt, die Detonation des Fulminats aus; bei größerer Entfernung nicht mehr. Die heißen Gase, die beträchtlich langsamer vorwärts stoßen als die Stoßwelle, lösen über 1,15 m weg zunächst eine Verpuffung des Knall-Hgs. aus, die dann in Detonation übergeht (s. 784). (Lafitte Comptes rend. 192, 946 [1931]. Z. f. d. Sprengst. 1931, 201.)

Übertragungs- oder Sensibilitätskoeffizient

$$L = \frac{c}{c_1}$$

c = Reizladung, z. B. 50 g Pikrinsäure, die in 15 cm-Entfernung noch Menge c_1 zu zünden vermag. (Stettb. 45.) (Kast 20.)

L für c = Pikrinsäure gegen c_1 = Pikrinsäure = 1
L für c = Trinitrotoluol gegen c_1 = Pikrinsäure = 0,78
L für c = Tetryl gegen c_1 = Pikrinsäure = 1,8

Beziehung zwischen Übertragungsdistanz d (in m) und der explosionsauslösenden Sprengstoffmasse C (in kg):

$$d = k \sqrt{C}$$

k abhängig von Dichte, Wassergehalt des Sprengstoffs und den physikalischen Bedingungen der Umgebung.

Unterscheidung zwischen dem d, bei dem gerade nach Übertragung stattfindet, und dem d, bei dem bereits Sicherheit besteht.

Initiierungsentfernung von Gelatinedynamit zu Gelatinedynamit:

Primärladung kg	Entfernung der Sekundärladung m
1	0,90
5	1,45
10	1,80
25	2,25
50	2,50
100	2,75
200	5,25

Prüfung der Übertragung mit der Drahtstühlchenmethode auf dem Brisanzstauchmesser. (Übertragung leichter bei dazwischenliegendem Blech?) Entfernung solange

vergrößert, bis Stauchungswert geringer ausfällt als mit unterem Körper allein. Dicke Sprengstoffschichten übertragen weit besser als dünne. (s. 776, 786.)

Influenzwirkung bleibt bestehen bei trennenden Schichten von Glas, Metall, Wasser.

Versuche zur Bestimmung von k = Einfluß der Art des indifferenten Zwischenmaterials. (Vgl. mit Einfluß indifferenter Zwischenstoffe im Sprengstoff selbst = Phlegmatisierung!)

Detonationsübertragung von 50-g-Ladungen von Trotyl, Pikrinsäure, Tetryl und Sprenggelatine durch Luft, Wasser, Eis, Holz, Sand, Blei usw. unter verschiedenen Bedingungen. Luft nicht das schlechteste, sondern das beste Medium für Übertragung der Detonation. Feste Körper übertragen auf viel kleinere Entfernungen. Wasser steht festem Körper nahe. Lockere, lufthaltige Materialien wie Sägespäne übertragen Detonation besser als dichte Körper. Dünne, feste Wände rufen beträchtliche Verminderung der maximalen Übertragungsstrecke durch Luft hervor. Bei Verwendung von Röhren starke Vergrößerung der Übertragung. Die Reihenfolge der Sprengstoffe in bezug auf Empfindlichkeit zur Detonationsübertragung scheint dieselbe wie gegen Schlag zu sein.
(Z. f. Schieß-, Sprengstoffw. 1931, 9, 25, 33; 1932, 348.)
Andreew Russ. Besopasnoft Aruda w gornom dele Nr. 11—12 (1932).

Übertragungsversuche von Sprengkapseln auf andere im Sprengkapselkasten bei 6 cm Abstand. (Vgl. bei verpackten Sprengkapseln 485, ebenso bei Zündhütchen 473.)

Bei Detonationsübertragung in gleicher Richtung soll Sprengkapsel der Folgeladung genau in Richtung der Kapsel der Anfangsladung liegen. Bessere Übertragung, wenn man der Anfangsladung noch eine genau gleiche entgegengesetzt liegende, ebenfalls mit Sprengkapsel versehene Ladung als Gegenladung gibt. (s. 860.)
(Vgl. Friedrichs Zündmethode, 785.)

Kommt eine Detonationswelle bzw. Detonation zum Stillstand, wenn man Metallwolle in ihren Weg bringt, z. B. eine Röhre am offenen Ende mit Metallwolle versieht, während vom anderen Ende her Stoff detoniert? Geht die Welle unbehindert durch?

Wird Influenz variiert, wenn man in den Weg Metallspäne, Metallwolle usw., Raschig-Ringe (in kleinem Format), Nichtmetalle, bringt? (Vgl. Verdämmung!)

794 Verstärkte Stoßwirkung (Reflexion) bei Nahstoß, Fernstoß.

Die durch die Stoßwelle hervorgerufenen Erscheinungen sind in verschiedener Richtung von praktischer Bedeutung. So ist die Wirkung brisanter Sprengstoffe in geschlossenen Räumen meist beträchtlich stärker, als aus dem errechneten Gasdruck erwartet werden sollte. Die an den Wänden reflektierten Stoßwellen, deren Wirkung sich infolge von Interferenzerscheinungen an gewissen Stellen, namentlich den Ecken, verstärkt, erzeugen gewaltige Erschütterungen von verhältnismäßig langer Dauer, denen auch sehr feste Gebäude nicht standhalten. (Vgl. z. B. B. Lheure, Mém. poudr. salp. 12, 77 ff. [1903/04]). Vermutlich beruht auch die von verschiedenen Seiten (Ann. rep. insp. explos. 30, 137 [1905]; 32, 90 [1907]; Will, Zeitschr. f. Schieß- u. Sprengst. 4, 325 [1909]; Watteyne u. Bolle, Ann. min belg. 16, 289 [1911]) beobachtete Abnahme der Wettersicherheit mit dem Querschnitt der Versuchsstrecke bei der praktischen Prüfung dieser Eigenschaft auf der verschiedenen Energieübertragung durch die Stoßwelle. (Kast 27.)

Fernwirkung bei Schlagwetterexplosionen.

Verheerungen nehmen zu mit Entfernung von Zündungsstelle — Wellenerscheinung —, sie sind heftiger bei Zündungen an Gangenden. (s. 780.) (782.)
(Mallard — le Chatelier Ann. d. mines [8] 4, 361 [1883].)
Wullner — Lehmann — Anlagen zum Hauptbericht der preuß. Schlagwetterkommission 3, 193.

Hierher Bollés Kasemattenversuche: An welchen Stellen treten Höchststoßwirkungen auf? (Messung mit Druckdosen.)

Verstärkung bei Explosion in umwallten Räumen: Welche Formen nimmt der Druckstoß an, welche Richtungen schlägt er ein? (s. 700: in Wällen teilweise gerichtete Explosion!) (s. bei Gebäudesicherung) (vgl. Luftsäulenverstärkung). (786.)

Reflexionsstoß bei Schlagfigur auf Rückseite beschossener Bleiplatten (s. 782). (Brisanzprüfung ist ja eine Nahstoßprüfung!) (771.)

Ebenso Verstärkung durch Beugung (s. 782).

Resonanzwirkung (vgl. Hohlraumwirkung 782). (786.)

Saugwirkung des Explosionsstoßes. **795**

(Saugwirkung-Zugwirkung gegenüber der Stoß-Druckwirkung.)

Die eigentliche Erscheinung, daß in der weiteren Entfernung von einem Explosionsherd die Trümmer nicht, wie man erwarten sollte, vom Explosionsherd weg, sondern gegen ihn hingeschleudert werden, wird von Wolff durch die oben erwähnte besondere Form der Stoßwelle erklärt. Der steile Wellenkopf bleibt nämlich auch in weiterer Entfernung bestehen, während der Abfall, der Wellenschwanz, immer mehr abgeflacht wird. Die Zeit des Druckanstiegs ändert sich demnach nur wenig, die Zeit des Druckabfalls wird dagegen immer größer, was zur Folge hat, daß die Wirkungen dieses Abfalls beim Fortschreiten der Druckwelle mehr und mehr als eine Art von Saugwirkung bemerkbar werden. (Nacht Kast.)

Kein Abfließen der Sprengstoffgase; denn sie würden sich bei 0,5 kg Sprengstoff auf etwa 1,1 m, bei 100 kg auf 6,2 m Entfernung ausbreiten (Kugelschalen), wenn zehnfache Volumenvergrößerung einträte; tatsächlich nicht erreicht, da die Gase bei Kompression der umgebenden Luft Arbeit leisten und sich dadurch abkühlen.

Umgebende Luft leistet einem Ausweichen zunächst Widerstand; dann hochgesteigerte Luftverdichtung mit folgender Luftverdünnung, dadurch

a) vom Explosionsherd forteilender positiver Druckimpuls,

b) nach Explosionsherd gerichteter negativer Druckimpuls.

(a und b gleiche Geschwindigkeit.)

(Es strömt also nicht Luft in +- bzw. —Richtung, sondern die Stoßwelle!) (Nach Kast.)

Nach Stettb. 46 Annahme von Stauzonen, die positiv oder negativ gerichtete Wirkungen ausüben. Stauwirkungen Cranz II, 171. Stauerscheinungen an Waffenmündung Cranz II, 187.

Vielleicht wirken auch die hinterhereilenden Schwaden, so daß Schwadenstoß mit dem ursprünglichen Wellenstoß evtl. zur Interferenz kommt?

Vielleicht wird durch Detonationswelle eine verdichtete Luftwand erzielt, gegen welche dann die Schwaden stoßen, um ihrerseits reflektiert zu werden und Saugwirkung auszuüben!

Neutrale Zone zwischen positiver Stoß-, negativer Saugwirkung?

Vgl. mit Bewegungen einer zweiflügeligen Windfangtür! Wird Windfangtür zum Vorraum hin zugeschlagen, so springt angelehnte Haustür nach innen hin auf, durch den Spalt entweicht die Luft.

Stoßwirkung auf Gase — Luft. Tornadowirkung. **796**

Bei gerichteten, ungerichteten Explosionen. (vgl. 657.) (728.) (786.)

Vgl. dazu Schwingungen großer Amplitude von Gassäulen in Rohrleitungen.

Vgl. den Explosionsluftdruck mit den Druckstößen der aus dem Geschützrohr beim Schuß herausströmenden Gase.

Durch Kompression kann Aufglühen der umgebenden Luftteilchen bewirkt werden; Temperatursteigerung hierbei nach Gesetz der adiabatischen Kompression berechenbar (Kast 79): $T = T_0 \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{k}}$ T = gesuchte Temperatur, T_0 = Anfangstemperatur, p_0 = Anfangsdruck, p = ausgeübter Druck $k = \frac{c_p}{c_v}$ (bei 200 atm wird Luft auf 1000° erwärmt). (Vgl. dazu: Zündung durch Influenz.) (s. 784: Glüherscheinung von Luft zwischen 2 Explosionswellen!)

Vergebliche Versuche mit dem Wetterschießen!

Messung der Größe des Explosionsdrucks in Luft:

Bei ungerichteter Explosion,
in bestimmten Räumen bei gerichteter Explosion.

Messung des Stoßes auf Luft direkt kaum möglich; die Meßinstrumente sind immer aus Feststoffen gebaut, daher Messung in Luft immer kombiniert mit Teil 797!

Besondere Ergebnisse bei Explosionsversuchen im Windkanal, Erzeugung besonderer Strömungen.

Nachweis und Messung des Stoßes:
Sprengstoff in offenen Gläsern erhitzt:
Detonation schlägt Flamme des Bunsenbrenners aus, Schlag nach unten, obwohl Glas oben offen. Glas an Faden hängen, um Einspannen zu vermeiden. (779.)

Ausblasen von Flammen in bestimmtem Umkreis um Explosionsstelle.

Versuche mit Na-Pikrat in Röhren. (790.)

Löschwirkung des Explosionsstoßes von Nitroglyzerin auf brennende Petroleumquellen. (s. 679.)

Explosionswirkungen anstellen gegen ein Ährenfeld! Welche Schwingungserscheinungen treten darin auf, wenn Sprengstoff vom Rande her, von der Mitte aus, wenn mehrere Sprengstoffe von verschiedenen Stellen aus gleichzeitig oder nacheinander gesprengt werden? (s. 797.)

Gasflammenmanometer (Königs Kapsel). Sensitive Flammen. (526.)
Rauchkasten — Rauchringerzeugung. Leichten Bärlappsamen in den Gang bzw. Weg von Explosionswellen streuen; Anordnung des Samens wie bei den Kundtschen Schallversuchen? Figuren nach Chladnis Klangfiguren. Anemometer (Woltmanns Flügel). Turbinen. Piezometer (s. Gasdruckmessung beim Schuß). Allgemein auch bei Explosionen Schußwirkung messen, Kork im Reagensglas. Seismograph (hier nicht so geeignet wie bei Stoßwellen in Erde; s. 792). (Wagner — Z. Sprengstoffw. 1930, 152.) Impulsometer — Druckdosen, Druckschreiber. — Indikatoren. (Membranapparate.) Optische Schwingungsmesser. Kinematographische Aufnahmen (wie von Cranz-Schardin bei Geschoßdurchschlägen; s. 850).

Strömung des Explosionsstoßes gegen Turbinen (119), gegen Flettner-Rotor (s. 657). Messung der Winddruckgröße! (797.)

Wie würde sich Explosion im Weltenraum auswirken? Wenn er luftleer wäre, könnte man dann überhaupt irgendeinen Knall wahrnehmen? (Vgl. Schwaden.)

Wie ist Stoßfortpflanzung auf dem Mond?
(Vgl. Kugelschuß auf Erde, auf Mond, und Schwerkraft. Gewicht — Masse!)
Vgl. mit Stoß im Vakuum.
Stoßwirkung auf eingeschlossene Luft von bestimmtem Vol. — Sprengung im Dampfkessel 864.

Wirbel — Tornados — beim Explosionsstoß in Luft:

Beugung der Explosionswelle beim Durchströmen durch enge Spalten, Ritzen usw. des einschließenden, zerspringenden Materials. (s. Saugwirkung bei Explosionen!) (782, 794.)

Ausströmungsgeschwindigkeit von Gasen: $v = 2gh$. h ist dabei die Höhe einer gedachten Gassäule, deren Gewicht den Überdruck erzeugt, unter dem das Gas strömt.

Luft von normalem Druck strömt in leeren Raum mit etwa 396 m/sec, also ⅓ mehr als Schallgeschwindigkeit. (Clément-Desormes.)

Werden zwei Orte a und b durch ein Rohr verbunden, so strömt Luft vom Ort höheren Drucks nach dem niederen Drucks. Ist der Druck in a um 1 mm höher als in b, so strömt Luft von a nach b mit der Geschwindigkeit $v = \frac{2 \cdot 981 \cdot 0{,}1 \cdot 13{,}6}{0{,}001293} = 14$ m/sec.

Vgl. mit Luftpumpe (Verdünnungsgrad im Rezipienten).

Wirbelung um Widerstände herum. Bäume, Häuser.
(Vgl. Windhosenbildung, Zyklone, Antizyklone. 657 — Einschußstoß.) (Rauchwirbel 729.)
(S. Stromlinienbauten — Strömung der Luft bei Explosionsstoßeinwirkung.)

Sprengung innerhalb von Drahtgittern! Wie eng können diese sein, um bei Sprengung ganz zu bleiben? Wichtig Maschenweite, ferner Abstand vom Sprengpunkt! (Hier nur Luft wichtig! Metall s. 797!) Wirbel?

Explosionsstoß gegen andere, in Bewegung oder Schwingung befindliche Körper (s. 797.) Wirbel? Explosionsstoß gegen verschieden gestellte Platten wirken lassen (Grimsehl, II. Aufl., 285). (s. 797.)
Vgl. Bridgemanns Versuche 890, 898.
Erzeugung von Luftwirbeln durch Granatenexplosion in Luft, um feindliche Flugzeuge zum Abtrudeln zu bringen. (833.)

Nahstoß — Fernstoß. (Kombinationen beider.)

Nahstoßversuche sind alle Brisanzprüfungen (s. 771—779).

Einteilung, Messung wie bei 796. (Teilweise kombiniert mit 796.)

Modellübertragungsregeln — Verkleinerungsregeln für Explosionsversuche. (Cranz II, 181.) (890, 895.)

Metalle: Legierungen.

Nahstoß: Festigkeiten — Zähigkeit des Materials. (s. Materialprüfung. 890.)

In einem gleichmäßigen Stoff, z. B. einem Gußeisenstück, pflanzen sich die Wellen erheblich rascher fort als in Luft, sie erreichen also, von einem Ende ausgehend, fast ungeschwächt das andere Ende des Stückes. Anders jedoch, wenn sich in dem Werkstück irgendwelche Fehlerquellen befinden, wenn es beispielsweise Risse oder Gasblasen oder Schlackeneinschlüsse enthält. Dann werden die Wellen an jeder Rißstelle zum Teil zurückgeworfen, zum Teil werden sie aus ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt, sie büßen erheblich an Stärke ein und außerdem wird ihr Wellenzug zerstört. Beides kann man durch sehr genaue und fein ausgearbeitete Methoden feststellen.

Vgl. schwingende Reifen als Ursache der Straßenzerstörung. (Wedemeyer, Automobiltechn. Zeitschr. 1935, 558.)

Nahstoß liegt vor bei Sprengung einer Granate. Nach Cranz II, 176, ist für Nahstoßwirkung Knallquecksilber sechsmal so wirksam wie Pikrinsäure, für Fernstoß umgekehrt. (s. 860.)

Besonders typisch die Stauchwirkung, z. B. auf Zünderteller, Eisenbahnwagenrahmen, Bunsenbrenner.

Besonders: Stoß bei Verpuffungsprüfung im Woodschen Metallbad, 791, 419, also auf geschmolzene Metalle.

Fernstoß:

Springen von Kirchenglocken bei Salutschüssen.

Stoß auf Flettner-Rotor, schräge Platten s. 796.

Stoßwirkung auf Nichtmetalle.

Stoßwirkung auf unterkühlte Lösungen, auf amorphen, schnell gekühlten Schwefel. Holz. Kork. Kiefernholzsplitter durch Eichenholz (s. 852). (Cranz I, 468: Kerze durch Holz.) (s. 894.) Gesteinsarten, Tone, Porzellane. Baumaterialien, einzeln. Nah-, Fernstoß auf Glas. Nahstoß Glasscheiben, lose Glasscheiben eingesezt, in Rahmen. Glasarten. Vgl. mit mechanischem Stoß auf Glas; Glassplitterung (Eisblumensplitter) durch abspringenden Leim. (Technik f. Alle, Jahrg. 26, 251.) Vgl. Schlagfiguren elektr. Funken auf Glas (Splitterung bei Hochspannungsfunken). Vgl. mit Rißfiguren bei Eissprengungen. Vgl. Rißbildung beim Absaugen von Niederschlägen an der Saugpumpe.) Glassplitterung bei Explosionen im Reagensglas (s. Sprengwirkung!). Besonderes Glas: Hartglas. Fernstoßwirkung auf Glas: Art der Risse verglichen mit denen bei der Nahstoßwirkung. Gummi, Siegellack, Leder. Chemisch einheitliche Substanzen, die beim Nahstoß den Sprengstoff umgeben (vgl. Wirkungen auf chemische Stoffe in der Explosionsbombe!) (Bildung von Fulguriten aus Sand?). (Vgl. 966, 898.)

Sprengung innerhalb von Drahtgittern! Wie eng können diese sein, um bei Sprengung ganz zu bleiben? Wichtig Maschenweite, ferner Abstand vom Sprengpunkt! (s. 796.)

Explosionsstoß gegen andere, in Bewegung oder Schwingung befindliche Körper laufen lassen (s. 796).

Explosionswirkungen anstellen gegen ein Ährenfeld! (796.) Schwingungserscheinungen treten darin auf, wenn Sprengstoff vom Rande her, von der Mitte aus, wenn mehrere Sprengstoffe von verschiedenen Stellen aus gleichzeitig oder nacheinander gesprengt werden? (s. 796.)

Besondere Messung der Wirbel!

Explosionsstoß gegen verschieden gestellte Platten wirken lassen (Grimsehl, II. Aufl., 285). (s. 796.)

Strömung des Explosionsstoßes gegen Flettner-Rotor (s. 657).

Messung der Winddruckgröße! (s. 796.)

Stoßwirkung auf Flüssigkeiten:

Übergang: geschmolzene Feststoffe. (Woods Metall 791, 887.)

Wasser, Salzlösungen, organische Flüssigkeiten. Hier nur Explosionsstoß auf, nicht in Flüssigkeiten. Vgl. Sprengung unter Wasser.
Auftreten von Explosions-Reibungselektrizität durch Luftstoßreibung an Feststoffen, Flüssigkeiten. (899.) (Bridgemanns Versuche. 890, 898.)

798 **Wirkung des Explosionsstoßes auf kombinierte Materialien. Tornadowirkung. Ausblasesystem.**

Trennung der Materialien nach ihrer Dichte:
Glas aus Holz gerissen, Holztür aus Eisenangeln, Holz aus Mauerwerk (Stoßfugen!).
(Baulichkeiten aus Gestein, Holz, Metall!)
Bäume durch Explosionsstoß entwurzelt — Holz aus Erde, entlaubt.
Zerreißen durch Ausbildung stehender Wellen, weil verschieden schnelle Reflexion der Longitudinalwellen stattfindet.
Reflexion in einer Lippen-Zungenpfeife, die zur Hälfte mit Holz, zur andern Hälfte mit Metall belegt ist.
Wirkung der Explosion auf verschieden schwere und leichte Stoffe? Wie erfolgt die Trennung?
Tornadowirkung (vgl. Ausblasesystem 895). (Vgl. 798.) (657, 770, 779.)
Einfluß verschiedener Dichte — eine Wand gibt leicht nach (770, 779), wie bei Brisanzprüfung im Pendelbrisanzmesser (779), bei Verdämmung (861), bei Mündungsenergie (842), bei Ausblasesystem (895) (Kast 493).
Erklärung, warum bezgl. Tornadowirkung verschiedene Dichte eine besondere Rolle spielt! (Erklärung durch Interferenzen? 782.)
Welche Wirbelbewegung bekommen losgeschleuderte Blöcke, z. B. von Mauerwerk?
Tornadowirkung an festen Stoffgemengen erklärt durch verschiedene Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Ultraschallwellen wie der Schallwellen in den Medien? (491, 783, 890, 898.) (Schall in Wasser 1453 m, in Eisen 5000 m.) (s. 771.)
(Vgl. Schieferstein-Schwingungen 793.)
Defregger, R., Der mechanische Vorgang bei Explosionen. Prometheus 1899. 257.
Baulichkeiten — Fernstoß.
Bei Explosion eines Magazins mit 13 500 kg Schießwolle war Geräusch der Explosion auf 45 bis 50 km hörbar; Explosionsstoß als Erschütterung hat in 11 km Entfernung Fensterscheiben zerschlagen, bei 1600 m Fensterrahmen zerbrochen, bei 1200 bis 1400 m schwache Mauern umgeworfen, Giebel zerstört, von 250 bis 300 m Zerstörung von Landhäusern, bei 50 m völlige Vernichtung.
Bei Detonation von 10 g Grf. 88 wurde in 30,8 m Entfernung Höchstdruck von 1,48 g/cm², bei 5,89 kg in 1450 m Entfernung 1,54 g/cm² gefunden.
Beide Werte, gleichgesetzt, da wenig voneinander verschieden:

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{r_1^n}{r_2^n}$$

M_1, M_2 Sprengstoffmenge,
r_1, r_2 die entsprechenden Entfernungen.

Setzt man $M_1 = 0{,}01$ kg $\quad r_1 = 30{,}8$ m
$M_2 = 5{,}89$ kg $\quad r_2 = 1450$ m,
so ergibt sich für $n = 1{,}656$.

Die Sprengstoffmenge, die also z. B. in 500 m Entfernung denselben Druck von 1,54 g/cm² liefern würde, ergäbe sich zu $M_1 = 1{,}01$ kg.
Druck von 1,54 g/cm² wird bereits durch Wind von etwa 11,3 m Geschwindigkeit erzeugt. Derartiger Wind ist frisch, bewegt Zweige, ist aber nicht stark; denn der Winddruck, den normale Gebäude aushalten müssen, beträgt 12,5 g/cm². (Jb. Mv. 1910, 250.)
Vgl. Reichweite d. Stoßes (s. Formel 791), abhängig auch von Geländeverhältnissen.
Gebäudebeschädigung. Rißbildung (ähnlich den Rissen im Glas).
(Erschütterungsrisse an Wohngebäuden um Schießplatz herum. Wahn, Altenrath.)
Vgl. Jb. Mv. 1910, 232, 250.
(Besonders starke Risse, wenn Stoß in Windrichtung erfolgt.)
Gebäudeschutz gegen Explosionsstoß:
Erschütterungsstärke, Erschütterungsschutz. (895.)
Verwendung von Adobe-Ziegeln. (Kast 493.) Sonstige besondere Baumaterialien!
Günstig wirkt als Material Kiesbeton (s. 895), weil er beim Anprall des Explosionsstoßes leicht zerfällt, ohne große Bruchstücke zu ergeben.

Stromliniengebäude mit Drahtnetz über Dach, um Sprengstücke abzufangen. Gleichzeitig dient es als Blitzableiter, ebenso als Fangnetz für ev. Fliegerbomben. (895.)
Vgl. mit anderen Stromlinienwirkungen.
Ausblasesystem (Versuche) (s. 797, 895).
Worin besteht Wirkung d. Stoßentlastung? Innere Wirbelung?
Umwallung (s. Explosionsverstärkung durch Luftsäulen).
Breite der Sohle, Höhe, Böschungswinkel. Lage des Durchgangs. Überhöhung.
Brandmauer u. ihre den Abstand von Gebäuden verkleinernde Wirkung.
Berechnung der Abstände, die Sprengstoffabriken und Magazine von bewohnten Räumen haben müssen, Munitionsentfernungen vom Geschütz; Sprengstoffvorrat in Stollen usw. Fliegerbombenwirkung. Minimalentfernungen nach L'heures Formel berechnet: leichte Schäden bis zur Entfernung $10\sqrt{G}$, schwere bis $5\sqrt{G}$.
Ebenso Einteilung der Gebäude von Explosivstoffabriken nach Gefahrenklassen und danach Bemessung der gegenseitigen Abstände, ebenso Menge der Fertigung und Aufbewahrung.
Richtlinien für Errichtung von Sprengstoffabriken nebst Aufzählung einer Reihe von Unglücksfällen. (1908, 206.)

Wirkung des Explosionsstoßes auf Lebewesen. **799**

Empfindlichkeit d. Menschen gegen mechanische Erschütterung (Elektrotechn. Zeitschrift 1935, 1264).
Messung der Empfindlichkeit in der Fingerspitze. Feststellung der Schwellamplitude. Hier werden nicht die Muskeln, sondern die Haut erregt. (972.)
Vgl. mit Stoß auf Pflanzen — Mimosen.
Muskelverkrampfung. Vgl. Fakire — Selbsthypnose. Tierhypnosen.
Vgl. mit Knock-out-Schlag auf Solarplexus (Tiefschlag auf Bauchgeflecht) oder mit Schlag auf Sinusgeflecht am Halse (Innervierung des Herzens, vgl. mit Pendel an der Pendeluhr — Reizung, Lähmung).
Vgl. mit schockartig wirkenden Giften! Schrecksekunde. (973.)
Physiologische Explosion nach Houghton und Muirhead: Auf eng begrenzten Teil des freigelegten Rückenmarkes eines Frosches, dessen Blut- und Lymphzirkulation aufgehoben ist, eine Spur Strychnin. Nach wenigen Sekunden erfolgt, wenn leichter taktiler Reiz an einer Hautstelle ausgeübt wird, die dem vergifteten Rückenmarksegment entspricht, Streckkrampf des ganzen Tieres; wird aber beliebige andere Hautstelle gereizt, so ruft sie nur die gewöhnliche örtlich begrenzte Reflexbewegung hervor, und selbst die dem vergifteten Segment entsprechenden motorischen Apparate bleiben ruhig. Von der vergifteten Rückenmarkstelle aus und nur von dieser breitet sich die Explosion über den ganzen Körper aus, ergreift also auch alle unvergifteten motorischen Vorderhornstellen. Da dies aber nur mittels der miteinander überall durch Anastomosen verknüpften rezeptorischen Zellapparate geschehen kann, so muß in diesen der Sitz der abnorm heftigen und ungehemmten Explosion angenommen werden.
Nahstoß zerschmettert bzw. zerreißt Organe, wobei auch wie beim Fernstoß Trennung nach der Dichte erfolgt. (s. 869.) (Vgl. Z. f. Schieß- u. Sprengstoffw. 11, 278 [1916]; Oddo, Ann, chim. appl. 11, 175 [1919].)
Festigkeit des Fleisches: (vgl. Zerreißen durch Zähne wilder Tiere.)
Tornadowirkung. (s. 797, 798 — Erklärung auch 770.) Kleider vom Leibe gerissen. Mensch durch Luft gewirbelt. Fleisch von Knochen — von der Wirbelsäule, Lunge von Rippen (Kast 81). (Zerreißen der verschiedenen Knochenverbindungen, vgl. mit Gebäudeverband.) Knochen kaum gebrochen. Zerreißung innerer Organe (s. oben bei Nahstoß!) (s. 797: Tornadowirkung infolge verschiedener Geschwindigkeit der Ultraschallwellen an den Organen je nach ihrer Dichte?). Störung des Gleichgewichtssinnes? (Vgl. mit Beschleunigungsdruck. Valiers Raketenauto. Fall aus Flugzeug (Fallschirmbremse). Bewußtlosigkeit bei hohen Fluggeschwindigkeiten: Sehapparat, Gehirn können nicht mehr ausreichend mit Blut versorgt werden (s. 991, 994). (Gleichgewichtssinn — Vorhang des Sturzfliegers. 991.)
Fernstoßwirkung auf Lebewesen!
Tödliche Wirkungen durch den in der kurzen Zeit stark wechselnden Luftdruck: Tod von Menschen durch explodierende Geschosse ohne nachweisliche Spuren von

äußeren Verletzungen oder Gasvergiftungen auf die Wirkung des Luftdruckes geschoben. Nun ist einwandfrei festgestellt worden, daß durch die Explosion Luftdruck-Verminderungen bis zu 350 Millimeter auftreten können, so daß der Druck außerordentlich schnell auf etwa eine halbe Atmosphäre sinkt. Andererseits weiß man, daß bei Tauchern oder Arbeitern, die bei Bauten unter Wasser unter erhöhtem Luftdruck gestanden haben, beim durch Unglücksfälle veranlaßten plötzlichen Zurückkehren zur freien Atmosphäre Gasausscheidungen in den Blutgefäßen erfolgen. (994.) Unter dem erhöhten Druck hat nämlich das Blut mehr Luft absorbiert als beim gewöhnlichen Luftdruck. Beim plötzlichen Nachlassen des Druckes wird dieser Mehrbetrag an Gasen so schnell wieder frei, daß sich Gasblasen bilden, die den Blutkreislauf unterbrechen, wodurch der Tod herbeigeführt wird. Die Bildung dieser Gasblasen erfolgt aber trotzdem nicht momentan, sondern erst im Verlauf einiger Zeit von etwa 10 bis 20 Minuten. Andererseits ist festgestellt worden, daß ein Taucher, der zu schnell an die Oberfläche gekommen und dort nach 20 Minuten anscheinend tot umgefallen war, dadurch gerettet werden konnte, daß man ihn schnell wieder unter Wasser und damit unter erhöhten Druck brachte. Die Gasblasen wurden von neuem absorbiert, so daß der Blutkreislauf wieder einsetzte. Auf Grund dieser Erfahrungen kann es als ausgeschlossen gelten, daß die nur den Bruchteil einer Sekunde dauernde Druckverminderung bei der Explosion von Geschossen überhaupt zu einer Ausscheidung von Gasblasen in der Blutbahn führen kann. Die Ursache des Todes ist also nicht in der Druckveränderung zu suchen. (Vgl. 836, 884 — Lungenzerreißung unter Wasser.)

Körperoberfläche des Menschen beträgt etwa 10 000 qcm. Wenn auf 1 qcm 5000 g drücken, erhöht sich also der Druck bei 10 000 qcm auf 50 000 kg, das sind 50 t. Nun wiegt ein Polizeipanzerwagen 10 t. Um das Gewicht, das im Moment der Detonation von 1000 kg Sprengstoff aus 20 m Entfernung auf die menschliche Körperoberfläche drückt, zu veranschaulichen, müßten fünf derartige Panzerwagen aufeinandergestellt werden!

Luftdruckwirkung auf Gasmaskenträger 983.

Widerstehen kleine Insekten, Fliegen usw. dem Explosionsdruck, z. B. bei Explosion in Kalorimeterbomben?

Schießmomente. Sprengmomente. 8

(Ausnutzung der Explosivwirkung! Nahstoßwirkung = Wirkung auf den Körper, der vor der explosiven Umsetzung das Schieß- oder Sprengmittel unmittelbar berührte.) (790.)

Waffe und Geschoß. Innere Ballistik. 80

Laufmaterial, Laufaufbau. **800**

Material für Faustfeuerwaffen, Maschinenwaffen:
Geschütze, Kanonen (von canna-Rohr), Minenwerfer, Gewehre, Maschinengewehre, Kleinkaliberautomaten (Stettb. 221), Pistolenarten. (Flinte bei Schrot, Büchse bei Kugel.)
Stahl, Bronze.
Formeln für Laufstärken (Winkler — Krupp — Kaiser) für elastische Dehnung der Rohrwandung. (Cranz II, 143.) (850.) (Rohrwiderstand 766.)
Festigkeitserhöhung:
Härteverfahren bei Stahl, Anlassen, Abschrecken in Öl.
Aufschrumpfen von Mantelrohr auf Kernrohr.
(Vgl. mit Hartglas, mit Ullmannrohr im [Name!] Schießofen.) (Dickwandige Einschmelzrohre halten ca. 120 atm aus, höheren Druck, wenn man von außen durch Verdampfen von Äther, Benzin usw. oder durch CO_2 Gegendruck erzeugt. S. bei Materialprüfung!) (896.)
Lagenrohr, loses Futterrohr, Schleudergußrohr. (V. d. I. 1935, 1323.)
Englische Stahldrahtrohre nach Longridge vgl. 815!
Seelenlänge — Seelenachse.
Geraderichtung der Rohre: Aufwärtskrümmung der Laufenden gibt Hochschuß! (s. 838.)
Kaliber — Rohrweite, besser Rohrenge. (Wehrtechn. Monatsh. 1935, 221.)
Züge (s. Drall). (834.)
Züge als Vertiefungen in Laufmaterial der Seele eingeschnitten, rechteckig, konzentrisch, muldenförmig, bogenförmig usw. Besonders günstig Polygonalzug mit abgerundeten Ecken bzw. Kanten, bei welchem der Übergang von Zug zu Feld durch eine sehr allmählich verlaufende Bogenlinie gebildet wird. Besondere Form der Züge beim Minenwerfer.
Züge vergleichen mit gerippten Ventilatorgehäusen usw. (834.)
Sonderform der Turbinenkanone, bei der Pulvergase wie Dampf auf Turbine wirken. (808, 816.)
Konischer Lauf (vgl. 808).
Verschluß: Arten. (Schrauben-, Keil-, Schubkurbel-, Leitwell-.)
Prüfung auf Gasdichtigkeit. (Cranz III, 322.) (803.)
Mehrläufer. (Verbindung der Läufe?)
Orgelgeschütz — Mittelalter. Mitrailleuse.
Abzugseinrichtung. Sicherung. (Selbstspannersicherung.) Schlagbolzen.
Lafette (vgl. Rückstoß 816). (Rundumlafette.)
Lagerung des Rohrs auf der Lafette (Zapfen).
Visiereinrichtung. Flak-Kommandogerät.

Laufbeanspruchung beim Schuß. **801**

Einwirkung von Wärme und Gasdruck gleichzeitig. (Vgl. mit heißgelaufenen Lagern.)
Allmähliches Abschleifen der Züge im Übergangskegel zwischen Laderaum und gezogenem Rohrteil, wodurch Geschosse weiter vorwärts in Züge hineingeschossen werden. Vergrößerung des Verbrennungsraums, Verringerung des Gasdrucks, kürzere Schußweiten. (835.)
Abschabung, Abtreibung durch physikalische und chemische Einwirkung.

Physikalische Veränderung:
Dimensionsänderung durch Wärme. (Vgl. 614 Lauferwärmung!)
Klettern der Geschosse = Überschießen des Ziels infolge Laufausdehnung. (808.)
Chemische Veränderung.
Korrosion (vgl. 615 usw.).
Härteveränderung. Zusätze von Grafit im Rohr zur Verhinderung. (Cranz II, 159.) (Veränderung des C im Stahl.) (Nitrierhärte!)
Welche Verbrennungsprodukte wirken besonders auf Rohrmaterial? Schw.-P., Rschw. P.
Laufkühlung beim Maschinengewehr mit Kühlflüssigkeiten. (Gase nicht brauchbar.) (671.)
Lebensdauer der Geschütze, Gewehre. (615 — Formeln Cranz II, 158.) (616.)
Besonderes Geschütz: Accelerationskanone.
Laufsprengung durch Treibmittel. (Vgl. Rohrdetonierer 876.)

802 Patrone — Kartusche.

Hülsenherstellung. (Pappe, Metall.) Rändelung der Patronen, Einzug am Geschoßansatz.)
Messinghülsen mit Stahlboden, Stahl-Eisenhülsen.
Patronenhülsen aus Pappe mit Metallboden für Jagdpatronen. Ähnlich für Leucht-, Signalmunition.
Physikalische Prüfung, Abnahmebedingungen:
Abnahme von Näpfchen, aus denen Hülsen hergestellt werden (Jb. Mv. 1902, 219): Näpfchen werden mit vorher hergestelltem, genau passendem Bleizylinder gefüllt, darauf aus best. Höhe — 40 cm — 20 kg Gewicht fallen gelassen: Aufbauchung bzw. Aufreißfigur gemessen.
Härteprüfung an Patronen und Geschossen. (Jb. Mv. 1905, 255.)
Wasserdruckprobe bei Patronenhülsen. (Jb. Mv. 1905, 246.)
Hydraulische Druckprüfung von Patronenhülsen, um Reißer zu erkennen. (Apparatur Jb. Mv. 1902, 133.) Schneller durchführbar als Zerreißprobe: in Form geben, mit Wasser gefüllt, Stempel darauf, Fallgewicht aus best. Höhe darauf fallen lassen.
Sublimatprobe bei Hülsen. (20 St. in Sublimatlösung 1,5 : 1000. Auftreten von Rissen. Jb. Mv. 1905, 247.)
Chemische Prüfung: Analyse. Messing mit 72 % Cu (im Kriege 67 %).
Prüfung des festen luftdichten Verschlusses zw. Geschoß und Patronenhülse: von letzterer Boden mit Zdh. abgestochen, Pulver heraus, Luftdurchlässigkeit der Hülse geprüft, nachdem in luftdichte Apparatur eingesetzt. (Jb. Mv. 1905, 241.)
Geschoßzugkraftmesser. Festsitz des Geschosses. (807.)
Präzisions-Pulverlademaschine.
Fertig geladene Patrone kann beim Fallenlassen auf Boden losgehen? Bei Schrotpatronen beobachtet. (s. 832.) (Vgl. 816.)
Dieselben Momente wie eben für Geschützkartuschen:
Patronenkartusche = Kartusche mit einer einzigen Ladung u. daraufsitzendem Geschoß (Feldartillerie). Beutelkartusche mit verschiedenen Kartuschbeuteln (1., 2. ... Ladung). Besonderes: Frühere Kartätschhülse.

803 Patronenhülse, Kartusche beim Schuß.

Liderung = Begegnung des Drucks der Schußgase auf Patronenhülse.
Dichtigkeitsprüfung nach photographischer Methode. (Cranz III, 322.) (800.)
Durch Druckwellenpendelung im Gewehr kann Geschoßhülse eingebeult oder gestaucht werden. Wichtig in bezug auf Hülsenmaterial: Annähernde Proportionalität zwischen Geschoßzugkraft (Leistners Zugkraftmesser) und Gasdruck sowie Geschoßgeschwindigkeit. Bei mangelhafter Abdichtung durch Hülse verursachen vorbeigehende Gase Ausbrennungen am Rohr (vgl. Beschleunigungsdruck bei Geschoß 808.)
Erwärmung der Kartusche beim Schuß, verschieden stark je nach Lage derselben, s. bei 614!
Nachweis geringer Mengen Hg vom Schuß her. (Jb. Mv. 1907, 216.) Innenwände der Kartusche abgeschabt, Schabels in HNO_3 gelöst, mit KCN versetzt, bis Trübung verschwindet, Hg elektrolytisch abgeschieden. Dazu Platinstift mit Kupferkugel, auf

der schwammiges Cu niedergeschlagen ist. Hg in dem elektr. niedergeschlagenen Material spektrographiert.
Wiederverwendung bereits einmal beschossener Kartuschen. (472: Wiederverwendung von Schlagzündschrauben.) (892.)

Geschosse für Handfeuerwaffen. **804**

Material-Abnahme, Verarbeitung.
(Cu, Cu-Niplattierte Doppelmantelgeschosse, Bleikern.)
Geschosse ohne, mit Führung, ohne, mit Rotation.
Kaliber.
Form. (Vgl. mit früheren Kugeln!)
Formwert: (Vgl. mit Form der Bunsenflammen, mit Form der Fulguriten.)
Rund-, Lang-, Spitzgeschosse. Ogivale Geschosse. Paraboloidgeschosse. Rundkopfgeschoß. (Vgl. 833: Paraffinschleppmodelle im Schiffbauversuch.)
(10-Kaliber-Langgeschoß von Charbonnier.)
Form der Geschoßspitze: konische, elliptische Bogenspitze. Leichtes Abfließen der Luft (Spitzbogen-, Kegelform). Luftwiderstand (s. 833). (Vgl. Stromlinien-Auto, Zeppelinprofile, Schienen-Zeppelin.) Glatte Geschoßoberfläche (keine Ecken am Geschoß), möglichst schmale Führungsbänder, wodurch Zusammenfließen der Luftteilchen hinter Geschoß begünstigt wird. Temperaturerhöhung der in den leeren Raum einströmenden Luft infolge der Reibung an den Seitenflächen des Geschosses; bis 47° gemessen. (808.) Stromlinienkörper — Abflußlinien (833, 834, 836).
Spitzenkoeffizient bei verschiedener Kopfform. (Cranz I, 84.) Augustsche Geschoßspitze. (Cranz I, 91.) (Konisches Geschoß. 808, 836.)
Infanteriemunition: S-Geschoß: scharfe Spitze, kurzer, aber verstärkter Führungsteil; Gewicht 10 g gegen 14,7 g beim Geschoß 88. (Französische Balle D = 5 Kaliber Länge gegen 3,5 Kaliber Länge beim S-g. Ball D aus Cu!) (Lampe, Bemerkungen zu der Frage nach der günstigsten Form der Geschoßspitze gemäß der Newtonschen Theorie. Verh. d. Phys. Ges. 119—124, 151—162, 1901. Kneser, T., Ein Beitrag zur Frage nach der zweckmäßigen Gestalt der Geschoßspitze. Tech. d. Math. u. Physik (3) 2, 267—278 (1902).
Untersuchung des Geschoßkrümmungswinkels mit Sphörometer (Jb. Mv. 1910, 221.)
Profilprüfung im Windkanal.
Schwerpunktslage.
Schwerpunktsermittlung bei Geschossen. (Cranz III, 21: Statisches, dynamisches Auswuchten.)
(Bei alten Vollkugeln Feststellen des Schwerpunktes durch Abwiegen in Hg.)
Bei üblicher Geschoßform Schwerpunkt hinter, Mittelpunkt des Luftwiderstandes vor Mitte der Geschoßachse. Versuch mit Korken: vorne, Mitte, hinten mit Bleikugeln beschweren: Schwerpunktsverschiebung.
Querschnittsbelastung (Querdichte) $Q = \frac{\text{Geschoßgewicht}}{\text{Geschoßquerschnitt}}$
(Q bei Gewehren nicht mehr als 32,
Feldgeschützen 50, größten Geschützen 500—600 $\frac{g}{qcm}$.)
Bei ähnlichen Geschossen gleicher Dichte verhalten sich Querschnittsbelastungen wie ihre Durchmesser. Je größer Q, um so weniger büßt Geschoß an Geschwindigkeit ein; deshalb tragen Geschütze immer weiter als Gewehre; ferner Q um so größer, je länger Geschoß im Verhältnis zum Durchmesser und je höher spezif. Gewicht des Werkstoffs.
Bewegungsgrößen und Querschnittsbelastung. Vgl. Huberths Geschoßwaage (832): Luft am Geschoß vorbeibewegt.
Kugelauslesemaschine.
Kugelfallprobe (umgekehrtes Skleroskop).

Besonderes bezgl. Geschosse für Handfeuerwaffen. **805**

Lichtspurgeschosse mit Führungsband.
Infanteriebrandmunition — Laborierung (Zünder).
Gewehrgranaten mit Flugrichtungs-Steuerflügeln. (874.) (Stettb. 214.)
Explosivgeschosse (auf Raubgroßwild). (Stettb. 213.)

Jagdexpansionsgeschoß (Stettb. 212). (852.)
Doppelgeschosse aus verschiedenen Metallen (Wo): Verschiedenes spez. Gew. (Schwerpunktslage!).
Gerlichgeschoß (s. dort). (Hinweis auf Kork-Stopfnadel-Prinzip.)
Ludendorffs hüllenloses Projektil (Stettb. 213.) (807.):
Statt Patronenhülse sitzt Treibladung in einer am Ende des Geschosses angebrachten Vertiefung (vgl. Tesching). (Besondere Strömungsverhältnisse bei diesem Geschoß am Ende? Doppelgeschosse aus ineinandersteckenden Geschossen = zwei hintereinandergeschachtelte Geschosse, von denen das hintere mit der Spitze in eine genau ausgesparte Öffnung des vorderen greift.
Propellergeschoß?
Flintenschrot — Herstellung. (Fallenlassen über 50 m.) (140, 141.)
(Erhöhung der Oberflächenspannung des Bleis durch Arsenzusatz.) (Siebguß.)
Giftwirkung arsenhaltigen Bleis auf Lebewesen? (s. 859.)
Kartätschkugeln (Mitrailleuse). (807.)
Harpuniergeschosse für Harpunengewehre. (Vgl. Raketen.) (844.)
Platzpatronen. (808, 848.)

806 Geschosse für Geschütze.

Brisanz-Granaten.
Gleiche Momente wie bei Gewehrgeschossen.
Material. Verarbeitung. (Grauguß — Stahl.) Panzergranaten 852, 788.
Besondere Preßverfahren (Ehrhardt).
Formwert.
Schwerpunktslage.
Querschnittsbelastung.
Fuhrung des Geschosses (Rohstoffmomente):
Führungswulst, Zentrierwulst.
Führung aus Kupfer, Messing, Zink, Kupferpanzer (Kupferband mit weichem Eisenkern), Elektrolyteisen, Weicheisen. (Faboführung.) (Papier-, Pappeführung.)
Bei Zinkführung Flammenschutz durch besonderen Pappschutzdeckel zwischen Geschoß und Ladung.
Laborierung der Brisanz-Geschosse (s. bei Nitrokörpern).
Festlegung der Brisanzladung (ev. in Papphülsen).
Paraffin-Haftax-Asphalt-Auskleidung. Vgl. Auskristallisation auf Paraffinpapier. (351, 352.)
Zünder (s. 469, 474).

807 Besonderes bezgl. Geschosse für Geschütze.

Besondere Brisanzgeschosse — Shrapnell.
(Boden-, Mittel-, Kopfkammer-, Hülsen-, Wellen-.)
Kugelmaterial: Blei, Hartblei, Stahl, Wolframstahl. Spezif. Gew. der Kugeln. Kugelzahl: 300—600.
(Material früher bei Kartätschen.)
Festlegemittel: S, Kolophonium, Paraffin-Kolophonium, Pech, Rohnaphthalin, Haftax (Radebeul). (5 Teile Gips und 6 Teile Erdwachs für Kartätschen.)
Lagerungsform der Kugeln.
Kartätschgranate. (Stettb. 405.) (s. 805.)
Komplizierte Schußwirkung beim Verschießen der Kugeln während des eigenen Fluges. Ladung Schw.-P., Nitrokörper unbrauchbar, da sie die Hülle auseinandersprengen, wodurch Teil der Wirkung verlorengeht.
Panzerdurchdringungs-Geschoß. (Stettb. 214.) Tankabwehrgeschosse. (788.) (852.)
Schwerpunktslage beim Einlaborieren des Zünders verschoben?
Doppelgeschosse aus zwei Einzelgeschossen, die zusammengeschoben werden?
Hüllenloses Projektil nach Ludendorff (s. 805).
Geschosse mit Bremswiderstand (Malandrin). Gerlichgeschoß.
Turbinengeschoß — Explosionsgasturbine. (119.)
Propellergeschoß nach Art des Schienenzeppelins!
Brandgranaten. Klebkugeln im Mittelalter, mit Werg umwickelte Kugeln. (Vgl. Brandfackeln, durch Tiere vorwärts getrieben.) (s. 535.)

Nebel-Rauchgeschosse 875. Giftstoffgeschosse (s. 960).
Lichtspur — Leuchtgranaten (s. 560, 580).
Einschießgeschosse.
Besondere Führung der Geschosse:
Anlegen eines Blei-, Zinndrahtes an Geschoß, welches sich beim Gang durch die Züge in diese einpressen und mit dem Kupfer der Führungsringe eine Hartbronze geben soll. (617.) (Druck, Temperatur?) Andererseits Zinn-, Bleiringe als Zusatzringe zum Schutz der Rohre gegen Verkupferung.
(Spätere Rohrreinigung mittels Cr-H_2SO_4.)
Geschoßzugkraftmesser. — Festsitz des Geschosses. (s. 802.)

Geschoßbeanspruchung beim Schuß. **808**

Beanspruchung bei Gewehrgeschossen, Maschinengewehrgeschossen, Geschützgeschossen, Sondergeschossen.
Erwärmung der Geschosse (vgl. Lauferwärmung).
Klettern der Kugel = Überschießen des Ziels infolge der Lauferwärmung. (801.) (Vgl. Geschoßerwärmung bei 614!)
Temperaturerhöhung der in den leeren Raum einströmenden Luft infolge Reibung an den Seitenflächen des Geschosses: bis 47° gemessen. (804.)
Messung der Geschoßerwärmung: Hineinschießen in Kalorimeter beim Verlassen des Rohrs. (Abziehen der Wasserreibung!)
Geschoßreibung im Gewehrlauf (Jb. Mv. 1907, 183):
Prüfung: Geschoß wird durch Stempel hydraulisch bewegt, nicht ruckweise. Geschwindigkeit weniger als 1 mm beim Vortrieb.
s = Geschoßweg in cm. p kg notwendig zum Einpressen in Züge bzw. zur Überwindung der Reibung an Seelenwand. (Einpreßwiderstand.)
Lage s des Geschosses beim Moment des Einpressens in die Züge nicht identisch mit Lage s_1 bei eingesetzter scharfer Patrone; denn $s_1 = s + 1$ cm, da Geschoß 1 cm zurücklegt, ehe es aus Patrone in Züge übergeht.
Um den zur Überwindung der Reibung nötigen Gasdruck in kg/cm² zu erhalten, muß man p durch Geschoßquerschnitt dividieren.
Für Geschosse M 88 ist

$$P = p/0{,}51, \text{ für S-Geschoß } = p/0{,}53.$$

Zum Einpressen in Züge ziemlicher Druck notwendig, der aber nach mehrmaligem Beschuß erheblich abnimmt: Aufbauchung des Laufs bzw. Abnutzung der Felder. Reibungsarbeit in Zügen (s. 840). (Hänert, Wehrtechn. Monatshefte 1935, 244.)
Messung mit Pendelkanone.
Messung der Geschoßreibung nach Cranz-Schardin. (Z. techn. Physik 1932, Nr. 2.)
Besondere Einpreßerscheinungen beim Gerlich-Gewehr. (Stettb. 215.)
Bodendruck — Beschleunigungsdruck. (s. 485.)
Für Beanspruchung des Sprengstoffs bei Abschuß maßgebend Größe des Beschleunigungsdruckes auf Geschoßboden (803):

$$P = \frac{p \cdot Gs \cdot pg}{Gg \cdot ps}$$

p = Maximaldruck im Rohr.
Gs, Gg = Sprengstoff- bzw. Geschoßgewicht.
ps, pg = die entsprechenden Querschnitte.

(Formel gilt nur bei vollkommener, praktisch kaum erfüllter Auflage des Sprengstoffs auf Geschoßboden.)
Absichtlich Sprengstoff im Geschoß so festgelegt, daß Geschoßwand Teil des Bodendrucks abfängt; für verschiedene Sprengstoffe festgestellt, welchen Beschleunigungsdruck sie ohne Detonation auszuhalten vermögen ($^1/_7$ bis $^1/_8$ davon als zulässige Grenze angenommen, z. B. für Knallquecksilber 25, Nitroglyzerin 160, Pikrinsäure 640, Trinitrotoluol 800). Beschleunigungsdruck hat auf Sprengkapselsatz keine Wirkung; denn unter der Voraussetzung, daß für das E-Geschoß Maximalgasdruck = 400 kg/qcm, Geschoßgewicht = 6,85 kg, Geschoßquerschnitt = 46,6 qcm, berechnet sich als Beschleunigungsdruck, den die unterste Schicht des Knallsatzes bei einer Oberfläche von 0,51 qcm durch sein Gewicht (1,5 g) beim Schuß erfährt, zu

$$p = \frac{4000 \cdot 1{,}5 \cdot 46{,}6}{6850 \cdot 0{,}51} = 80 \text{ kg (Jb. Mv. 1909, 26.)}$$

Dieser Druck ist erheblich geringer als der, mit dem Knallsatz in Sprengkapsel eingepreßt wird (ca. 270 kg). (876.)

Sprengstoffart	Mittelwert eines Auftreffschlages pro qcm, bei dem der Sprengstoff gerade explodiert	Mittelwert der dabei wahrscheinlich erreichten Schlagkraft (Beschleunigungsdruck) kg/cm²
	1	2
Knallquecksilber	0,1	200
Bleipikrat	0,5	1000
Schießbaumwolle	0,4—3,0	800—6000
Donarit	2,0	4000
Ammonsalpeter	4,0	8000
Schwarzpulver	2,4	4800
Nitroglyzerin	0,6	1200
Pikrinsäure	2,4	4800
Trinitrotoluol	3,0	6000
Dinitrobenzol	3,5	7000
Ammonal	2,4	4800
Perchlorat-Sprengstoff	2,4	4800

In Spalte 2 Kraftgrößen in kg pro qcm, denen man Sprengstoffe überhaupt im Maximum unterwerfen kann, bis zu denen man beim Schuß nicht gehen darf. Auf Grund zahlreicher Versuche, Erfahrungen, Berechnungen usw. 7½facher Sicherheitsfaktor (s. o.!) angenommen.

Lose im Geschoß eingesetzte Sprengladung erleidet gleichen Beschleunigungsdruck durch Pulvergase an Bodenfläche der Sprengladung wie Geschoß selbst (Voraussetzung, daß sie mit ihrer ganzen Masse fest dagegen drückt). Durch geeignete Laborierung erreicht, daß lose Sprengladung an Wandungen des Geschosses festgekittet wird, daß sie nicht mehr mit ganzem Gewicht gegen Bodenfläche drückt, sondern teilweise von Geschoßwand getragen wird. (Choc-Sicherheit.)

Weg des Geschosses im Rohr, vgl. mit Geschoßgeschwindigkeit. (Registrierapparatur.) (Vgl. mit Flugbahnkurve außerhalb des Rohres 835.) (Vgl. konischer Lauf 800, 841, 842.)

Sonderbewegung bei der Turbinenkanone. (800.) (816.)

Deformierung von Geschossen beim Verlassen der Mündung. Abhängig vom spezif. Gew. des Geschoßmaterials, Verformung besonders groß bei Blei-Flintenschrot. (Vgl. Sandzerschmetterung bei der Brisanzprüfung.)

Versuche mit Sand, Schnee, besonders mit Wasser als Lauffüllung (s. 847).

Holzpatronen als Platzpatronen. (s. 848.) (805.) (Holzarten.) Pfropfen aus Kälberhaaren. Kugel aus Bi-Amalgam.

Rohrkrepierer s. 877! (878!) (Vgl. Schnellzündschnur 467.)

Hohlladung (vgl. Hohlraumschießen 786). (Cranz II, 153: Versuch, ein steckengebliebenes Geschoß mit Patrone ohne Kugel herauszuschießen, gibt unerwartet hohe Drucke, Aufbauchung des Rohrs unmittelbar hinter dem Geschoßboden. Nur bei Hinterzündung (476). Erklärung durch Explosion der Pulverkörner, ferner durch Vieillesche Druckwellen. (766.) (815.)

809 Untersuchungen an Waffen, Geschossen nach dem Schuß.

Waffen-(Züge-)Untersuchung bei Mord.
(Feststellung von Scharten, Riefen usw.)

Eindringtiefe von Geschossen usw. s. 850. — Rückschluß auf Schußentfernung, Schußrichtung.

Feststellung von Blei- oder Cu-Spuren bei Mord. (Untersuchung mittels Dithizons = Diphenylthiocarbazon C_6H_5N: $N \cdot CS \cdot NH — NH — C_6H_5$).
(Verformung von Geschossen beim Einschuß in tote, lebende Körper s. bei Durchschlagskraft der Geschosse!)

Erwärmung des Geschosses beim Flug durch die Luft. (833.) (s. Meterverwärmung 833, 506, 784, 850.) (Wehrtechn. Monatsh. 1935, 228.)
Auffindung von Blindgängern im Erdboden.
Durch As-haltige Bleikugeln (Flintenschrot) kommt eine As-Vergiftung im Tier- oder Menschenkörper nicht zustande.

Rückstoß bei gerichteten Explosionen. 81

Rückstoß als allgemeine physikalische Gegenwirkung. 810

Segners Wasserrad. Wärmerad nach Segners Prinzip, elektrischer Wind. (935.)
Meßapparatur zur Rückstoßmessung bei ausströmenden Gasen, Dämpfen. (Z. physik. chem. U. 9, 167 — 1896.)
Bewegung des Natriums, Kaliums auf Wasser resp. auf anderen Flüssigkeiten! Schnelligkeit der Bewegung, Zickzackwinkel, Zeit usw. abhängig von Menge des Na, K. (020.) Temperatur. Spezif. Gewicht der Flüssigkeit.
Rückstoß bei Flüssigkeiten anläßlich der Brownschen Molekularbewegung. (Versuch mit dem sogen. Paraffinfisch!)

Rückstoß bei gerichteten Sprengstoffen. 811

Untersuchung, ob bei irgendwelchen Sprengmitteln eine Rückstoßwirkung auf das Bohrlochmaterial stattfindet.
Jeder Rückstoß ist ein Schwadeneffekt. (130, 731.) (789.)
Messung mit Pendelbrisanzmesser (s. u. bei Schießmitteln). (779.)
Besonderes Meßgerät nach Valier (s. Raketen). (820.)
Bogenschlag bei Schnellzündschnur. (466.)

Rückstoß gerichteter Zündmittel (Sprengmittel). 812

Hier nicht das fest im Gestein usw. verankerte Bohrloch, sondern eine Hülse wie bei Sprengkapseln, die zwar fest mit dem Sprengmittel verbunden ist, aber mehr Beweglichkeit hat als dort.
Messung mit Pendelbrisanzmesser (s. 811).
Rückstoßwirkung bei einer Patrone außerhalb des Laufs: Entzündet durch Feuer in einem Kasten, Geschoß liegen geblieben, Hülse durch 10 m entfernte Fensterscheibe geschossen. Hier bleibt Geschoß liegen wie sonst der Lauf, die leichtere Hülse fliegt fort. (Vgl. 802, 832.)

Rückstoßwucht bei Ausstoß von Feuerwerkskörpern (Leuchtsternen). 813

Rückstoß bei verschossenen Leucht-Signalpatronen:
Leuchtsterne, ebenso Signalsterne auf irgendeinem Punkte der Bahn durch Treibladung aus Hülse von Zink, Pappe usw. ausgestoßen. Rückstoßmessungen — wird Hülse dabei zerrissen?
Rückstoß bei nicht verschossenen Lustfeuerwerkskörpern, bei denen Rückstoßwucht zu Bewegungen derselben ausgenützt wird! Sonnen, Feuerräder, die sich infolge des Rückstoßes drehen! (567, 587.) Raketen s. 820.

Rückstoß bei Gasexplosionen. (Vorläufer des Waffenrücklaufs.) 814

Im Gegensatz zu 811, 812, 813 bleibt hier bei Explosion Führungskörper — Glaszylinder — wie Waffenlauf erhalten.
Versuche mit Zylindern, in denen verschiedene Gasgemische zur Explosion gebracht werden. (Ohmann.)
Explosionen von: Gasen, Nebel, Stäuben! Gemischen dieser Arten.
Messungen der Rückstoßwucht durch Ausschlag auf einer Federwaage.
Feststellung von Gesetzmäßigkeiten?

Widerstandsfähigkeit des Waffenmaterials. Laufvibrationen. 815

Demonstration der Plötzlichkeit der Stoßwucht beim Abschuß und der Intensität derselben; Berechnung des Widerstandes, der vom Material geleistet werden muß! (800.)

Widerstandsfähigkeit des Laufmaterials messen mit besonderen Instrumenten der Materialprüfung. (Cranz III, 176.)

Widerstand des Geschützmaterials demonstrieren an Reagensglas, das mit einer erstarrten Schmelze von z. B. Fp. 02 ausgefüllt ist. Druck messen, bei dem es bricht. (s. Glas beim Widerstand gegen Gewehrkugel!) (850.)

Drahtgeschütz (Grimschl II. Aufl., p. 111): Außerordentlich hoher Druck, den eine Garnspule oder Drahtspule durch aufgewickeltes Material auszuhalten hat: die Drücke sämtlicher Windungen addieren sich. Zur Berechnung des Gesamtdrucks muß man Druck jeder einzelnen Windung mit der Windungszahl multiplizieren! (800.)

Nachweis der Vibrationen des Laufs bei Pistole, Gewehr, Lang-Kurz-Geschütz: Nach Cranz schießen kleinkalibrige Gewehre genauer, weil Vibrationsschwingungen kaum zur Ausbildung gelangen!

Deutsches Ferngeschütz (Rausenberger-Eberhard) schwankte nach Abschuß ca. 2 Min. lang wie eine Garbe im Winde. (Valier.) (Mündungsbremsenwirkung 818.)

Besondere Schwingerscheinungen an der Waffe: Längs-, Quer- und Drehschwingungen. Versuche von Vieille in langen, an Schnüren aufgehängten Röhrenbomben: Periodische Schwankungen. (Cranz II, 152.) (766. 808.)

Photographische Festlegung der Laufschwingungen. (Cranz III, 279.)

816 Rückstoß bei Waffen. Lafette. (Messung).

Waffenarten: Pistole, Gewehr (Gerlichgewehr). (Cranz II, 374.)

Kanone, Haubitze, Mörser, Minenwerfer, Leuchtpistolen.

Gasdruck, der Geschoß nach vorn treibt, dehnt Laufwände elastisch aus und stößt, gegen den Verschluß wirkend, die Waffe zurück. (Vgl. mit aus Boot springendem Menschen: Boot weicht um so stärker zurück, je schwerer Mann = Geschoß, je schneller Sprung = v_0, je leichter Boot = rücklaufende Waffenmasse ist.)

Gewehr fliegt beim Rückstoß hoch, besonders bei kurzem Lauf!

Versuch nach Grimsehl mit Doppelgeschütz resp. Doppelgeschoß!

Ausschlagmessungen!

Bewegungsgröße = Produkt aus bewegter Masse M und Geschwindigkeit v für beide Bewegungen gleich:

$$M \cdot v = M_r \cdot v_r.$$

Dabei ist laufende Masse $M = G/g$ ($g = 9{,}81$ m) (G = Geschoßgewicht), $M_r = G_r/g$ (G_r = Gewicht der rücklaufenden Teile der Waffe).

Wegen Nachwirkung der Pulvergase ist Gewicht der vorlaufenden Teile um Bruchteil β der Ladung L zu vermehren, also:

$$v_r = \frac{(G + \beta \cdot L) \cdot v_0}{G_r}$$

als höchste Geschwindigkeit der rücklaufenden Teile der Waffe. (Nachwirkung des Pulvers. Messung mit Pendelkanone.) (Vgl. 767, 789, 808, 840.)

Nach mechanischem Ausdruck für die Energie ist:

$$E_r = 1/2\ M_r \cdot v_r^2.$$

Faktor β ist entsprechend der Größe des Mündungsdrucks für Handfeuerwaffen = 0,5 bis 1,2, für Geschütze = 2—3.

Rückstoß bei Infanteriegewehren steht nicht in einfachem Zusammenhang mit der lebendigen Kraft, welche die Pulvergase auf die völlig ungehemmte Masse des Gewehrs zum Ausdruck bringen würden. (Jb. Mv. 1910, 207.)
(Vgl. Gasdruck und Mündungsenergie!)

Rückstoß am bedeutsamsten für Waffen mit großer v_0, die im Gewicht beschränkt bleiben müssen, also für Handfeuerwaffen, Feldkanonen, Flak.

Rückstoß wirkt so lange, bis Druck im Rohrinnern durch Ausströmen der Pulvergase aus der Mündung auf den Druck der Außenluft gesunken ist; diese Zeit beträgt bei Geschützen mit großer Ladung ein Vielfaches der Durchlaufzeit des Geschosses durch Rohr.

Besondere Rückstoßmomente an Lafette (Lafettensporn). (818.)

Rückstoß bei der Turbinenkanone. (800, 808.)

Meßmethoden:

Seberts Velocimeter-Konstruktion.

Gesetzmäßigkeiten, besonders hinsichtlich des verwendeten Pulvers. Sonstige Gesetzmäßigkeiten.
Rohrbewegungsmesser nach Rumpff.
Messungen mit ballistischem Pendel — Pendelbrisanzmesser (s. o.). Gesetzmäßigkeiten! (Vgl. andere Rückstoßmessungen bei Mündungsenergie.)

Physiologisches Moment des Rückstoßes. **817**

(Vgl. mit Moment des Sehens bei Explosionsfeuer, Knallempfindungen bei Explosionsknallen usw.)
(Psychotechnische Prüfungen!)
Rückstoßmessungen an Schulter des Schützen (Cranz, Z. Schieß-, Sprengstoffw. 1935, Nr. 7): Wirkung auf Körper hängt nicht von Maximaldruck allein, sondern vom ganzen Druckverlauf ab, da bekanntlich Druck um so fühlbarer wird, je länger er auf Körper lastet. (Jb. Mv. 1910, 207.) (972.)
Anwendung des Weber-Fechnerschen Gesetzes: Bei an sich schon starken Reizen macht eine Änderung nicht soviel aus wie bei kleinen Reizen. Proportionalität zum Logarithmus der Reizung.
Vgl. mit Geschoßwucht: Welche Wucht macht Menschen gefechtsunfähig? (859, 877.)

Abschwächung, Ausnützung des Rückstoßes bei der Waffe selbst. **818**

Mündungsbremsen schwächen den Rückstoß ab: Man läßt die hinter dem Geschoß herströmenden Gase auffangen und ablenken durch turbinenartig ausgestaltete Stoßflächen, die mit dem Rohr starr verbunden sind. Die Gase bewirken Zug nach vorn, der dem Rückstoß entgegengesetzt ist und ihn um so mehr aufzuheben vermag, je weiter die Gase an den Stoßflächen nach hinten umgelenkt werden. (Etwa 45 % der Rückstoßenergie können so vernichtet werden!)
Die schwere Mündungsbremse kann Rohrschwingungen (s. 815) ungünstig beeinflussen und Streuung vergrößern! Während Geschoß die Mündungsbremse frei durchfliegt, stoßen die nachdrängenden gespannten Pulvergase u. U. in unregelmäßigen Wirbeln am Geschoß vorbei, können dadurch Pendelungen verursachen, die ebenfalls die Streuung vergrößern.
Vorholer bei Geschützen.
Welcher Bremsstoß wird bei Lafetten ausgeübt? (s. 816.) (819.)
Selbstladeprinzip bei Gewehren. Rückstoßdämpfer. Rückstoßverstärker.

Besondere Rückstoßverwertung bei Explosionen. **819**

Bremsung von aufsetzenden Flugzeugen durch einen Rückstoß gebenden Explosivkörper, der am Sporn des Flugzeuges angebracht ist.
(Vgl. o. Bremsung bei Lafette, s. 818.)
(Vgl. dazu Bremswirkung bei Eisenbahn, z. B. bei den Klotzbremsen, Größe des ausgeübten Stoßes, vgl. mit Stoß der Sprengstoffe, s. bei Stoßwirkung der Sprengstoffe!)

Raketen (Ausnützung des Rückstoßes). 82

Vorläufer der Raketen mit Pulverantrieb. **820**

Rochette = Spindelchen (Stettb. 43).
Feuerwerksfrösche. (566.) (813.)
Lanzen des ungestümen Feuers in China. (Vgl. Vorläufer des Granatwerfers 871.)
Rückstoßbewegung und Knall.
Rückstoßmeßgerät in Form einer Dezimalwaage nach Valier. (811.)
Schwadeneffekt (s. 130, 731, 789, 811).

Raketen mit einmaliger Stoßladung — Verdichtungsart. **821**

Massive Branderraketen — hohle Seelenraketen.
Größe, Form der Seele. Dimensionen der Zehrung.
Treibstoff meist Schw.-P. besonderer Qualität (Bedingungen!)
(Warum kein rauchschw. P.? Vgl. bei Satzringen 474.)
Verdichtung des möglichst gasreichen Pulvers:
Durch steigende Kompression wird i. A. Verbr.-Geschw. gesteigert, aber sie kann

gerade bei Raketen zurückgehen, weil schließlich durch Kompression gewissermaßen ein einziges Korn entsteht, mit steigender Korngröße aber Verbr.-Geschw. abnimmt (Valier).
Verdichtung geschieht durch Schlagen des Pulvers um Dorn! Verdichtungsstärke berechnen! Rolle der dabei verdichteten Luft — adiabatische Kompression — vgl. Explosion beim Pressen von Nitrokörpern. (350, 2.) (285.)
Schwerpunktsverlagerung nach Abschuß — s. u. bei Führung!
Gefährlichkeit von Rissen (Haarrisse) im Pulversatz, da Vergrößerung der Brennoberfläche (Valier) Erreichung der Explosionsgrenze!
Auspuffgeschwindigkeit der Raketengase (s. 789, 158).
Beim Brander wächst Brenndauer mit Länge des Satzes, bei der Seelenrakete mit dem Kaliber resp. mit Wandstärke des Pulversatzes.

822 Raketen nach Stufenprinzip.

Schichtweise Verbrennung: dauernd gesteigerte Verbrennungsgeschwindigkeit.
Verschiedene Mengen Pulver mit bestimmtem Preßdruck an, in der Rakete untergebracht. Verschiedenartige Zündungen der einzelnen Ladungen, verschiedenartige Zunahme der Treibkraft der Rakete. Zunächst Rakete mit bestimmter Geschwindigkeit aufwärts bewegt, von weiterem Bahnpunkt aus neue Ladung gezündet, neuer Antrieb, um so größer, als Rakete durch Abfallen bestimmter Satzmengen leichter wird.
Unges Raketengeschoß (Cranz II, 402): Treibsatz im hinteren Geschoßteil entzündet, Geschoß durch Züge des Geschützes getrieben. Schraubenförmig angeordnete Kanäle für die Schußgase.

823 Raketen mit besonderer Führung.

In welcher Weise wird Schwerpunkt beim Flug verlagert, wie begegnet man einem Verrutschen aus der Bahn? (s. Flugzeugbomben 872.)
Congreves Stabrakete, Achsenstabsignalrakete.
Hales Rotationsrakete (vgl. Drall bei Geschossen — Kreiselbewegung).
Schwanz der Rakete — Fiederpfeil.

824 Hochleistungsraketen.

Verwendung von Sprengstoffen mit höherer Leistung, höherer Umsatzgeschwindigkeit als bei Schwarzpulver.
Nitroglyzerinraketen.
Raketen mit flüssigem Sauerstoff und flüssigem Passivbrennstoff.
Art der Laborierung — Sicherheitsmaßnahmen! (s. 512.)
Oberth-Rakete (s. 512).

825 Physikalische Untersuchung der Raketen.

Messung der Geschoßgeschwindigkeit (s. 841). Messung der Steighöhe.
Rekonstruktion der Bahn: Keine einfache Schußbahn, weil
a) wiederholt neuer Antrieb erfolgt,
b) dauernd Stoff durch Abbrennen verlorengeht, also Rakete erleichtert wird. Durch letzteres Moment wird auch Wucht kleiner; wichtig für die von der Rakete mitzunehmende Last! Vgl. 838!
Teilungsprinzip bei der Weltraumrakete (s. u.!) nach Valier:
Massenverhältnis = $e^{v/c}$ (e = natürlicher Logarithmus, v = Geschw.).

826 Besondere Anwendung von Raketen (Raketenwirkung allein).

Raketen bei Lustfeuerwerk.
Signalraketen im Kriege.
Brandraketen im Kriege (verwendet gegen nordische Städte 19. Jahrh.).
Hagel-Wetterraketen.
Raketenlufttorpedos (s. 872).

827 Raketen mit Lastentransport.

Schiffsrettungsraketen.
Raketenphotographie nach Maul.

Raketenpost.
Raketen mit Fernlenkung. (Stettb. 43.)
Harpunenrakete zum Fischfang (s. Harpunengeschoß 844). (808.)

Raketen-Automobil — Raketen-Motor. **828**

Automobilantrieb: Anordnung der Raketenfolge — neben-, nacheinander!
Propellerrakete zum Antrieb von Schienenzeppelin (s. 841).
Raketenflugzeug.

Weltraumrakete. **829**

Berechnungen — Geschwindigkeitsgrenzen!
Art des Aufbaus — Raketen ineinander usw.
(Vorhang des Sturzfliegers. 991.)

Äußere Ballistik. Flugbahnen. Schußbahnen. 83

Flugbahnen beim Wurf von Hand, Maschine (ohne Schießmittel). **830**

Einfache Wurfkurven. Der günstigste Wurfwinkel beim sportlichen Wurf. Brandt: Z. f. phys. chem. Unterr. 1936, 204. (Lampe: Z. f. mathem. naturw. Unterr. 58, 1 [1927]). Parabelnachweis!
Gerät bezgl. Anschaulichkeit der Wurfparabel (Z. phys. u. chem. Unterr. 1936, 120).
Schleuderversuch mit Pendel (nach Grimsehl). Stockschleuder für Brandmunition. (Wehrtechn. Monatsh. 1935, 274.)
Schräge Rutschrinnen für Stäube. (965.)
Versuch mit geschleuderten Wasserstrahlen.
Verwendung der Mariotteschen Flasche.
Pravazspritze. (Statt Wasser schwerere oder leichtere Flüssigkeiten!)
Abschnellmaschinen:
Armbrust, Katapulte, Katapultflugzeugmutterschiffe (καταπελτης von πάλλω = schwingen), Gummischnurversuche, Bliden zum Schleudern von Brandpfeilen! Wurfmaschine für Wurftaubenschießen.
Bahn beim Flug von der Zentrifugalmaschine (Schleifsteinscherben!).
Schleudermaschinengewehr?
Schleuderversuche mittels Spiralkraft: Schleuderpflanzen. Spielgewehre. Tennisschleuder zum Schleudern der Bälle.
Wind als Schleuderkraft: Spreu bei der Dreschmaschine. (Windsichter.) (Windseparation.) (652.)
Schleuderverfahren mittels komprimierter Luft (Windbüchse.)
Blasrohr. Kompressionsballerbüchse (vgl. pneumat. Feuerzeug).
Pfropfen von Selters-, Champagnerflasche.
Knallgaskanone. Wasserdampfkanonen.
Luftgewehr. (Luftgewehr mit Unterdruck von O. v. Guericke. Vorläufer der Rohrpost. V. d. I. 1936, 562.)
Pneumatische Kanonen (vgl. mit Rohrpost, mit pneumatischer Eisenbahn usw.). (Cranz II, 212.)
Abschußvorrichtungen für Torpedos (s. 886). (Torpedokanone.)
Drucklufteinrichtung. (Andere Gase wie Luft, CO_2 usw.)
Elektromagnetische Geschütze — Solenoidgeschütze. (Armstrong.) (Birkeland.)
Zeitlupenaufnahmen (vgl. mit 831).
Streuungen bei den verschiedenen Abschußvorrichtungen!
Erzielte Anfangsgeschwindigkeiten.
Schußweiten (vgl. weiter unten!).
Abtrift der geworfenen Geschosse durch Wind.

Flugbahn beim Wurf aus bewegten Maschinen. **831**

Wurf aus fahrendem Eisenbahnwagen.
Wurf aus Flugzeugen (s. 872):
Einfaches Fallenlassen der Körper. (Fliegerpfeile im Weltkrieg!)

Vgl. mit von Drehbühnen abgeworfenen Gegenständen bezgl. Bahn.
Direkter Abwurf der Körper. (Cranz I, 241; Abhängigkeit vom Wind: Cranz I, 311.)
Senkrechter oder schräger Abschuß derselben. (Cranz I, 237.)
Vorhaltemaß (872) bei Geschwindigkeit 210 km/h (Visiereinrichtungen):

bei Abwurfhöhe	
1000 m	850 m
4000 m	1680 m
6000 m	2160 m

Besondere Stabilisierungsflächen, um Pendelung während des Fallens zu vermeiden. (Vgl. Raketen.)
Flugweite!
Kurven beim Abtreiben durch Wind.
(Abweichung bei fallenden Flugzeugbomben 872.)
Streuung beim Bombenfall.
Photographie der Bombenfallbahn mittels des Phototheodolithen von Rumpff. Ballontheodolith.
Vgl. mit den Flugbahnen der aus stillstehenden Körpern geworfenen Stoffe. (830.)
Flugbahnversuch betr. Relativitätstheorie.

832 Flugbahn der Geschosse aus ungezogenen Rohren.

Flugbahn-Kurve nach Verlassen der Waffe!
(Vgl. eben: Geschossene Bomben aus Flugzeugen!)
Besondere Abschußvorrichtungen: Schießbock.
Flugbahn bei Vorderladern:
Rilkes Brandgeschosse.
Flugbahn bei ungezogenen Hinterladern (Minenwerfer):
Wichtig gasdichter Verschluß?
Pulvergase an Rohrmündung schneller als Geschoß (s. Pulverexplosionsgeschwindigkeit). 834, 841.
Huberths Geschoßwaage — Luft wird am Geschoß vorbeibewegt. (Vgl. Querschnittsbelastung 804.)
Streuung.
Einfluß des Windes z. B. beim Schrotschuß. Abtrift.
Heulende, pfeifende Geschosse (s. bei Knallmessung?).
Wohin fliegt Geschoß, wenn Patrone außerhalb der Waffe gezündet wird, beim Fallenlassen (802), beim Werfen (816) in Feuer?
Bahn mehrerer, gleichzeitig geschossener Projektile: Kartätschenschuß. Flintenschrot. (841.)
Sekundäre Flugbahn bei Geschossen aus selbstfliegendem Projektil:
Shrapnell (841. 968) (Kammerhülsenladung).
Leuchtsterne = Projektile, die sich verkleinern (s. 838).
Wodurch kippt Geschoß auf der Flugbahn? (s. Geschoßform! 804.)

833 Luftwiderstand.

Physikalische Momente des Luftwiderstandes beim Fall!
Bewegung allgemein und Luftwiderstand (Wehrtechn. Monatsh. 1936, 189).
Proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit.
Temperatureinfluß: Sommer, Winter. Druckeinfluß! (Luftwirbel bei Eisenbahnzügen aneinander vorbei, zwischen zwei Wagen!)
Nebeltröpfchen (920) fallen gleichförmig, da Luftwiderstand hier g aufhebt.
Luftwiderstand an verschiedenen Zeppelinquerschnitten. Vgl. Paraffinschleppmodelle für Schiffbauversuche. 804.
Meteore — Erwärmung auf Flug. (506.)
Bisher kein allgemeingültiges Gesetz für Luftwiderstand. Unter Annahme, daß Längsachse des Geschosses stets in Bewegungsrichtung des Schwerpunktes liegt, findet man für ballistischen Widerstandsgrad:
Der Luftwiderstand ist proportional
a) dem Geschoßquerschnitt πR^2 ($2R$ = Kaliber);
b) einer Funktion der Geschwindigkeit f (v);

c) dem Luftgewicht d (mittleres Luftgewicht im Bereich der Flugbahn zur Zeit des Schusses), welches in Beziehung gesetzt wird zu einem willkürlich angenommenen Normalluftgewicht d_0;

d) dem Wert $\sqrt{\frac{T_0}{T}}$, der die elastischen Eigenschaften der Luft angenähert berücksichtigt;

e) einem von der Geschoßform abhängigen Faktor i. Somit erhält man angenähert:

$$LW = \pi \cdot R^2 \cdot f(v) \cdot i \cdot \frac{d}{d_0} \cdot \sqrt{\frac{T_0}{T}}.$$ (Cranz I, 53.)

Luftwiderstand zusammengesetzt aus:
1. Saug- und Wirbelwiderstand,
2. Wellenwiderstand,
3. Reibungswiderstand.

Ferner ist nach der Mechanik Luftwiderstand gleich dem Produkt aus Geschoßmasse (M = G/g) und Verzögerung (B): LW = B · G/g.

Hieraus mit obigem Wert des Luftwiderstandes die Verzögerung B berechenbar:

$$B = \frac{f(v) \cdot i \cdot \frac{d}{d_0} \cdot g \cdot \sqrt{\frac{T_0}{T}}}{\frac{G}{\pi \cdot R^2}}$$

Um Verzögerung durch Luftwiderstand möglichst klein zu halten, müssen die im Zähler stehenden Faktoren klein, der Nenner groß werden. Der im Nenner stehende Ausdruck $\frac{G}{\pi \cdot R^2}$ ist die Querschnittsbelastung (s. 804, 806).

Der Luftwiderstand nimmt mit dem Luftgewicht in gleichem Verhältnis zu. Das Luftgewicht ist niedrig bei hohen Lufttemperaturen, niedrigem Luftdruck und hohem Feuchtigkeitsgehalt (Wasserdampf ist leichter als Luft). Der Wärmegrad beeinflußt das Luftgewicht am stärksten. Im Winter und in kühlen Nächten ist die Schußweite infolge Zunahme des Luftgewichts unter sonst gleichen Verhältnissen meist kürzer als im Sommer bzw. an sonnigen Tagen. (Wettermessung, Barbara-Meldung.)

Elastizitätskoeffizient der Luft: Nach neueren Forschungen beeinflußt die Lufttemperatur die elastischen Eigenschaften der Luft und erwirkt mehr oder weniger günstige Verhältnisse für die Reibung und das Zusammendrücken der Luft am fliegenden Geschoß. Wahrscheinlich ist hier auch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft von Bedeutung. Diese Einflüsse können durch Faktor $\frac{T_0}{T}$ zum Ausdruck kommen, wobei

$T_0 = 273° + 10° = 283°$ C,
$T = 273° + t°$ ist.

Luftwiderstand u. Erwärmung der fliegenden Projektile: Meteorerwärmung. (784, 506). Geschoßerwärmung. (809.) (Erwärmung vgl. mit 890: Widerstand einer Stahlplatte gegen Infanteriegeschoß viel größer als gegen Durchstanzen, weil Zeit der Einwirkung zu kurz ist!) (Formwert, 804, 808.)

Luftwirbel durch Flugbahn schwerer Kaliber können Flugzeug zum Trudeln bringen. 796.

Schuß aus gezogenem Rohr: Drall. **834**

Drall bei gedrehtem Garn. Drallfreiheit, Drallprüfer bei Strömungsmessung. (659.) (Vgl. mit Bleistiftanschärfer.)

Dralldüse als Schalldämpfer bei Motor. 159, 749.

Kreiselversuche (s. bei Magnuseffekt!).

Schraubenversuche: Rotierender Spiralbohrer. Schiffsschraube, Luftschraube = Vorwärtsschrauben in Wasser, in Luft.

Flüssigkeiten durch Rohrleitungen mit Spiralzügen in Drehbewegung laufen lassen. Ventilatoren mit Innenspiralzügen. (800.)

Versuche auf Zentrifugalmaschine.

Annahme eines Eigendralls der Elektronen. (Spin nach Dirace.)

Drall = Drehbewegung der Langgeschosse um ihre Längsachse. Material, Abmessungen der Führungsbänder im Verhältnis zu Dimensionen der Züge. (Cranz II 341.)

Drallkurve (Hänert, Wehrtechn. Monatsh. 1936, 111): Beim Abwickeln der Innenwand eines Rohres in Ebene erscheinen Züge als kongruente Kurven.

Angenähert ist Produkt aus Drallwinkel und Drallänge = 180°. (Z. B. ist bei Drallänge von 30 Kaliber Winkel = 6°!)

Gase an Rohrmündung schneller als Geschoß (s. Pulverexplosionsgeschwindigkeit!) (832, 841.)

Form der Züge! (s. Geschoß, Geschoßform 804.)

Nachbildung der Züge bei der Knallgaskanone, bei der Geschoß durch angesetzten eingeschnittenen Korkring hindurch geht. (Bleistiftschärfer.)

Sonstige Demonstrationen des Effekts.

Durch Drall entsteht:

1. Langsames kegelförmiges Pendeln des Geschosses um Schwerpunkt = Präzession.
2. Rasche Flatterbewegungen des Geschosses innerhalb dieser Pendelung = Nutation.
3. Mit Flugzeit abnehmende Genauigkeit, zunehmende Seitenabweichung.

Hauptsächlich drei mechanische Wirkungen, die als Folge der Geschoßdrehung Flugbahn beeinflussen (scheinbare Pfeilwirkung Cranz I 339) (Diskuswirkung):

1. Kreiselwirkung: Die Spitze des Geschoßkreisels weicht unter Wirkung der Mittelkraft des LW., die vor Schwerpunkt unter Vorderteil des Geschosses angreift, bei Rechtsdrall nach rechts aus und bleibt auch während der Präzessionsbewegung bei richtig gewähltem Drall rechts der Flugbahnebene, der LW. wirkt daher gegen das schief nach rechts gestellte Geschoß wie der Wind gegen ein schief gestelltes Segel, d. h. er drückt das Geschoß nach der rechten Seite der Flugbahnebene. Die Flugbahn ist daher auch im Grundriß betrachtet keine gerade, sondern gekrümmte Linie.
2. Wirkung der vom Geschoßkreisel mitgerissenen Luft (Magnus-Effekt), Flettner-Rotor 657): Die sich drehende Geschoßmantelfläche reißt ihr anhaftende Luftteilchen mit; diese bewegen sich bei Rechtsdrall auf der — in Flugrichtung von hinten gesehen — rechten Geschoßseite entgegen der Richtung des LW., während auf der linken Geschoßseite die Richtung des LW. mit den am Geschoß haftenden Luftteilchen übereinstimmt; dadurch entsteht auf der rechten Geschoßseite ein gewisser Überdruck, auf der linken Unterdruck, d. h. das Geschoß wird von rechts nach links gedrückt; für gewöhnlich ist die Kreiselwirkung erheblich stärker als der Magnus-Effekt, so daß letzterer nicht erkennbar wird (Cranz I 331).
3. Luftpolsterwirkung (Poisson-Effekt): Bei der Geschoßbewegung staut sich die Luft auf der Vorderseite des Geschosses, während an seiner Rückseite Luftverdünnung entsteht, das Geschoß rollt auf diesem Luftpolster nach rechts ab; diese Wirkung ist aber im Verhältnis zu den beiden erstgenannten gering.

Versuche bezügl. der Seitenabweichung durch Drall (835).

Die Flugbahn ist in der Regel nach der Seite der Geschoßdrehung hin gekrümmt; die Umdrehungsgeschwindigkeit nimmt viel weniger ab als die fortschreitende Geschwindigkeit des Geschosses, daher wächst die Ablenkung mit zunehmender Flugzeit immer stärker.

Gleichbleibender, zunehmender Drall.

Drall bei konischem Lauf (Gerlichgewehr!).

Durch Drallverstärkung wird Umdrehungszahl erhöht:
bei 3° etwa 790 Umdrehungen pro sec,
bei 5° etwa 2670 Umdrehungen pro sec.

Läufe der Infanteriegewehre haben auf 1 m etwa 3 Windungen des Dralls, Wenn Geschoß den Lauf mit Geschwindigkeit von 600 m/sec verläßt, dreht es sich in jeder Sekunde 1800 mal um sich selbst.

Umdrehungszahl bei modernen Gewehrgeschossen etwa 3000 bis 4000.

Wie ändern sich Heul-Pfeil-Geräusche der Geschosse auf dem Flug? (s. o.)

Druck beim Hineinpressen des Geschosses in Züge s. bei Geschoß! (808.)

Ebenso besondere Veränderungen durch Pulverdichte usw.!

Wirkung der Drehung auf Fliehbolzensicherung (s. 474).

Drallversuche, mit pulverförmigen Stoffen, die aus Geschütz mit Zügen verschossen werden; welche Wirbelung tritt auf?

Photographie des sich drehenden Geschosses — Umdrehungsgeschwindigkeit nach Neesen (Cranz III 264, 315).

Flugbahn im Luftraum (ballistische Kurve) zeigt gegenüber der Flugbahnparabel folgende Unterschiede (Stettb. 40):

a) Sie ist entsprechend der Abnahme der Geschwindigkeit besonders im zweiten Teil stärker gekrümmt, die Schußweite ist verkürzt;

b) Scheitel liegt tiefer und um so näher dem Flugbahnende (etwa auf $^4/_7$ bis $^3/_5$ der Bahn), je größer Geschwindigkeitsverlust ist; die Gipfelhöhe ist für Geschosse großer Q annähernd (in m) $= \frac{G}{g} T^2$, wobei g = 9,81 und T = Geschoßflugzeit (in Sekunden) für die betreffende Schußweite zu setzen ist;

c) der absteigende Ast ist kürzer als der aufsteigende.

d) die Geschwindigkeit ist kleiner als die v_0 (der Geschwindigkeitszuwachs durch die Schwerkraft bei Steilbahnen ist nicht erheblich, da der Luftwiderstand entgegenwirkt, vgl. die Schußtafel für Artilleriegeschosse auf den weitesten Entfernungen);

e) infolge Überwindung des Luftwiderstandes verringert sich dem Geschoß mitgegebene lebendige Kraft. Die Zunahme an Geschwindigkeit im absteigenden Ast bei großen Fallwinkeln erklärt sich aus der Fallbeschleunigung.

f) die größte Schußweite wird im allgemeinen bei einem Abgangswinkel von 45° (Fallwinkel entsprechend = 45°) erreicht; Flach-Bogenschuß.

g) bei zunehmender v_0 wächst die Schußweite um so weniger, je kleiner die Q und je weniger günstig die Geschoßform ist; es kann sogar ein Geschoß mit kleinerer v_0, aber größerer Q oder günstigerer Form die größere Schußweite und gestrecktere Bahn erreichen = Rasanz.

Formeln und tatsächlich erreichte Schußweiten.
(Vgl. mit bei Skisprüngen erreichten Weiten.)
Schußweiten neuzeitlicher Geschütze (Wehrtechn. Monatsh. 1935, 204).
Kürzere Schußweiten infolge Abschleifens der Züge. (800.)
Aufnahmen von Geschoßflugbahnen s. 837.
Abweichungen durch Wind Cranz I 289. (Abtrift.)
Abgangsfehler. Einschießverfahren. Verhalten.
Seitenabweichung der Geschosse (Berechnung). (Wehrtechn. Monatsh. 1936, 225.) (834.)
Abweichung bei aufgestecktem Seitengewehr (Cranz I 325). (Abweichung nach links bei rechtsseitigem Seitengewehr.)
Westöstliche Abweichung der Geschosse (Bradley). Versuche dazu! (s. 838) (657, 658). (Cranz I 317.)
Schußhöhen: Schuß senkrecht. Abweichung bei Herunterfallen des Geschosses (s. 838).
Fallschirmgeschwindigkeit = Geschwindigkeit der bei senkrechtem Schuß nach oben mit Boden voran rückwärts zur Erde fallenden Geschosse. (841.)
Rasanz = gestreckte Flugbahn, erhalten durch hohe Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse.
Besondere Weiten:
Schuß in große Höhe = luftverdünnten Raum:
Berngeschütz auf Paris. Schuß um Erde herum, von der Erde fort (s. Geschoßgeschwindigkeit). (Cranz I 243.)
Schüsse in anormaler Luft, z. B. in solcher mit hohem CO_2-Gehalt. (Nach vielen Schüssen, Trommelfeuer!)
Darstellung der Streuungsgesetze. Zur Veranschaulichung der Geschoßstreuung kann man die einzelnen Geschosse z. B. durch Schrotkörner ersetzen und sie aus einem Trichter längs eines mit horizontalen Nägeln vertikal gestellten Brettes fallen lassen. Das Abprallen der Körner an den Nägeln ist auf die verschiedensten Arten möglich. Die in Kammern aufgefangenen Körner zeigen deutlich sowohl das Gesetz der Dichte als auch das Gesetz der Symmetrie. (Cranz I 395.)
Streuung auf Flugbahn: Auffangen von Schrotkugeln, Winkel bestimmen. Vgl. Sprengwinkel von detonierenden Sprenggeschossen!
Schwenken der Geschoßbahn am Fadenmodell nach Gnoin und Burgdorff.

836 Kopf-Schwanzwelle am fliegenden Geschoß.

Beobachtung von Kopfwellen an schnell vorbeifahrendem Auto, besonders in engen Tälern, auf Waldchausseen, also bei eingeschlossenen Wegen. Vgl. Welle vor fallendem Fallbär (780, 254). Formwert — Stromlinienkörper (804). Konisches Geschoß (808).

Das fliegende Geschoß versetzt umgebende Luft in Wellenbewegung, ähnlich den bei fahrendem Schiff sich bildenden Wasserwellen. Da die Luftwellen sich mit Schallgeschwindigkeit (etwa 334 m/sec) fortpflanzen, eilen sie dem Geschoß voraus, solange es mit einer geringeren Geschwindigkeit fliegt. (850.)

Fliegt das Geschoß mit Überschallgeschwindigkeit, so können die entstehenden Luftwellen dem Geschoß nicht mehr vorauseilen: Durch den an der Geschoßspitze entstehenden Luftstau bildet sich die Kopfwelle; sie breitet sich nach Art eines Kegels aus, dessen Spitze an der Geschoßspitze liegt. Die Kopfwelle ist Trägerin des Geschoßknalles, der in der Nähe der Flugbahn infolge der starken Luftverdichtung als scharfer Knall vernehmbar ist und mit dem Geschoß gleichzeitig am Ziel eintrifft. (Vgl. Geschoßknall, bei Knall!)

Bei Ausbreitung der Kopfwelle nimmt ihre Dichte allmählich ab. Der durch die Luftverdichtung bewirkte Luftdruck ist, ausgenommen bei schweren Flachfeuergeschützen, nahe vor der Mündung, auch in Nähe der Flugbahn nicht so erheblich, daß man ihm zerstörende Wirkung zuschreiben könnte. Verletzungen durch Luftwirbel kommen nicht vor. (799.)

(Vgl. Pulverbrenn-, -explosionsgeschwindigkeit! Schwadenstoß!)

Flimmerwellen am Geschoß (s. 665).

Photographieren der das Geschoß begleitenden Wellen! Schlierenphotographie (s. 525). (Vgl. Luftstoßanzeiger — Impulsometer.)

Aufnahme der Geschosse nach Boys Methode (Jb. Mv. 1907, 159). (840.)

Ballistischer Kinematograph (s. 837) (s. 840). Auslösung des Beleuchtungsfunkens.

837 Sichtbarmachung der Flugbahn.

Welche Geschosse können mit dem Auge auf ihrer Bahn verfolgt werden?

Photographische Aufnahmen des fliegenden Geschosses: Neesen-Cranz (Jb. Mv. 1907, 159.) (Cranz III 315.) (835, 840, 837.)

Ballistischer Kinematograph. (836.) (Cranz III 257 usw.) (Cranz III 315.)

Besondere Arten der Aufnahme, Auslösung des Funkens zur Beleuchtung.

Beleuchtung fliegender Geschosse mittelst Lumineszenzpräparate nicht gelungen. (Jb. Mv. 1911, 167).

Lichtspurgeschosse (569):

Laborierung: Leuchtsatz mit Verzögerungssatz in Stahlkern eingebaut. Zuerst brennt Verzögerungssatz, erst 150 bis 200 m vor der Mündung beginnt der Leuchtsatz anzubrennen. Notwendig, da Aufleuchten des Leuchtsatzes unmittelbar vor der Mündung das Zielen erschwert.

S. m. K.-Leuchtspur hatte Leuchtsatz, der bis auf 800 m leuchtete, Geschoßwirkung reichte ebensoweit.

Doppelfarbige Lichtspurgeschosse. (589.)

838 Besondere Flugbahnen. (An Masse verlierende Geschosse.)

Katalytische Beeinflussung des Schusses durch Rohrmaterial:

Schuß liegt anders bei Bronze-, anders bei Stahlrohr!

Bahnen bei Schuß aus kaltem, heißem Rohr! (841.) Vgl. mit Kühlung von Tennisbällen im Sommer.

Aufwärtskrümmung der Laufenden gibt Hochschuß (s. 800).

Ricochetteschuß (Untersuchungen von Ramsauer). (Cranz I 493.) (856.) (142, 146.)

Senkrechter Schuß nach oben (aus nichtgezogenen Waffen, weil bei Schuß aus Zügen Seitenabweichungen hinzukommen!): Wohin fällt Kugel? (s. 835.) Cranz I 233: Kugel bei lotrechtem Schuß auf Holz, Rasen, Eis aufgefangen. Eindringtiefe s. 851.)

Westöstliche Abweichung bei Schuß nach Norden (s. 835).

Kurve eines fliegenden, von Kugel getroffenen Vogels (vgl. mit Kurve eines fliegenden, getroffenen Flugzeuges). (878.)

(Ablenkung der Kugel durch Blatt-Abpraller s. Mündungsenergie, Geschoßdurchschlag!) (856.)

Flugbahn bei sich verkleinernden Geschossen.
Flugbahn bei brennenden Leuchtsternen, Brandgeschossen usw. (vgl. Wassertropfenbahn 903).
(Vgl. mit fliegendem Brandpfeil, der von Bogen geschossen wird?!) (vgl. mit Flammenwerfer, wobei auch Flamme den Stoff verzehrt!) (vgl. Bahn des auf H_2O herumfahrenden, immer kleiner werdenden Natriums!) Vgl. mit Körper, der beim Lösen (s. Lösefiguren! 623) immer kleiner wird! (Vgl. gewisse Rückstoßwirkung — Valiers Teilungsprinzip bei Raketen.) (825.) (832.)
Brennende Doppelsternpatronen!
Aus geschossenen Ernst-Lust-Feuerwerken nochmals wieder Sterne herausgeschossen, also weitere Komplizierung der Flugbahn!
Leuchtpatronen mit Fallschirm! (Dauernd verkleinertes Gewicht.)
Bei allen Sorten Flugweite, -höhe im Gegensatz zu unverändert fliegenden Patronen bzw. Kugeln!
Raketenflugbahn. (825.)

Schuß auf erzwungener Bahn. **839**

Schußrohrpost! (Vgl. Rohrpost-Druck-Saugwirkung in nicht voll ausgefülltem Rohr im Gegensatz zu Geschütz, wo Geschoß eng anliegt, sogar in Züge hineingepreßt wird!) Verwendung von Leichtmetall. Schußweiten im Gegensatz zu freiem Schuß? Wo bleiben Pulvergase? Ausnützung des Rückstoßes!
Geschosse mit Seitenflächen oder sich nach Abschuß ausbreitenden Seitenflächen = Tragflächen beim Flieger!

Geschoßgeschwindigkeit — Mündungsenergie. 84

Meßmethoden der Geschoßgeschwindigkeit. **840**

Verzeichnis der Methoden nach Cranz III 35 usw.:
Direkte Methoden: Ballistisches Pendel: der von der Kugel getroffene Punkt muß in der Nähe der Waffenmündung liegen.
Dazu ballistisches Galvanometer. (755.) Pendelkanone nach Hänert, Wehrtechn. Monatsh. 1935, 244. (Vgl. 767, 808.)
Photographie der das Geschoß begleitenden Kopf- und Schwanzwelle (836).
Voraussetzung: Geschoßgeschwindigkeit muß größer sein als die Schallgeschwindigkeit.
Vorschlag, die elektrische Induktionswirkung des vorher magnetisierten Geschosses zu benutzen, welches durch eine Drahtspule fliegend Wechselströme erzeugen würde. (Vgl. u.: Solenoid-Chronograph, der eine andere indirekte Wirkung auslöst!)
Indirekte Methoden: Es wird eine Strecke gemessen, bzw. eine Zeit, um eine bestimmte Zeit bzw. eine bestimmte Strecke zu durchfliegen.
Apparate von Mathey, Grobert, Debooz: Durchschuß zweier sich mit bestimmter Geschwindigkeit umdrehenden Papprahmen. Zylinderchronograph nach diesem System von Hartmann-Braun.
Von Debooz wird die Strecke gemessen, die eine fallende Platte während einer bestimmten Flugzeit des Geschosses zurücklegt.
(Ähnliche Apparate benutzt, um mittlere Auftreffgeschwindigkeit von Schroten auf Scheibe zu bestimmen.)
Wheatstones Methode der Unterbrechung zweier Stromkreise.
Verwendung von Schießböcken. Hipps Uhr — Quarzuhr!
Uneigentlich elektrische Geschwindigkeitsmesser: Messung der Bewegung, die während der Flugzeit ein mit bestimmter Geschwindigkeit bewegter Körper zurücklegt: Freier Fall, Pendel, geeichte Stimmgabel, Balancier unter Einfluß einer geeichten Feder, Trommel oder Scheibe von bestimmter Tourenzahl, justierte Uhr, Ausfluß von Hg aus Gefäß (s. Klepshydra). (755.)
Ballistische Galvanometer — Fluxmeter, Kriechgalvanometer.
Eigentlich elektrische Geschwindigkeitsmesser;
Störung des stationären Zustandes eines Gleichstromes durch Lösen von Kontakten wie beim ballistischen Pendel oder bei der Radacovicmethode.

Optisch-photographische Methode mit Benutzung des Sonnenlichtes oder einer künstlichen Lichtquelle: Neesen, Duda, Paul, Becker, Cranz, Kampe, de Feriet.
Feststellung der Umdrehungsgeschwindigkeit einer Trommel oder Scheibe mittelst des Funkenchronographen oder mittelst Wechselstrombrücke und Telephons (Cranz III 54).
Boulengé-Apparatur:
Markierung mit Mündungsdraht und Kupferstreifen.
Markierung mit Gitterrahmen.
Markierung mit Kontaktscheibe.
Erschütterungsscheiben, Ring-Nadelunterbrecher.
Kohärerscheibe.
Luftstoßanzeiger. (Cranz III 62.)
Solenoide (s. o.!) (Cranz III 62).
(Boulengé-Apparat zur Bestimmung der Gravitationskonstanten. Löhner, Z. f. phys. u. chem. Unterr. 1935, Augustheft.)
Fallchronograph von Sebert-Bianchi (Cranz III, 78).
Fallchronograph von Watkin (Cranz III, 78).
Pendelchronograph von Navez (Cranz III, 79).
Stimmgabelchronograph von Sebert-Beetz (Cranz III, 81):
Velocimeterchronograph.
Tramchronograph von Smith.
Spulenchronograph (Cranz IV, 168).
Oscillograph = Stimmgabelchronograph mit photographischer Registrierung. (Cranz III, 83.) (742.)
Edelmanns Ballograph mit Saitengalvanometer (Cranz III, 85).
Mikrozeitmeßgerät von Duda (Cranz III, 85).
Funkenchronographen von Siemens, Noble, Caspersen, Brettes, Bashforth, Schultz-Deprez.
Federchronograph von Schmidt (Cranz III, 98).
Behm-Zeitmesser (Cranz III, 99).
Galvanometermethode von Pouillet-Helmholtz (Cranz III, 101).
Kondensatormethode von Radacovic (Cranz III, 107). (Jb. Mv. 1906, 176.)
Kerr-Effekt-Chronograph. (Art. Rundschau 1932, 385.)
Ballistischer Kinematograph von Cranz (III, 357): Messung von Geschwindigkeiten bei Geschossen und Geschwindigkeitsverlusten. (835, 837.)
Ballistische Photographie des fliegenden Geschosses (Cranz III, 257) samt den das Geschoß umgebenden Luftschlieren. (s. 837.) Machs Schlierenmethode.
Direktes Schattenverfahren von Boys. Aufnahme des Schrotschusses. (836.)
Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeit eines Geschosses.
Photogrammetrische Methode von Neesen (Cranz III, 315). (835.) (837.)
Photozellen zur Geschwindigkeitmessung (Cranz IV, 168).
Auswertung von Rußinterferenzstreifen nach Cranz II, 165.
Berechnung von Geschoßgeschwindigkeit und Geschoßweg. (Z. Sprengstoffw. 1932, 234.)

841 Sonderergebnisse bei der Geschoßgeschwindigkeitsmessung.

Zunahme der Geschoßgeschwindigkeit im Rohr bei 1° Temperatursteigerung um 0,05 bis 0,2 %, Zunahme des Gasdrucks um 0,2—0,77 %.
Bei Abkühlung des Laufs geht Geschoßgeschwindigkeit an der Mündung von 874 auf 784 m zurück, Abkühlung betrug 78°. (838.)
Schuß geht noch los bei Abkühlung auf —190°.
Geschwindigkeitszuwachs des Geschosses ist anfänglich zl. proportional dem zunehmenden Gasdruck, wird schneller geringer, um auf den letzten 10 cm Geschoßweg fast auf 0 zu sinken.
Von 0,5 m von der Mündung an nimmt Geschoßgeschwindigkeit dauernd ab.
Einfluß des Ladeverhältnisses: Pulvergewicht : Geschoßgewicht.
I. A. sind die Anfangsgeschwindigkeiten der Granaten kleineren Kalibers größer wie die der größeren Geschütze, da aber die geringere Masse der kleineren Granaten infolge des Luftwiderstandes schneller an Eigengeschwindigkeit abnimmt wie die größere Masse der schwereren Granaten, ist die Eigengeschwindigkeit der Granaten kleineren Kalibers geringer als die der schweren Kaliber.

Granaten kleinen Kalibers brauchen also längere Zeit zur Zurücklegung derselben Schußstrecken wie die des schweren Kalibers.
Messung der Luftdichte an verschiedenen Stellen in der Nähe des fliegenden Geschosses mit Hilfe des Machschen Interferenzrefraktometers (Cranz III, 271).
Messung von Geschwindigkeitsverlusten von Geschossen mittelst des ballistischen Kinematographen nach Cranz II, 357. Abnahme der Geschwindigkeit in verschiedener Entfernung von der Mündung. (840.) (850.)

Daten für 7,6-cm- und 30,5-cm-Granate amerikanischer Geschütze:

Kaliber	Gewicht d. Pulverladung	Gewicht d. Granate	Anfangsgeschwindigkeit	Schußentfernung	Endgeschwindigkeit	Flugzeit
cm	kg	kg	m i. d. Sek.	i. m	m. i. d. Sek.	i. Sek.
7,6	2,7	6,75	900	7,650	232,8	24,1
30,5	165,2	470,7	750	10,440	380,7	21,5

Geschoßgeschwindigkeit bei Shrapnellkugeln (832):
Beim Sprengen eines verschossenen Shrapnells auf 2000 m hat die 10 g schwere Kugel Anfangsgeschwindigkeit von 328 m (Jb. Mv. 1908, 213). Geschwindigkeit der Kugeln in verschiedenen Entfernungen — Vergleich mit Flintenkugeln.
Ähnliche Messungen bei Kartätschkugeln, bei Flintenschrot. (832.)
Besondere Beschleunigung durch am Geschoß vorbeistreichende Pulvergase. (832, 834.) (s. Gasdruck, Kopfwelle, Pulververbrennungsgeschwindigkeit.) (Vgl. 754: Mündungsgeschwindigkeit der Pulvergase!) (832.)
Besondere Geschwindigkeit beim Gerlich-Geschoß. (853, 808.)
Bei senkrechtem Schuß nach oben rückwärts mit Boden voran zur Erde fallende Geschosse. (835.)
Vergleich der Geschoßgeschwindigkeit mit anderen großen Geschwindigkeiten. Raketengeschwindigkeit 825. Schienenzepp, Auto, Flugzeug. (s. 828.)

Mündungsenergie. **842**

Mündungsenergie = Summe einer Reihe von Geschoßdrücken vom Geschoßlager bis zur Rohrmündung. (Vgl. mit Motor.)
Besondere Energie (Offensivität), weil bei Wirkung eine Wand des Raumes nachgibt.
Auswirkung (767):
Energie (vgl. Bewegung des Cu-Stempels bei der Gasdruckmessung!). (s. Gasdruck 767.)
Wirkt sich aus auf Geschoß oder einen sonst bewegten Teil, aber keine Zerschmetterungswirkung wie bei Brisanz.
Es handelt sich also um eine Brisanz-Offensivitäts-Messung, bei der eine Wand nachgibt. (s. 770, 779.)
Geschoßarbeit = $1/2\ m \cdot v^2$ (m = Geschoßmasse,
v = Mündungsgeschwindigkeit).

Bei deutscher 10-cm-Kanone = $\frac{18 \cdot 6582}{2 \cdot 9{,}81} = 290\,358$ mkg.

Rohrgewicht = 1270 kg, also pro kg 290 358 : 1270 = 228 mkg Geschoßarbeit.
Bei längerem Rohr wird Anfangsgeschwindigkeit erhöht, aber Geschoßarbeit vermindert sich, da Rohrgewicht zunimmt.
I. A. bei Flachfeuergeschützen 30—35 Kaliber (L/30), gezogener Teil 24—30 Kaliber (L/24).
An deutschem Infanteriegewehr nach Cranz folgende Verteilung: 3,5 g schwere Pulverladung mit 2762 Kal = 1170 mkg.

1. Translationsenergie an Mündung	905 Kal	= 384 mkg	= 32,4 %
2. Rotationsenergie an Mündung .	4 „	= 1,7 „	= 0,14 %
3. Rückstoßenergie	3 „	= 1,3 „	= 0,12 %
4. Laufwärme	620 „	= 263 „	= 22,4 %
5. Rest	1230 „	= 520 „	= 45 %

Für 28-cm-Geschütz mit 340 kg schwerem Geschoß bei 850 m Mündungsgeschwindigkeit ergibt sich bei 93,2 kg Pulver und 843 l Bohrungsvolumen folgende Energieverteilung (auf 1 kg berechnet):

Geschoßbeschleunigungsarbeit — Mündungsenergie	312 Kal.
Pulverbeschleunigungsarbeit — Ausdehnung	27 „
Reibungsarbeit , ...	19 „
Wärmeabgabe an Rohr	226 „
Wärmerest (heiße, nach Schuß austretende Pulvergase) . .	516 „

Der große Restbetrag ist Wärme, die mit heißen Schußgasen ins Freie geht, aber auch als Knall sowie als Vibrationsenergie verlorengeht. (614.)

Temperaturerhöhung für jeden Schuß im Lauf = 3° bei je 1 Schuß in 20 sec.

Mündungsenergie = Nutzarbeit des Pulvers an Mündung = Pulververwertung.

Pulverenergie kaum zu 33% ausgenutzt. (Nutzeffekt 844.)

Absolutwert der Mündungsenergie zwischen 300—400 mkg bei Gewehren, 41,4 Mill. mkg bei Schiffsgeschütz von 40,64 Kaliber mit Rohrlänge von 50 Kaliber.

Das 620 kg schwere Geschoß der 35,5-cm-Marinekanone von 50 Kaliber Länge (Pulverladung = 255 kg Röhrenpulver) liefert Mündungsenergie von 27 650 Tonnen = 2,9fache Energie eines mit 90 km Stundengeschwindigkeit fahrenden Schnellzuges von 300 t Gewicht, bestehend aus Lokomotive, Tender, Gepäckwagen, vier sechsachsigen D-Zug-Wagen (Schwinning).

Schnelle Abnahme der Geschoßenergie bei Entfernung von der Mündung, beim Infanteriegewehr in 1100 m $^1/_{10}$ der ursprünglichen.

Bei Handfeuerwaffen ist der Nutzeffekt ungünstiger als bei großen Geschützen.

Mündungsenergie bei bestimmtem Kaliber ohne Vergrößerung der Ladung zu steigern durch Rohrverlängerung (800) oder ohne Rohrverlängerung durch Erweiterung des Seelenraums = konischer Lauf. Versuche von Puff-Spandau, Gerlich (841, 833). (Wehrtechn. Monatsh. 1935, 149; 1936, 80.)

Besonders: Flobert-Munition. (766, 478.)

Vgl. Eindringungsmöglichkeit eines Geschosses in ein Medium: Abhängig von der ihm innewohnenden Auftreffenergie sowie vom Auftreffquerschnitt. Die Eindringungstiefe ist unter sonst gleichen Umständen proportional der Auftreffenergie, umgekehrt proportional einem Mittelwert zwischen Geschoßquerschnitt und Geschoßumfang (s. Durchschlagskraft von Geschossen!). (850.)

843 Messung der Mündungsenergie = praktische Pulverproben.

Probe von Uchatius.

Probe von Mayer.

Probe von Wagner.

(Durchweg Rückstoßmessungen!) (Vgl. 288.)

Eprouvette von Regnier (hydrostatischer Rückstoß auf Schwimmer im Wasser).

844 Pulverkraftmaschinen.

Vergleich zwischen Energie und Leistung! (Vgl. Brisanz!) (Nutzeffekt 842.)

Mündungsenergie der Geschosse entspricht der am Zylinder oder Kolben einer Gaskraftmaschine gemessenen indizierten Arbeit. Ihr Wert beträgt 17—35% von der ganzen in der Pulverladung enthaltenen Energie. Moderne, ohne Rückstand verbrennende Pulver bieten das Analogon zum thermischen Wirkungsgrad der Gasmaschine. (Vergleich mit dem langsamer wirkenden Druck auf Kolben einer Dampfmaschine.)

Vergleich mit Motoren (s. 155). (Preßlufthammer, -ramme.) (151.)

Versuche mit Leuchtgasexplosionsflasche (s. 119). Hochschleudern einer Kugel dabei!

Pulverrammen und sonstige Pulverexplosionsmaschinen:

Konstruktionen, Wirkungsgrad usw. (s. Explosivbetonpfähle 867.)

Kabelschießapparat. (Elektrotechn. Zeitschr. 1935, 1025.)

Harpuniergewehr zum Schießen von Harpunen. (827.) (805.)

845 Stoßwirkungen beim Schuß ohne Durchschlag.

Hineinschießen eines Nagels mittels einer aufgeschossenen Kugel.

Schuß von Stahlstiften aus besonderer Pistole:

Bei solchen Versuchen wurde spiralförmiger Stift durch eine Metallplatte von etwa 20 mm Stärke geschossen, ebenso glatte oder konische Stifte. Löcher glatt, Innenflächen der Löcher glatt, wie poliert.
Wirkungen auf Flüssigkeiten, s. Durchschlagskraft der Geschosse!
(Vgl. Zusammenprall zweier entgegengesetzt geschossener Kugeln!)

Stoßwirkungen von Kugeln auf Gase. **846**

Ramsauers Versuche zur Erzeugung höchster Drucke durch ein neues Aufschießverfahren. (890.)
Andere derartige Versuche!
Geschosse werden auf Flug durch Luft glühend. Geschosse aus leichtschmelzenden Legierungen, Wood, Newton usw. (s. 848.) (833.)

Besondere Schußwirkungen mit Flüssigkeiten als Geschoß. **847**

Schuß mit Wasser oder anderen schwereren resp. leichteren Flüssigkeiten. (Vgl. Sprengwirkung in oder unter Wasser [882], Durchschlagskraft von Geschossen.) (808.)
Schuß mit Schnee, feuchtem Lehm oder Ton usw. (808.)
Mischungen dieser Stoffe mit anderen Flüssigkeiten als Wasser.

Schußwirkungen mit Platzpatronen und ähnlicher Munition. **848**

Platzpatronen aus Holz — Zerschmetterung derselben unmittelbar an der Mündung. (Holzarten, besondere.) (805, 808.)
Bühnenschüsse mit Pfropfen aus Kälberhaaren. Zerstiebung. (s. 808.)
Schuß mit einer zerstiebenden Kugel aus Amalgamen, z. B. aus Wismutamalgam. (846.)

Auftreffknall. **849**

Trifft Geschoß aus Luftraum auf Gegenstand, so entsteht hörbares Aufschlaggeräusch, das mit Größe der Auftreffgeschwindigkeit wächst und sonst vom getroffenen Gegenstand abhängt. (Vgl. Knall 746!)

Eindringtiefe, Durchschlagsvermögen von Geschossen. 85

Eindringtiefe, Durchschlagsvermögen von Geschossen aus Waffen (ohne Sprengwirkung). **850**

Eindringtiefe ist unter sonst gleichen Umständen proportional der Auftreffenergie ½ mv^2, umgekehrt proportional einem Mittelwert N zwischen Geschoßquerschnitt und V^2), umgekehrt proportional einem Mittelwert N zwischen Geschoßquerschnitt und Geschoßumfang. (842.) Größe des Geschoßumfanges ist mitbestimmend für die Größe der Reibungsfläche, daher Einfluß auf die Eindringtiefe. Spezifiische Energie für Eindringungstiefe $= \frac{mv^2}{2N}$

Eindringtiefe bzw. Durchschlagsvermögen = spezifische Energie, multipliziert mit einem von der Beschaffenheit des Mediums abhängigen Koeffizienten. Koeffizient für Eindringen und Durchschlagen verschieden, denn Eindringungstiefe ist nicht gleich Maximum des Durchschlagsvermögens. Ist Geschoß imstande, ein Medium von bestimmter Stärke gerade zu durchschlagen, so würde es bei größerer Dicke des Mediums nicht um diese Durchschlagsstrecke, sondern weniger weit in dasselbe eindringen; die hinteren Schichten stützen die vorderen und verleihen ihnen größere Widerstandskraft. Werden z. B. drei hintereinander mit Zwischenraum aufgestellte Platten von einem Geschoß gerade noch durchschlagen, so vermag das Geschoß nicht durchzudringen, wenn diese drei Platten ohne Zwischenraum hintereinander stehen.
Für Durchschlagen eines Ziels bedarf größeres Kaliber hierfür größere Auftreffenergie als kleines, weil letzteres nur kleineren Querschnitt aus Ziel herauszustanzen hat. Denn wenn in Formel $S = \frac{mv^2}{2N}$ Nenner N größer wird, muß auch der Zähler v^2 größer werden, soll die spezifische Energie gleich bleiben. Dagegen bedarf das große Kaliber dann, wenn ähnliche Geschosse zur Verwendung kommen, einer

kleineren Auftreffgeschwindigkeit. Denn bei Kalibervergrößerung wächst Masse (m) in kubischem, N dagegen in quadratischem Verhältnis. Sollen Zähler und Nenner im gleichen Verhältnis wachsen, so muß bei Kaliberzunahme Geschwindigkeit v kleiner werden.

Gleiche Auftreffenergie vorausgesetzt, ist das kleine Kaliber im Hinblick auf Durchschlagsleistung dem größeren überlegen, bei gleicher Auftreffgeschwindigkeit dagegen unterlegen.

Allgemein Durchschlag bei Gewehrgeschossen am größten in 400 m Entfernung von Mündung, d. h. mit der in 400 m Entfernung vorhandenen Geschoßgeschwindigkeit. Denn Kurve zwischen Durchschlag und Geschoßgeschwindigkeit muß durch ein Maximum gehen, weil Durchschlagswucht mit steigender Geschwindigkeit zu-, aber auch abnimmt, weil Widerstand mit Quadrat der Geschwindigkeit ansteigt.

Trägheitswiderstand (Cranz I, 457, 467). (Vgl. Stoßgesetze 790.)

Festigkeitsberechnungen, angewendet auf Durchschießen von festen Körpern, geben unrichtige Resultate. Statische Festigkeitslehre setzt voraus, daß der stanzende Körper keine bleibende Deformation erleidet und daß keine bedeutenden Geschwindigkeiten auftreten. Ferner wird bei Zerreißversuch z. B. eines Drahtes derselbe zunächst bis zu einem Maximalwert der Dehnung gespannt, dann nimmt Spannung rasch ab und Draht zerreißt. Beim Durchschießen dagegen ist Dehnung nicht wahrnehmbar.

Bei langsamem Durchstanzen kommt fast nur Festigkeit des Materials in Frage, während beim Durchschießen die Beschleunigungen und dementsprechend die Trägheitswiderstände von Bedeutung sind.

Deshalb kann man eine Stearinkerze durch dünnes Brett hindurchschießen, ebenso Stab aus weichem Holz durch Hartholzbrett, wie ein solcher Durchschuß von Kiefernspan durch Eichenpfeiler bei einer Explosion in Siegburg vom Verf. beobachtet wurde. (852.)

Durchschuß eines Lehmpfropfens durch Eisen (Die Technik 1900, 72). (s. 797.) (Kerze schießbar durch Kiefernholz. Cranz I, 468.) (s. 894.) (850.) Ebenso Wasser aus Gewehr durch Holz schießbar.

Bei diesen Vorgängen spielt die Geschwindigkeit eine Rolle: eine Eisdecke, die durch ruhenden Gewichtsdruck eines Menschen zerdrückt würde, hält, wenn der Schlittschuhläufer rasch darüber weggleitet.

So erträgt Wandung einer Waffe einen größeren Gasdruck, als nach der Festigkeitslehre zu erwarten ist (800, 767), wie auch der Stauchzylinder weniger als berechnet gestaucht wird. (776.)

(Vgl. Durchstanzwirkung von Sprengkapseln auf Bleiplatten. 771, 772.)

Bei Eindringen von Geschossen oder Bomben in Materialien entstehen Verschiebungslinien, eine Art Stromlinien, infolge von Zug-, Druckspannungen. Strömungsbilder in Metallen, Holz, Erdarten. (Vgl. 872, 890—897.)

Deformierung der Streckwellen.

Gase (Luft)! Geringe Kohäsion, Schußkanal gleich wieder geschlossen (Wellenerzeugung s. Kopf-Schwanzwelle 836).

Flüssigkeiten: Kohäsion größer, auch hier Schließen des Schußkanals, ev. Explosivwirkung (s. 885).

Feststoffe, elastisch: Bei Gummi Zusammenziehen des Schußkanals, so daß Querschnitt kleiner ist als der des Geschosses.

Feststoffe, weich, also mit kleiner Kohäsion: Ton, Lehm!

Herausstülpen bei Ein- und Ausschuß.

Tiefstes Eindringen in Erde usw. Cranz I, 465.

Gewehrkugel schlägt durch Bleiplatte ein größeres Loch, als ihr Durchmesser beträgt. Z. B. durch eine 3,1 mm dicke Platte schlägt Kugel von 11 mm Durchmesser Loch von 14,6 mm. Stahlkugel schlägt ein anderes Loch wie Messingkugel, aber Ergebnis qualitativ immer dasselbe. Dabei spritzt Blei in kleinen Partikeln nach hinten und vorn in schräger Richtung, wobei die nach hinten geschleuderten Mengen angenähert der Differenz zwischen Lochquerschnitt und Kugelquerschnitt entsprechen. Kugel übt also auf Blei rings um sich herum radial nach außen gerichtete Kräfte aus und muß selbst radial nach innen gerichtete Kraftkomponenten erleiden. Legt man nun Schußlinie so nahe an Bleigrenze, daß Abstand zwischen Kugelmittelpunkt und

freier Grenze kleiner als Lochdurchmesser wird, so tritt an dieser Stelle ein Ausfall an radial nach innen gerichteten Gegenkräften ein, d. h. Kugel wird zur freien Grenze hingedrängt. (Ramsauer: Ann. d. Physik, IV. Folge, Bd. 84, Nr. 22, 744.)
Vgl. Stauverformungen beim Eindringen verschieden geformter Stempel in Sandarten. (s. 350, 895.)

Feststoffe, zäh, mit hoher Kohäsion: Bei Stahl Schußkanal von ungefährer Größe des Geschoßquerschnitts.
Panzerplatten (Cranz I, 464). (Vgl. 852 und 890.) Formeln von Krupp, Noble, der Spezziakommission bezgl. Durchschlagskraft durch Eisen. (890.) (864.)
(Vgl. Kappengeschosse 852.)
Eine Weicheisenplatte von 0,7 cm Dicke setzt einem mit 444 m/sec auftreffenden Geschoß von 14,7 g Gewicht, 0,79 cm Kaliber, welches die Platte eben durchschlägt, Widerstand von ca. 20 000 kg entgegen, während zum Durchstanzen derselben Platte nach Festigkeitslehre nur 5000 kg nötig sind. (Cranz, Bd. I, § 75, Abs. 7.) Vgl. statische und dynamische Stauchung von Cu-Zylindern. (s. 761.) (857.)

Feststoffe, spröde: Glas wird in Nähe des Auftreffpunktes zertrümmert. (Schüsse mit verschieden großer v_0, d. h. aus verschiedener Entfernung, auf Fensterscheiben — Stoßübertragung. (s. Materialprüfung.)
Beim Schuß durch eine in der Mitte an zwei Fäden aufgehängte Glasplatte bildet sich ein scharfes Durchschußloch ca. vom Kaliber des Geschosses, ohne daß sich Platte von der Stelle bewegt. (Cranz I, 469.) (s. 797.)
Berechnung der erzeugten Höhlung Cranz I, 463. (Vgl. mit Bleiplattenhöhlung bei Brisanzprüfung 771.)

Photographie eindringender sowie eingedrungener Geschosse.
Geschwindigkeitsverluste bei Durchschießungen: Messung mit ballistischem Kinematographen nach Cranz III, 362). (841.)

Untersuchung der Geschosse und des Materials nach Einschuß:
Deformierung beider. Materialverlust beider. (809.)

Feststellung von Erwärmung der durchschossenen Materialien. (Cranz I, 466.) (s. 809, 833.) (890.)
Treffen Blei-Stahlmantelgeschosse auf harte Körper auf, so zerschellen sie leicht, zumal wenn ihre Geschoßgeschwindigkeit groß ist. Beim Aufschlagen kann so viel Energie in Wärme umgewandelt werden, daß das Blei schmilzt und in Form kleiner Tropfen in der Hauptsache seitlich zerspringt. Trifft ein Infanteriegeschoß mit großer Geschwindigkeit auf einen Panzerschlitz, der für den Durchschnitt des Geschosses zu klein ist, so können die flüssigen Bleispritzer durch die Scharte eintreten und hinter dem Panzer Wirkung erzeugen. (Art Beugungswirkung?)

Nachweis von Geschoßspuren nach Durchschlag durch verschiedene Materialien! (809.) Bleispuren mit Dithizon nachweisbar. Kupferspuren nicht nachweisbar.
Präzisionsschießmaschine, Schießbock für Versuche. (832.) (Z. Sch. Spr. 1933, 315.)

Eindringtiefe, Durchschlagsvermögen bei Geschossen mit besonderer Flugbahn. **851**

Flintenschrot. Eindringtiefe, Durchschlag.
Shrapnellkugeln. Eindringtiefe, Durchschlag.
Kartätschkugeln. Eindringtiefe, Durchschlag.
Besondere Jagdgeschosse!
Kartätschschuß mit Mantel — Pfeilgeschoß.
(Photographische Aufnahmen wie vor.)

Eindringtiefe lotrecht geschossener Gewehrgeschosse, auf Holz oder Eis aufgefangen, (Cranz I, 233): S-Geschoß mit v_0 = 880 m/sec drang beim Aufprall 1 mm in Holz, 4—5 mm in Eis ein, Geschoßboden voraus. (838.)

Eindringtiefe, Durchschlagsvermögen bei Geschossen aus besonderem Material. **852**

Unterschied zwischen gegossenen und gepreßten Kugeln. (Jb. Mv. 1908, 291.)

Verschossen aus eigenen, d. h. geeigneten Gewehren mit glatter Bohrung gegen Stahlplatten und Kiefernbretter. Beim Schießen gegen Stahlkappenschilder zersplittern alle Kugeln; Zertrümmerung, Stückzahl immer ziemlich gleich, wie aus aufgefangenen Splittern zu ersehen war.

Je 8 Kiefernbretter von 25 mm Wandstärke hintereinandergestellt, Zwischenraum je 75 mm: Die meisten Kugeln schlugen die beiden ersten durch, blieben im dritten stecken.

Kein Unterschied der Kugelsorten.

Leichtere Weichgeschosse haben bei gleicher Auftreffwucht gegenüber schwereren größere Durchschlagsfähigkeit. (Z. Sch. Spr. 1933, p. 338.) (s. Gerlich 853.)

Geschosse mit Wolfram.

Panzerkopfgeschoß. Panzervollgeschoß. Härtung der Geschoßspitze (805).

Haubengeschosse (Spitzhaube aus Flußeisenblech).

Kappengeschosse. (Makarow 1900.) (s. 893.) Geschosse mit sehr harter Spitze, umgeben von weicher Spitzenkappe aus Blei oder weichem Stahl. (Stettb. 401.) Verhinderung des Erglühens und damit Enthärtens der Spitze? (Vgl. 850: Vielleicht wird durch Kappe Geschoßgeschwindigkeit gebremst, so daß Widerstand der Platte kleiner wird? Stanzwirkung?)

Windspitze zur Verringerung des Luftwiderstandes. Bei Aufschlag Aufstauchung der Windspitze, Plattdrücken der Kappe, Ring, der sich an gehärtete Spitze anschmiegt. Ev. auch Schmierwirkung. (Vgl. Explosivwirkung 859.)

Vgl.: Nähnadel mit Hammerschlag durch Kupfermünze treibbar, aber nur, wenn Nadel in Kork steckt. (Ohne Kork zerschellt sie.)

Außerdem gleiten Kappengeschosse nicht ab. Kralupper: Über Kappengeschosse. Mitt. Art.- n. Gen.-Wes. 1904, 200 — 03.

Photogr. Aufnahmen wie 850.

853 Eindringtiefe, Durchschlagsvermögen bei Geschossen mit Ultrageschwindigkeit.

Treffen Infanteriegeschosse mit äußerst großen Geschwindigkeiten von etwa 1500 m/sec auf, so tritt im Augenblick des Auftreffens keine Geschoßdeformation, sondern mechanische Explosivwirkung in Erscheinung, weil bei der großen Geschwindigkeit die für die Stauchung und Deformation des Geschosses notwendige Zeit fehlt. Das Geschoß durchschlägt als starrer Körper. So wird z. B. von einem 7-mm-„Ultra"-Geschoß von Gerlich, das aus weichem Blei mit einem Flußeisenmantel (6,5 g) besteht, eine gehärtete 12-mm-Panzerplatte bei einer Auftreffgeschwindigkeit von 1450 m/sec durchschlagen, indem ein Loch von 15 mm Durchmesser erzeugt und überdies auf der Ausschußseite eine Metallschicht in größerem Umkreis gesprengt wird. Ein gewöhnliches Infanteriegeschoß schlägt je nach Geschwindigkeit die Platte durch, indem eine Öffnung von der Größe des Geschoßquerschnitts entsteht, oder es wird selbst deformiert. (Gerlichgeschoß 805, 808, 841.)

(Photographische Aufnahme wie vor.)

854 Bewegung des Geschosses nach dem Aufschlag, Durchschlag. Querschläger.

Weg, den Geschoß nach Eindringen zurücklegt, ist auch bei vollständig homogenem Medium nicht immer gradlinig. Geschoßpendelungen können, weil dadurch einseitige Widerstände entstehen, zu Abweichungen führen. Ebenso treten, wenn sich Geschoß nahe der Oberfläche eines Körpers bewegt, ganz allgemein Abweichungen nach der Seite des kleinsten Widerstandes auf. Es kann sogar Austritt nach Seite des Eintritts erfolgen, so z. B. bei Geschossen, die unter sehr kleinem Winkel in Wasser eintreten (vgl. 856).

Bei nicht homogenem Zielmedium treten sehr große Abweichungen auf, sogar Überschlagen der Geschosse, so daß Geschosse quer zur Eintrittsrichtung oder mit dem Geschoßboden voran zur Ruhe kommen. Durch Überschlagen der Geschosse wird zerstörende Wirkung im Ziel vergrößert, Eindringungstiefe dagegen verkleinert.

Infanteriegeschosse, deren Stabilität klein ist, beginnen beim Durchdringen eines Körpers oft stark zu pendeln oder sich zu überschlagen und treten als Querschläger wieder aus. (Schwere Verletzungen.)

a) Geschoß weicht nach Durchschlagen hauptsächlich nach links und unten von der normalen Bahn ab; diese linke Abweichung ist entgegengesetzt wie die in freier Luft.

b) Das Spitzgeschoß pendelt nach dem Durchschlagen stärker als das gewöhnliche.

c) Im allgemeinen sind die Abweichung und die Kreiselbewegung des Geschosses bei kleiner Geschwindigkeit größer.

Untersuchungen von T. Terada und M. Okochi: (Proceedings of the Tokio Mathematico-Physical Society 2nd Ser. vol. IV, No. 20, 404—414, 1908.)

Das durch dünne Scheibe aus Fensterkitt geschlagene Geschoß dringt durch viele in gleicher Entfernung hintereinander und annähernd senkrecht auf der Bahn stehende parallele Papierscheiben von quadratischer Form ein. Die Lagen und Formen der dadurch entstehenden Löcher auf die quadratischen Scheiben ermöglichen, die Bahn und die regelmäßigen Geschoßpendelungen darzustellen. (Photographische Aufnahmen wie vor.)

Eindringtiefe bei schiefem Auftreffen. **855**

Zerlegung der Auftreffenergie in zwei Komponenten (Kräfteparallelogramm s. 854. (Auftreffwinkel maßgebend.)

Beim Auftreffen von Geschossen auf Panzerplatten soll Auftreffwinkel nicht kleiner als 60° sein. Für das Eindringen der Artilleriegeschosse in Erde genügt Auftreffwinkel von etwa 23°, für ein Infanteriegeschoß in Wasser 7°, Durchschlagsvermögen beim Auftreffwinkel von 60° auf einen Panzer = ¾ desjenigen bei senkrechtem Aufschlag.

Prellschüsse. Ablenkung vor dem Ziel. Ricochetteschuß. **856**

Bei Prellschüssen durch Auftreffen auf einen Gegenstand, ohne in denselben einzudringen oder nachdem sie ihn durchdrungen haben, Ablenkung aus ihrer ursprünglichen Bahn. Ablenkungen namentlich bei Infanteriegeschossen mit großen Geschwindigkeiten. Erhebliche Abweichungen bei Infanteriegeschossen beim Streifen von Baumästen und Zweigen, beim Durchschlag durch Stroh usw. 838. Geschoß selbst unter Umständen deformiert oder zertrümmert. Das Geschoß weicht nach der Seite des kleinsten Widerstandes aus; es kann daher aus einem getroffenen Körper wieder austreten.

Abprell-Erscheinung zeigt sich namentlich bei sehr flachem Auftreffen auf Wasser, feuchten Wiesen und Sumpf.

Ricochetteschuß! (Cranz I 493.) (838.) (854.)

Geschoßwirkung in Flüssigkeiten, halbfesten Körpern (totes Material). (Mechanische Explosivstoßwirkung.) **857**

Bei langsamem Eindringen des Geschosses bietet Wasser kaum Widerstand.

Kugel mit 800 m/sec Geschw. wird im Wasser zerdrückt (Cranz I 480, II 80) (s. 850).

In Flüssigkeit überträgt sich Geschoßenergie auf die durch Stoß getroffenen Flüssigkeitsteilchen, die den Stoß an die zunächst liegenden Teilchen weitergeben. (Vgl. Druckfortpflanzung in Flüssigkeiten 880.) Die Teilchen erhalten Beschleunigung durch mechanischen Stoß des Geschosses bzw. der anderen Teilchen. Die Teilchen mit kleinstem Bewegungswiderstand erhalten größte Beschleunigung. (Aufspritzen des Wassers an der Oberfläche.) (881.)

Hülle, welche Flüssigkeit umgibt, kann zersprengt werden. Infanteriegeschoß durchschlägt eine leere Blechbüchse glatt. Ist sie mit Flüssigkeit gefüllt, so wird sie zerrissen: Sprengung erfolgt, nachdem Geschoß Körper verlassen hat. (Vgl. Poiseuillesches Reibungsgesetz.) (Vgl. Ramsauer 881.)

Ursache ist nicht in einer Deformation des Geschosses, nicht in der Pendelung des rotierenden Geschosses, nicht in hydraulischem Druck, nicht im Druck der hereingerissenen Luft, nicht in einer Druckwirkung der Geschoßstoßwelle, nicht in Verdampfung des Wassers, auch nicht in der Viskosität der Flüssigkeit zu suchen, sondern es handelt sich nur um eine reine Stoßwirkung. (Cranz.)

Ähnliche Erscheinungen bei festen Medien mit beträchtlichem Feuchtigkeitsgehalt. In feuchtem Sand, noch mehr in feuchtem Ton können große Höhlungen, bei Ton bis zum 400fachen Volumen des Geschosses entstehen. Da auch hier die einzelnen Tonteilchen der Richtung des kleinsten Widerstandes ausweichen, zeigen sich an der Ein- und Ausschußöffnung Ausstülpungen. (Vgl. Moorsprengung.) (889.)

Trifft Geschoß mit großer Geschwindigkeit auf trockenen Körper, wie z. B. Sand oder Erde, dessen Teilchen unter Reibung gegeneinander verschiebbar sind, so zeigen sich Geschoßformationen. Abnahme der Eindringungstiefe gegenüber Eindringungstiefe undeformierter Geschosse.

Eindringtiefe in:

Schuß-entfernung m	Sand cm	Garten-erde cm	Schuß-entfernung m	Sand cm	Garten-erde cm
10	11	25	300	46	77
40	18	39	400	44	73
100	32	62	500	40	67
200	45	75	600	38	63

Teil der Geschoßenergie für Deformationsarbeit verwendet, ein weiterer setzt sich in Wärme um 850, 890. Der Sand fühlt sich nach dem Einschießen warm an. Werden Sand oder Erde angefeuchtet, so nimmt die Reibung der einzelnen Teile unter sich rasch ab, es zeigt sich keine Deformation, und die Eindringtiefe nimmt zu. Erddeckungen bei Feldbefestigungen sind daher nicht anzufeuchten. (Cranz.) (Photographische Aufnahmen!)

858 Dum-Dum-Geschosse.

Aufbau, Einrichtung des Geschosses. (Dum-Dum bei Kalkutta.) (Größe des Hohlraumes an Spitze.)

Geschoß kann beim Auftreffen oder auch erst während des Durchdringens durch Widerstände deformiert werden, indem die vordersten Geschoßteilchen augenblicklich stark verzögert werden, während die hinteren nachdrängen und Stauungen verursachen. Dadurch wird Eindringungstiefe verkleinert, weil die Geschoßmasse gewissermaßen auf einen größeren Querschnitt gesetzt und die spezifische Energie vermindert wird. Die Verletzungen durch deformierte Geschosse sind entsprechend schwerer, weil die Zerstörungsarbeit mit dem Auftreffquerschnitt wächst. (Cranz.)

Die Deformation und damit die zerstörende Wirkung am Ziel werden bei den sog. Dumdumgeschossen durch die Formveränderung der Spitze begünstigt. Wird die Geschoßspitze nach innen ausgehöhlt, so entsteht überdies eine pneumatische Wirkung durch die im hohlen Geschoßkopf verdichtete und nachher expandierende Luft. Dumdumgeschosse erzeugen einen trichterförmigen Geschoßkanal mit einem Öffnungswinkel des Kegels bis zu 90°. (Stettb. 211.) Bei der Stauchung dringt der Bleikern pilzartig heraus. (s. Hohlraumsprengwirkung.)

Ständebachgeschoß für Wild.

859 Schußwirkung auf lebende Körper.

Durchweg handelt es sich um Eindringen von Geschossen in fest-flüssige Stoffe.

Dehnung der Haut beim Einschuß nach Photographie Cranz III, Anhang, Bild 28.

Schädelverletzungen. Steckschüsse: (Röntgenaufnahmen) (Stettb. 215).

Allgemein: Verhalten von Metallstücken in Knochen, Fleisch des lebenden Körpers. (Arch. Surgery Bd. 32, 990.)

Bei Schuß in Gehirn, Magen, Nieren, Blase, Lunge, Adern Explosivwirkungen des Geschosses (vgl. 857) (s. 852 Kappengeschoß).

(Beobachtungen bei Wild. Kaiser Wilhelm II.)

Eine 10 mm Wasserzelle ist nicht das geeignete Mittel, um Geschoßwirkungen im Tierkörper zu beurteilen. Die Geschosse, welche einer derartigen Wasserzellenprüfung gnügen, sind nur für schlechte Weichschüsse brauchbar. (Deutsche Jagd, Juli 34, Nr. 15.) (884.)

Lage, Spritzweite von Blutspritzern. Tropfbild der Spritzer (141, 643).

(Versuche mit Lehm usw., der mit roter Flüssigkeit gefüllt ist!) (Vgl. 877: welche Wucht setzt Menschen außer Gefecht?) (Cranz I 466.)

Schuß mit vergifteten Kugeln (auf Tiere mit äußerlich kurarisierten Kugeln!) (Früher kalter Brand nach Grünspankugeln?) (s. Arsenbleischrot 805.)

86 Sprengwirkung bei ruhenden Sprengmitteln. Sprengtechnik.

(Sprengwirkung auf feste Materialien!)

860 Allgemeine Sprengtechnik.

Nahstoß im Gegensatz zum Fernstoß 79. (Vgl. 797.)

(Bohrlochherstellung.) (Bohrlochweiser.) Stoß-, Dreh-Pneumatikbohrmaschinen.

Herausspülen des ausgebohrten Gesteinmaterials durch Dickspülung mittelst Tonaufschlämmung. (Kolloidchemische Probleme in Tiefbohrtechnik. Ch. Ztg. 1936, 845.)
Ladungsformel: Prüfung derselben.
(Vgl. dazu Formel der Reichweite bei Explosionen.)
Vorgabe = kürzeste Widerstandslinie. (Zusammenstimmen mit der These vom größten Widerstand und der Sprengwirkung.) In Formel: $L = W^3 \cdot c \cdot d$ ist c abhängig von Festigkeit des Materials u. wehrgeologischen Momenten: Lagerstättengefüge, Trokkenheit (V. d. I. 1936, 1152). (792.)
Überladene, unterladene Minen. Lage des Zündinitiums wichtig (s. 785).
Anordnung der Ladung beim Sprengen:
Bohrlochminen, Kammerminen, freie Minen.
Einbruchminen (Bohrlöcher unter 45°).
Abdichten der Bohrlöcher gegen Feuchtigkeit.
Reihenladung, geballte Ladung. Berücksichtigung der Ladedichte: Versuche mit verschiedenen Ladedichten! Berechnungen!
Gleichzeitige Sprengungen, Sprengungen nacheinander! Vgl. Eschbachs Verzögerungskapseln, um Einzelknalle unterscheiden zu können.
(s. 782, Seriensprengung.)
Ladungen mit Detonationsübertragung (s. 793).
Kesselschießen, Schnüren (Bohrlöcher für viele Patronen) (vgl. 792). Lassenschießen.
Sackminen, Trichterminen, Dampfminen.
Herco-Schw.-P.-Ladung (Stettb. 389) wie bei Schnellzündschnur-Geschwindigkeitssteigerung durch Einfluß unter Gasdruck. (785.)
Sprengende, schiebende Wirkung der einzelnen Sprengstoffgruppen s. bei Einzelsprengungen sowie bei Brisanz!
Auswahl je nach Vorwiegen des statischen Druckes oder des dynamischen Stoßes. (770.)
(Sprengung mit rschw. Pulv. nach dem Weltkrieg!)
Besonders: Sprengung nach Berl mit vorverdichteten Gasmischungen aus brennbarem Gas und Sauerstoff.
Form, Größe der Sprengtrichter — Art des Materials (s. Materialprüfung).
(s. u. Splitterwirkung!)
(Vgl. Sprengkegel bei Granaten. 877.)
Kraterbildung — vgl. Vulkankrater, Mondkrater (letztere durch Detonation entstanden?). (vgl. 771.) Schußnarben auf Mondkrater. (895.)
Maarenbildung durch Explosion. Vgl. Kraterbildg. auf Bleiplatten 771. Erdbebenkrater.
a) Druck- oder Zermalmungszone.
b) Spreng- oder Wurfzone.
c) Trennzone, Rißzone. Wurfzeiger des Wurftrichters.
d) Schwingungszone. Minenzeiger.
Maximumaufgabe: Der ausgeworfene Trichter soll ein Maximum werden!
Maßnahmen bei Versagern? (s. 861.)

Besatz, Verdämmung bei Sprengungen. **861**

Sprengung bei einer nachgebenden Wand. (Vgl. Mündungsenergie.) (s. 687.) (842.) (770, 779.)
Historische Versuche (vgl. Kreide beim Turnen). (s. 687.)
Verdämmungsversuche durch direkten Besatz mit Sand, Lehm (Letten) (im Gegensatz zu Holzpflöcken, Eisenstäben).
Verdämmte Ladung = Innenladung.
Versuche mit starren, schiebenden Verdämmungsmitteln: Sand, Gesteinsstaub einerseits, Talkum andererseits: Vgl. mit Metallstange, die durch mit Besatzmaterial gefüllte Röhre geschoben wird! (Vgl. Kruskopfverfahren Stettb. 378.)
Lockerer Sand besser als festgestampfter — Wirkung der eingeschlossenen Luft? Stettb. 378.) Scharfkantige Stoffe erwirken in Berührung mit Sprengstoffen eher Explosion als abgerundete. (Hess, Z. ang. Ch. 1896, 347.) Vergleiche scharfkantige Feldsteine bei Eisenbahnschienenbeschotterung.
(Vgl. Schießversuche mit Wasser, Lehm aus Gewehr!) (808, 847.)
Bestimmte Korngröße des Besatzmaterials — Durchlaufen durch Sanduhr!

Besatzmaterial in Schläuchen (unbrennbarer, brennbarer Schlauch. Schlauch mit Endbesatzpfropfen!).
Innenbeschieferung bei Bohrlöchern (Betonladeröhre!).
Außenbesatz (Löschbarkeit, Gesteinsstaubkipper — Kruskopf — Gesteinsstaubsprühmaschine). (686.)
Wirkung der Verdämmungsmittel:
Wärmeabsorption (gegenteilige Ansicht = Wärmespeicherung, dadurch Beschleunigung der Detonation. Vgl. Ansichten bei Feuerlöschung durch Drahtnetz bei Davys Sicherheitslampe! 682. Vgl. Mündungsfeuer! Sandstreuer gegen Thermitbrandbomben!).
Beabsichtigte statische Druck- oder dynamische Stoßwirkung (s. 770, 860).
Nach Herlin wird durch Besatz Brisanz erhöht, gleichzeitig Detonationsgeschwindigkeit vermindert (Stettb. 379).
(Vgl. dazu Stettb. 396: Gegenteilige Ansichten betr. Sprengung unter Wasser!)
Besonderes: Verdämmungsmittel (Dämmstuhl) soll durch Explosionswucht aufgeschossen werden! Explosiv-Betonpfähle! (s. Wucht-Brisanz-Gasdruck, Stauchmethoden! Pulverkraftmaschinen. (844). (Pulverkraftmaschinen gehören zu den Treibwirkungen, da das Material dabei nicht zerschmettert wird!) (Vgl. Ramme mit Benzolexplosion 151.)
Beseitigung des Besatzes bei Versagern. (s. 860.)
Spülpumpe zum Ausspülen des Besatzes.

862 Auflagesprengung.
Sprengstoff nicht in, sondern auf dem zu sprengenden Material. (s. 770.)
(Im Gegensatz zur verdämmten Innenladung Außenladung genannt.)
Sprengung von Geschützrohren, Eisenbahnschienen usw.: durch Auflageschüsse, Unterlageschüsse.
Besondere Sprengwirkung bei verschiedener Form der Sprengladung. (Vgl. Stettbacher: Sprengstoff-Studien Sonderdruck der Zeitschrift Nitrozellulose 1935.) (ferner Stettb. 391.) Vgl. Hohlraumsprengung 786.
Pyramidenanordnung der Sprengstoffe für die beabsichtigte Sprengung.
Bei Verwendung eines Sprengkörpers in Form eines Kegelstumpfs, eines Zylinders, eines umgekehrten Kegelstumpfs verhalten sich die Wirkungen auf Metallplatte wie 16 : 7 : 1, d. h. der Durchschlag entspricht der unteren Auflagefläche des Sprengstoffs.
Bei frei aufliegenden Ladungen ist der Brisanzdruck = Detonationsdruck maßgebend (s. 770), nicht die Kugelschalenausbreitung des Explosionsstoßes wie bei eingeschlossenen Ladungen im Bohrloch.
Vgl. dazu Beobachtung Justrows, daß Bombensplitter auf nahe Entfernungen Panzerplatten bis zu 15 mm Durchmesser durchschlagen. (Vgl. Kiefernsplitter durch Eichenstamm 894.) (s. 864.)
Besonderes: Auflagesprengung, bei der Sprengung nicht von oben her, sondern von unten oder von der Seite her erfolgt.
Für Auflagesprengung ist Art der umgebenden Luft — Dichte — maßgebend (s. 787).

863 Torpedierungssprengung als besondere Sprengart.
Vorwiegend angewandt als Erschütterungsladung zur Erschließung von Wasser oder Öl in größerer Erdtiefe.
Verwendung von nahtlos geschweißten Mannesmannrohren mit eingeschweißtem Boden, die auf ihre Widerstandskraft vorher abgedrückt sind.
In ihnen werden die Sprengstoffe, früher Nitroglyzerin, jetzt meist Ammonit, untergebracht = Brunnenpatronen!
(Vgl. u.: Brunnensprengung im Erdreich s. bei Kultursprengung.) (866.)
Vgl. Torpedierung bei Kapitel 882: Sprengen unter Wasser.
(Vgl. ev. Schiefersteinsche Schwingungen?) Form, Größe der Sprengtrichter. — Materialwiderstand.

864 Splitterwirkung ruhender Sprengstoffe im Einschluß. (Nahstoß.)
Splitter einmal von der engeren Umgebung des Sprengstoffs, z. B. von der Sprengkapsel, dann von der weiteren, d. h. Sprengstücke von dem zu sprengenden Material. (Vgl. Splitter bei bewegten Sprengmitteln 877.)

Vgl. Sprengsplitter bei physikalischen Explosionen (s. 701). Vgl. Splitter von einer explodierenden Gasflasche aus Stahl, Selterswasserflasche, Ullmannrohr im Schießofen.

Besondere Splitteruntersuchungen bei Sprengungen in Dampfkesseln (Stettb. 413): Durchschlagsstellen des Kessels tiefblau angelaufen, also Stellen im Kessel durchschmolzen. (719.) (Vgl. Temperaturmessung mit geschmolzenem Platindraht. 719.) (Stoßwirkung 796.)

Vergleich der Splitterzahl, -größe, -reichweite usw. bei Auswirkung von Gas-Nebel-Staubexplosionen (vgl. 119, 159, 189, 199).

Vergleich der Splitterzahl, -größe, -reichweite usw. bei der physikalischen Explosion mit denen der chemischen Explosion.

Formel von Justrow für Splitterzahl d. Granate (Cranz II 420) (s. 877).

Zerlegung von Sprengkapselzylinder (s. bei Bleiplattenprüfung! 771).

Versuche mit Explosion in farbigen (braunen) Reagensgläsern, umgeben von Pappzylindern, welche die Sprengstücke abfangen — Schleuderweite, Zahl, Größe, Reichweite, Winkel.

Dazu ferner: Sprengstücke von Röhren: gezackte langgestreckte Stücke.

Sprengsplitter aus der weiteren Umgebung des Sprengstoffes (vgl. oben: sprengende, schiebende Sprengstoffe).

Art des Einschlusses bei Bombensprengungen: Metall, Holz usw. Widerstandskraft des Einschlußmaterials: (vgl. o.: Sprengtrichter).

(Vgl. Stahl-Metallprüfung mittelst Sprengstoffen!) (890.)

Katalytische Zersetzung: Unterschied, ob derselbe Sprengstoff in Stahl- oder in Bronzehülle eingeschlossen (vgl. Schuß aus Stahlrohr, aus Bronzerohr!) (800.)

(Vgl. Nahstoß bei Brisanzmessung!) (Sandzerschmetterung 775).

Reichweite der Sprengsplitter — ihre Richtung gegeben durch Richtung der Detonationswelle (s. eben!)

(Vgl. Geschwindigkeit von Metallstücken explodierender Munitionskisten = 2450 m/sec. Stettb. 407.)

Durchschlagskraft der Sprengstücke (vgl. Geschosse, ebenso Durchschlagskraft bewegter Sprengstücke 862).

Hineinschießen eines Kiefernsplitters in Eichenmast! (s. 852) (vgl. Lehmpfropf durch Eisen geschossen!) (797, 850, 863).

Splittersicher Bauwerk, wenn es schwerste Splitter aushält, schußsicher, wenn es Einzeltreffer, bombensicher, wenn es mehrere Einzeltreffer aushält. (893.) Formel von Krupp, Noble, Speccia-Kommission. (893.) (850.)

Splitterwirkung auf lebende Körper: ungleich gezackte Stücke gegenüber der glatten Kugel (s. Kugeldurchschlag!)

Besondere Sprengsplitter:

Splitter bei Auflagesprengungen (s. 862) vgl. mit Einschlußsprengungen.

Einfluß des Zündortes auf Sprengsplitterwirkung, d. h. auf Zahl, Größe, Wucht der Splitter: Unterschied, ob von Mitte oder von der Seite aus gezündet wird.

Gewinnungssprengung. **865**

Anorganische Stoffe:

Gestein (Marmor) (876).

Erz.

Salz, Kali.

Oppauer Düngemittel.

(s. Lagerstättenforschung. 792.)

Organische Stoffe: Kohlenarten.

Festigkeitseigenschaften des Materials maßgebend (vgl. Kapitel Materialprüfung!) Materialgewinnung in Blöcken, bei hoher Brisanz als Grus.

Vgl. Schüsse in hartes, weiches Material!

Sprengstofftypen: sprengende, schiebende! (s. 770 — statischer Druck bzw. dynamischer Stoß!)

In Granit z. B. Sprenggelatine gut, in weichem Gestein schlechter: Bohrlochwände werden hier zertrümmert, ehe Hauptstoß durch Höchstgasvolumen erfolgt, Wirkung

also hier mehr schiebend! Zur Gewinnung von Werksteinen — Straßenbau — Marmor — daher gut Schw.-P.!
Dünne, starke Sprengstoffstrecken!
Verhältnis von Sprengstofflänge zum Durchmesser!
Bei langen Patronenreihen kann es zum Auskochen kommen, indem sich Explosion von der ersten zur letzten Patrone zu sehr abschwächt — vgl. Knackfunken! (s. 714, 743, 756.)
Sprengen in demselben Gestein in verschiedenen Tiefen, d. h. unter verschieden hoher, schwerer Gesteinsdecke: Vergleich der Innenwirkung-Menge des anfallenden Gesteins- und der Außenwirkung-Größe des ausgeworfenen Trichters, der Erderhöhung oder der Außenwirkung.
Größe der Sprengtrichter-Menge des anfallenden Materials: (vgl. mit Ladeformel) (s. o.!)
(Kohlenstaubexplosion, Grubengasexplosion s. 720.)
Nutzeffekt (770). (154, 155.)

866 Sprengkulturverfahren.
Untergrundlockerungen:
Zertrümmerung von Ton-, Mergel-, Kiesschichten, von Ortstein-, Raseneisensteinschichten.
Tieflockerung von starken Ton-, Lehm-, Mergelschichten an Stelle der Rigolarbeit.
Dränagesprengungen:
Tümpeltrockenlegung, Entwässerung nasser Wiesen und Felder bei ungenügenden Vorflutverhältnissen.
Tieflockerung bei ungenügend wirkender Röhrendränage, Grabensprengungen. (868.) (863.)
Sprengungen im Obst-, Weinbau:
Baumloch-, Pflanzengrubensprengung,
Verjüngung im Ertrag nachlassender Obstbäume,
Neuanlage von Weinbergen.
Ödlandkultivierung, Feldbereinigung:
Stubbensprengungen, Holzsprengungen,
Sprengung von Wildhecken, Weidengestrüpp.
Bäume sprengen mit herumgelegter Detonationszündschnur. (782.)
Herstellung von Erdlöchern für Telegraphenmasten.
Brunnenausschachtung (Stettb. 393). (Vgl. 863.)
Sprengstofftypen, Ladungsberechnungen wie oben.
Durchweg statischer Druck im Vordergrund (s. 770).
Größe der ausgesprengten Flächen-, Tiefenwirkung — Sprengtrichter wie oben.
(Moorsprengung s. bei Sprengung in halbfestem Material! 889.)
Bodenbewegungen bei Kammersprengungen.
Nutzeffekt (770). (154, 155.)

867 Beseitigungssprengung.
(Hindernissprengung.)
Innen-, Außensprengung.
Tunnelsprengung (s. Gesteinssprengung 865).
Bei Tunnel-, Kanalsprengungen meist Streckenvortrieb!
Berechnungen, praktische Auswirkungen!
Kanalsprengungen (Suez-, Panama-Kanal).
Herstellung von Löchern in Gestein usw.: statt durch Bohrer durch Sprengung (Gründungsarbeit für Brückenpfeiler usw.), Tiefseebomben. (Vgl. Pulverkraftmaschine 844.)
Wegsprengung von Riffen im Meer. (Sprengung des Hellgate bei New York, des Blossom Rock im Hafen von San Franzisko.)
Abteufsprengung in Schächten.
Wegsprengen von Schornsteinen, Mauerresten usw. Brücken. (Ofensauen im Hochofen!)
Eissprengungen (besonders Eisberge). (Thermitsprengstoffe dafür: Vgl. 237.)

Sprengstofftypen, Ladungsberechnung wie oben. Statischer Druck bzw. dynamischer Stoß. (770.)
Größe der ausgesprengten Fläche, Sprengtrichter wie oben (bei Eissprengung Rißbildung. Vgl. bei Glas!)
Zerstörung von Drahthindernissen durch Sprengstoffe. (Vgl. Durchbrennen mittels Tetranitromethans, Toluols! 314, 710, 719.)
Ablenkung von Lavaströmen (Vulkan) durch Fliegerbomben!
Nutzeffekt (770). (154, 155.)

Zerstörungssprengung (militärische). **868**

Landminen, Beobachtungsminen, Kontaktminen, Streuminen, Tankminen (durchweg verdeckt: Überraschungsmoment!). (Seeminen s. 881.)
Durchweg dynamische Stoßwirkung beabsichtigt (s. 770).
Innen-, Außensprengung.
Minen, Kontreminen, Quetschminen im Kriege (Stettb. 388) zum Eindrücken von Feindminen, also nur zur Wirkung in Erde. Schrapnellminen.
Ballonminen gegen Luftschiffe.
Neben Sprengwirkung Schußwirkung der Minensprengstücke. (Denn militärische Sprengstoffe durchweg in Metallhülle zur Anwendung gebracht: Hier also zuerst Zerlegung der Hülle in Teile, Fortschleudern derselben, restliche Sprengwirkung!)
Sprengwirkung aufgehängter Granaten auf aufgehängte Scheiben! (Vgl. mit bewegten Granaten.) (876.)
Wirkungsart: Stoßdruck einer Mine u. Strömungsbild einer Flüssigkeit, ebenso in Nähe einer festen Wand (Z. Sch. Spr. 1930, 313).
Sprengen von Häusern, Brücken, Eisenbahnen. Sprengung bei Wytschaeppe (Stettb. 426).
Ausheben von Schützengräben durch Sprengung. (Stettb. 392.) (866.)
Sprengung von Blindgängern. (878.)
Nutzeffekt (770). (154, 155.)

Zerstörungssprengung durch Attentate. Schutzsprengung. **869**

Ruhende Minen, Bomben.
Höllenmaschine der Anarchisten (870, 799).
Zündung 450. (Spätzeitzünder, Stettb. 419.)
Schutzsprengstoffe in kleinen Behältern zur Abwehr von Einbrechern.

Sprengwirkung bei in Bewegung befindlichen Sprengmitteln. 87

(Auf feste Materialien, in Luft!)
Im Gegensatz zur Wirkung bei ruhenden Sprengmitteln:
Neben Detonationsstoß Stoß der abgebremsten Bewegung! Nahstoß wie bei 860, im Gegensatz zu 790. Detonationsstoß wirkt hier zunächst auf Wandmaterial — deshalb besondere Auswahl —, Erzeugung von Sprengstücken daraus, die im Gegensatz zu ruhenden Projektilen eine zusammengesetzte Bewegungsrichtung erhalten — Parallelogramm der Kräfte-, Rest der Detonationsenergie wirkt dann für sich weiter!

Bombenwurf bei Attentaten. **870**

Einfachere Konstruktion — Behelfskonstruktion — gegenüber Handgranaten. (Wurfminenattentate.)
(Vgl. Höllenmaschinen!) (s. 799, 868.)
Zündung 450.
Sprengmomente, Splitterwirkung wie eben!

Handgranaten. **871**

Geworfenen Projektilen kommt nur Handenergie zugute, stärkerer Antrieb nicht vorhanden. (Seit 1427 dauernd verwendet, Bezeichnung: Grenadiere.)
Form der Granate angepaßt dem Luftwiderstand: Kugel-, Eier-, Stielhandgranaten.
Wandmaterial, Wandstärke.
Sprengstofftypen: möglichst große Brisanz (s. dort).

Zündprinzip (meist Aufschlagzünder!).
Unterschied in der Wirkung einer ruhenden, einer geworfenen Handgranate! Sprengtrichter vergleichen mit dem ruhender Sprengstoffe.
Splitterwirkung: Splittergröße, Splitterzahl, Reichweite (s. u.).

872 Flugzeugbomben.

Tragvermögen der Flugzeuge für Bomben. (964.) Aktionsradius = Produkt aus halber Flugzeit mal mittlere Geschwindigkeit. Abweichung durch Wind. (831.)
(Visiereinrichtungen s. bei Flugbahn) (s. 831).
Brisanz-, Brand-, Giftbomben! Fliegerbrandpfeile (014, 237). (823.)
Brandbomben, die in kleine Bomben zerlegt werden.
Unterschied zwischen Minenbombe = Sprengbombe und Splitterbombe (gegen lebende Ziele).
(Versuche mit Flemmings Übungsbomben im Luftschutz.)
Fallende Bombe trifft Ziel immer senkrecht im Gegensatz zum Schuß (Stettb. 407).
Bombenform: Torpedoform und Luftwiderstand! Stabilisierungsflächen. (651.)
Materialart, Wandstärke. Sprengstofftypen.
Zündmechanismus:
Empfindlicher Aufschlagzünder: Bombe explodiert bei geringstem Widerstand.
Aufschlagzünder o. V.: Bombe explodiert infolge Abbremsung am Ziel.
Aufschlagzünder m. V.: Bombe explodiert kurz nach Auftreffen, jedoch vor der Totlage.
Zünder mit einseitigem, mit allseitigem Aufschlag.
Verzugszündung: Bombe explodiert in der Totlage nach Aufschlag.
Langzeitenzündung: Bombe explodiert nach Stunden oder Tagen.
Bodenabstandszünder: Bombe explodiert bei Fall in bestimmtem Abstand vom Erdboden.
Besondere Zündung (s. 496): Aufladung unmittelbar vor Abwurf durch Dynamo des Flugzeugmotors (120 Volt, bei Tiefflug 240 Volt).
Hoch-, Tiefangriff. Einzel-, Reihen-, Verbandsabwurf (s. 878). Tiefen-, Seitenstreuung.
Splitterwirkung wie oben (s. 826). Wie zerspringt eine Bombe?
Besondere Eindringtiefe! Sprengtrichter vgl. mit dem ruhender Sprengstoffe!
Sprengbombe wird beim Abwurf geringer beansprucht als Geschoß beim Abfeuern. Auftreffgeschwindigkeit der Bombe überschreitet, trotz stetigen Anwachsens ihrer Schnelligkeit, einen gewissen kritischen Wert nicht; dieser ist gegeben durch:

$$v_k = \sqrt{\frac{G}{c \cdot f}}$$

wobei G Gewicht in kg, f die Fläche des Hauptwiderstandsquerschnitts in m², c die Stirnwiderstandsbeizahl bedeuten.
Bei den zur Zeit verwendeten Fliegerbomben ist kritische Geschwindigkeit höchstens 300 bis 450 m/sec; sie wird nur beim Abwurf aus beträchtlicher Höhe von der Größenordnung 5 bis 10 km, erreicht (Artilleriegeschosse haben doppelte bis dreifache Geschwindigkeit). Bombe rotiert beim Flug nicht; sie wird längs ihrer Bahn durch Flossen stabilisiert. (Luftwehr. Juni 34. S. 196.)
Bombe wirkt durch ihre Bewegungswucht beim Auftreffen und durch ihre Sprengladung. Die Bewegungswucht ist kleiner als beim Geschoß, zumal auch die Gewichtsbelastung des Querschnitts (der ballistische Koeffizient) geringer ist; denn beim Geschoß beträgt die Srengladung 13 bis 15 v. H., bei der Bombe aber 50 bis 65 v. H. des Gesamtgewichtes. Demnach nimmt der Durchmesser im Verhältnis zum Gewicht bei den Geschossen langsamer, also die Querschnittsbelastung rascher zu als bei den Bomben. Dabei ist die Geschwindigkeit für die Bombe nahe der kritischen, für die Geschosse aber weit geringer als der mit neuzeitlichen Geschützen erreichbare Wert angenommen. Trotzdem ist die Auftreffwucht der Bombe kleiner. Ihre Durchschlagskraft ist also geringer, vor allem gegenüber Panzer und Beton. Gegen diese müßte man wesentlich höhere Gewichte einsetzen als bei Verwendung von Geschossen.
Vgl. von Flugzeug-Sprengbomben (Auftreffgeschwindigkeit 250 m/s) mit Artilleriegeschossen (Auftreffgeschwindigkeit 350 m/s).

Kampfmittel	Bezeichnung	Gewicht kg	Kaliber mm	Auftreffwucht kg/m	Querschnittbelastung kg/mm²
Bombe	12 kg	12	90	38	19,0
Geschoß	105 mm	15	105	94	17,5
Geschoß	150 mm	42	150	262	24,0
Bombe	50 kg	50	180	160	19,5
Geschoß	210 mm	100	210	750	35,0
Bombe	100 kg	100	250	360	21,5
Bombe	300 kg	300	260	970	29,5
Geschoß	420 mm	900	420	5600	65,0
Bombe	1000 kg	1000	550	3200	42,0

Bombenwirkung aus 2000 m Höhe.

Bombengewicht und Art	Lehmboden		Sandboden	
	Tiefe des Trichters	Durchmesser des Trichters	Tiefe des Trichters	Durchmesser des Trichters
o. V.:				
50 kg	0,5	3	—	—
250 kg	1,5	5,5	—	—
500 kg	2	6,5	—	—
m. V.:				
50 kg	1,5	6	1,6	5,5
250 kg	3	11,5	2,8	10
500 kg	4	14	—	—

Bombe, die dicht neben Mauer einschlägt, drückt diese ein. Durchmesser des Mauerlochs etwa = doppelter Mauerstärke.

Bombengewicht	Mauerstärke in m	Durchmesser des Loches
250 kg	2,7	5,4
500 kg	3,2	6,4

Treffmöglichkeit durch Bombensplitter in der Waagerechten gegen Lebewesen:

Bombengewicht	Größter Durchmesser der Splittergefahrenzone	Größter Durchmesser der Druckwirkungsgefahrenzone
50 kg	800 m	25 m
250 kg	1800 m	50 m
300 kg	2000 m	60 m

Von Einschlagstelle nimmt Wirkung nach außen hin schnell ab. Versuche mit 15-kg-Bomben ergeben
in 10 m Entfernung 100% Treffer,
in 30 m Entfernung 45% Treffer,
in 50 m Entfernung 16% Treffer.
Minenbombe gibt weniger Splitter als Splitterbombe.
Verschiebungswirkung unter gleichzeitiger Explosionswirkung (872, 876). Gleiche Verschiebungswirkung bei Materialien wie beim Schuß. (850.) (890—897.) (867.)
Bomben, aus Flugzeug geschossen, also mit gesteigerter Anfangsgeschwindigkeit.

Explosivgeschosse aus nichtgezogenen Waffen. **873**

Wurfminen aus Minenwerfern. Granatwerfer. (588, 820.)
Aufbau: Wandmaterial, Wandstärke, Sprengstofftyp. Zündungsart.
Wirkung (hinsichtlich der Momente) wie eben, verglichen mit Wirkung einer ruhenden Mine.

Eindringtiefe (s. u.: Sprengstücke).
Lufttorpedos (Stettb. 417), s. Torpedos 886.
Raketentorpedos. 826.

874 Explosivgeschosse aus gezogenen Handfeuerwaffen.

Hales Gewehrgranate. Madsens Gewehrgranate. Wehrtechn. Monatsh. 1932, 224. Geschoßform s. Ballistik! Flugrichtungsflügel an Gewehrgranate. 805 (Stettb. 214).
Aufbau: Wandmaterial, Wandstärke, Sprengstofftyp. Zündung.

875 Explosivgeschosse aus gezogenen Geschützen.

Granaten: Stahl, Grauguß. (Geschoßform s. Ballistik.)
Wirkung: Sprengstücke nach Größe, Zahl bei fliegender Granate im Gegensatz zur ruhenden (s. 876).
Besondere Granaten:
(Unterschied im Aufbau gegenüber der einfachen Granate.)
Granate mit Shrapnell. Einheitsgeschoß.
Granate mit Giftkampfstoffen.
Wirkungsmomente wie eben.

876 Geschoßexplosion im Rohr — Rohrkrepierer. Rohrzerspringer.

Nicht gezogene Handfeuerwaffen, Geschütze. (Vgl. 801.) (474.)
Gezogene Handfeuerwaffen, Geschütze.
Zusammenschießen des Sprengstoffs. (Schockwirkung der Granatladungen, Stettb. 275.)
Verschiedene Arten Sprengstofftypen mit verschiedener Dichte, mit gleichen Pulverladungen verschießen.
Feststellen, um wieviel dabei die Ladung gestaucht wird.
Feststellen, bei welcher Dichte kein Zusammenschießen mehr stattfindet.
Zusammenschießen bis zur Explosion bzw. Detonation:
Rohrkrepierer (s. 808). (Gehört hierher, weil Anlaß der Bewegungsbeginn!)
Vgl. mit Detonation der zünderlosen Pikrinsäuregranaten der Engländer in der Skagerrakschlacht (Stettb. 402). (788.)
Werden Rohrkrepierer durch Stoß beim Beginn der Geschoßbewegung veranlaßt? Vgl. Beschleunigungsdruck beim Schuß. (808.) Beschleunigungsdruck auf Knallsatz.
Bei Rohrkrepierern Doppelsprengwirkung:
Splitter von Geschoßhülle und Splitter von Rohr!

877 Splitterwirkung in Luft bei bewegten Sprengstoffen.

(Vgl. Splitterwirkung bei ruhenden Sprengstoffen! 864.)
Hier fliegen die Teile rotierend fort, wenn es sich um zerspringende fliegende Geschosse handelt.
Vergleich mit Scherbenflug bei zerspringenden Mühlen, Schleifsteinen, Zentrifugen.
Kräfteparallelogramm!
Vgl. mit Nahstoß bei Brisanzmessung!
Bei Sprenggranaten, ebenso bei Fliegerbomben, die mit Brennzündung in Luft detonieren, ist die den einzelnen Sprengstücken durch die detonierende Ladung erteilte Geschwindigkeit größer als die Fluggeschwindigkeit des Geschosses! Aber niemals ein Vielfaches der Geschoßgeschwindigkeit, weil Zeit des Drucks der Brisanzladung auf das Metall viel zu kurz ist im Vergleich zu der schiebenden Wirkung im Rohr.
Explosion von Sprengstoff in Reagensglas, Metallgefäß, das herumgeschleudert wird (evtl. auf Zentrifuge). Zahl, Größe, Reichweite der Splitter im Gegensatz zu ruhendem Gefäß.
Richtung der Sprengstücke ist immer senkrecht zu den Wandungsflächen des Geschosses. Maßgebend Wandmaterial, Wandstärke!
Wichtig Ort der Zündung, ob in Mitte oder an Seite der Ladung!
Pfeifgeräusche bei fliegenden Splittern? (s. bei ruhenden Sprengstoffen!)
Zerlegung des Materials in Splitter gleichmäßig?
Meßeinrichtung zum Messen der Sprengpunktskoordinaten (z. B. bei Shrapnells).

Mehr oder weniger stumpfer Kegel: Feststellung mit Fangscheiben, von denen eine senkrecht steht, die andere auf Boden liegt!
Kegelwinkel um so größer, je größer Umdrehungsgeschwindigkeit des Geschosses im Vergleich zur Endgeschwindigkeit!
Je kleiner Kegelwinkel, um so größer Wirkungswinkel! (Kegel! Vgl. Sprengkegel bei Minen 860.)
Feldgranate 96 liefert etwa 136 wirksame Sprengstücke, die sich in einem Hohlkegel von etwa 114 bzw. 90° bewegen.
Vgl. mit Splittern bei ruhenden Sprengstoffen. (Versuche in braunen Reagensgläsern. 864.) (Kurven gleicher Splitterdichte.)
Kegel bei Schoops Spritzverfahren.
Splitterzahlberechnung nach Justrow (Cranz II 420) (vgl. 864), Flug, Richtungswinkel der Splitter unberücksichtigt.
Splitterung bei fallenden Bomben in Luft (s. 878).
Durchschlagskraft am Ziel abhängig von Art, Form, Material, Auftreffwinkel des Sprengstücks.
Zum Kampfunfähigmachen von Mensch bzw. Pferd nötig 2 mkg bzw. 10 mkg, also gehört dazu beim Infanteriegeschoß von 10 g Gewicht eine Geschwindigkeit von etwa 63 m bzw. 142 m (nach der Formel $\frac{1}{2}$ mv²) (s. 859).
(s. Kugeldurchschlagskraft!)
Auftreffen auf mit Flüssigkeit gefüllte Organe s. bei Geschoß!
Splittersicherheit bei Gebäuden s. bei ruhenden Sprengstoffen.
Materialprüfung. (890.)

Splitterwirkung bewegter Sprengkörper nach Eindringen in Stoffe. **878**

a) Geschosse.
Tote Materialien; Erde, Mauerwerk, Baumaterialien usw.
Kräfteparallelogramm wie oben, nur abgeschwächt durch Widerstandslinie des Materials.
Unterschiede gegenüber 877.
Abbremsung der entstehenden Sprengstücke durch das umgebende Material (Flüssigkeiten s. besonders).
Werden Brisanzgeschosse in Erde usw. anders zerlegt als in Luft?
Wirkung auf Lebewesen:
Explosionswirkung im Körper eines getroffenen Tieres, wenn Explosivgeschoß verwendet wird?
Explosionswirkung auf ein in Bewegung befindliches Material resp. Lebewesen: inwiefern verändert sich Explosionswirkung durch Eigenbewegung des getroffenen Körpers? (838.)
Besonderes Kräfteparallelogramm!
(Photographie d. Sprengwirkung vgl. 850.)
Kann bei fliegenden detonierenden Geschossen eine Art Auflagesprengung resultieren? (s. 863.)
b) Fliegerbomben (s. 877).
Trichtergröße, Sprenglöcher auf anderen Materialien beim Auftreffen eines fliegenden Projektils (s. u.). Das aufprallende Geschoß bei Az. zerreißt teilweise die getroffene Erde, teils geht Druckwelle durch Erde weiter, bei Lehm weiter als bei Sand. Unterschied, ob Geschoß mit Az. oder Bz. detoniert. (Zünderart s. 872.)
Eindringungstiefe bei Fliegerbomben z. B. berechenbar nach Formel von Justrow. Ebenso berechenbar Zerstörungswirkung durch nachfolgende Explosion!
Danach Berechnung der Festigkeit von gefährdeten Gebäuden.
Vergleich praktischer Messungen mit den Berechnungen. (Photographien.)
(Vgl. Materialprüfung mit Sprengstoffen. 890.)

Besondere Splitterwirkung bewegter Explosivgeschosse. **879**

Blindgänger = am Ziel nicht zerspringendes Geschoß (s. 868).
Frühzerspringer = in Luft frühzeitig zerspringendes Geschoß.
Spätzerspringer = spät nach Aufschlag zerspringendes Geschoß.
Fehlzerspringer = teilweise zerspringendes Geschoß.

Vergleich mit normal zerspringenden Granaten.
(Photographie d. Sprengwirkung vgl. 850.)
Ausbläser, Auskocher. (700.) (Kast 96.)
Zersetzung ohne Knall, ohne Feuer.
(Giftschwaden.) (739.)

88 Sprengwirkungen in Flüssigkeiten — Wasser.

Durchweg Zerstörungssprengungen. (Nahstoß.) (Vgl. Cranz II 179.)

880 Druckfortpflanzung, Kompression bei Flüssigkeiten. Eudiometrie.

Druckfortpflanzung in Wasser, anderen Flüssigkeiten nach allen Seiten hin gleichmäßig: Druck stets senkrecht zur Wand! (857.)
Hydraulische Presse.
Gummispritzen mit Wasser oder Luft, anderen Gasen, gefüllt, unter Wasser, anderen Flüssigkeiten ausdrücken: Aufsteigen eines Stromes von Gas oder Wasser. Höhe der Fontaine und Druck!
Wasserschlag bei Dampfkesseln.
Explosion im Torricellischen Gefäß — Ausflußmenge! (857.)
Explosion von Bologneser Glastränen unter Wasser, unter anderen Flüssigkeiten! (881.)
Explosion im Eudiometer, Grisoumeter. (Abschluß durch Wasser, Salzlösung, Quecksilber.) Palatinol. (Knackfunken 714.)

881 Ruhende Sprengstoffe in Wasser. Seeminen.

Laborierung der Seeminen wie bei Landminen (s. 868):
Kontaktminen, bei Berührung durch Schiff gezündet. Göpelmine (Stettb. 424).
Minen mit Fernzündung: Hafenminen.

Verschiedene Sprengstofftypen (Vergleiche):

Gemische wie Schw.-P.	Verbindungen wie Nitroglyzerin.
Ammonsalpetersprengstoffe.	Schießbaumwolle.
Chloratsprengstoffe.	Ringnitrokörper.
Flüssigluftsprengstoffe.	

Statische Druck- bzw. dynamische Stoßwirkung bevorzugt? (770.)
Zündmittel, wie Schnellzündschnur, Fulminate, Azide usw.
Unterschied hinsichtlich: Explosion — Detonation!
Besondere Versuche (s. 880. Versuch mit Bologneser Glastränen!):
Sprengkapsel innerhalb eines mit Wasser oder einer anderen Flüssigkeit gefüllten Rohres zur Explosion gebracht: Druckfortpflanzung mittelst Meßdosen gemessen!
Sprengladung, innerhalb eines wassergefüllten Kessels gesprengt, kann Wand zum Bersten bringen (Stettb. 394 usw.).
Stoßdruck einer Mine und Strömungsbild einer Flüssigkeit, ebenso in Nähe einer festen Wand (Z. Sch.-Spr. 1930, 313).
(Vgl. Jacob Compt. rend. 138, 1259 [1904], Beibl. zu Ann. d. Physik 28, 1047 [1904].)
Berichte von U-Boots-Kommandanten über Minenexplosionen!
Doppelwirkung bei jeder Unterwasserexplosion: Der plötzlich entstandene Überdruck überträgt sich auf angrenzende Wasserschicht, die ihn an eine neue Schicht weitergibt usw. Es entsteht Druckwelle, die sich mit einer der Kompressibilität d. Wassers entspr. Geschwindigkeit in immer größeren Kugelschalen nach außen hin ausbreitet. Gleichzeitig setzt als zweite Erscheinung die eigentliche Volumenausdehnung der Gasmasse ein. Die stark komprimierten Gase schieben die umgebenden Wassermassen vor sich her, bis ihr Druck sich durch Volumvermehrung und Abkühlung auf den Betrag des Außendrucks vermindert hat und bis der während dieses Prozesses in den Wassermassen angesammelte Betrag an kinetischer Energie in einer weiteren Trägheitsbewegung gegen äußeren Überdruck verbraucht ist. Neben der Druckwellenbewegung handelt es sich also um eine Massenbewegung. (857.)

Zur Messung in Nähe d. Sprengzentrums geeignet sind elektrische, sonst unbewegliche Sonden. (Meßgeräte von Ramsauer: Die Massenbewegung d. Wassers bei Unterwasserexplosionen. Ann. d. Physik. IV. Folge. Bd. 72, 1923.

Gesprengt nasse Schießwolle in Mengen von 450 bis 1910 g. Gefunden folgende empirische Formel:

$$r_{max} = 159{,}3 \sqrt[3]{\frac{M}{P}} \text{ cm}$$

P = Gesamtdruck = äußerer Luftdruck + Wasserdruck in g/cm².
M = Sprengstoffmenge in g (Substanz)

Ähnliche Versuche wie vorstehende, nur statt des Wassers andere Flüssigkeiten, z. B. Salzlösungen, Alkohole, also Änderungen bzl. spezif. Gewichts.

Unterwasserdetonationen: Sichtbarer Vorgang an der Wasseroberfläche — Druckmessungen — Form der Gasmasse im Wasser — Untersuchung der Druckwelle — theoretische Erforschung der Wasserwölbung — Ausbildung der Wassergarbe — Wirkung der Detonation. (Kriegsschiff-Konstr. Juni 34 Nr. 71.)

Förgs Prüfmethode (Stettb. 368):

Sprengstoff in Blechbüchse gegen zwei starke hintereinanderstehende Walzeisenstücke abgefeuert; das erstere wird durchschlagen, das zweite eingebeult. Entfernung der beiden Bleche voneinander etwa 10 bis 20 cm.

(Vgl. unter Torpedowirkung nach Stettbacher 882.) Apparatur von Brück.

Entsteht beim Sprengen unter Wasser auch ein Sprengtrichter wie beim Sprengen in Feststoffen?

In welcher Wassertiefe kann Sprengstoff im Wasser zur Explosion gebracht werden, um an Oberfläche noch eine Wirkung erkennen zu lassen?

Form, Größe, Höhe der Wassersäulen (Abb. bei Stettbacher):

(Vgl. u. bei Torpedowirkung.)

Wasserdom = Menge des herausgespritzten Wassers! (857.)

Wasserberge.

Unter welchen Umständen ist Knall außen hörbar?

Nachweis des Knalls unter Wasser (größere Knallfortpflanzungsgeschwindigkeit) (vgl. u. Torpedowirkung!)

Explosionen unter Wasser zeigen mit Druckanzeigeinstrumenten (s. Gasdruck!) 2—3 Maxima, als 2—3 Schläge!

Erklärung der verschiedenen Wirkung eines Sprengstoffs gegen Feststoffe und gegen Wasser: (Stettb. 396/7).

Wasser verdämmt stärker als Luft, aber dafür wird durch Wasser Temperatur bzw. Explosionsflamme heruntergesetzt und dadurch Wirkung abgestumpft.

Beide Ansichten treffen zu.

Daher für Unterwassersprengungen möglichst große Detonationsgeschwindigkeit wählen! Zumal Explosionswirkung nach außen hin schnell abnimmt.

Hierin liegt also bedeutsamer Unterschied, ob Explosion oder Detonation stattfindet!

Besonders wichtig Versuche mit thermexplosiven Stoffen, wie Fulminaten, Aziden usw.

(Versuche mit Wasser, das durch Salzgehalt schwerer ist als Ozean, s. 888.)

Versuche in Wasser von verschieden hoher, niedriger Temperatur!

Minensucher!

Ruhende Sprengstoffe unter Wasser gegen luftgefüllte Körper. **882**

Eigentliche Torpedowirkung nach Stettbacher 399! (Torpedo s. 886, 863.)

Explosion gegen Stahlpanzerplatte mit angelötetem Kasten, der mit Luft gefüllt ist = Schiffswandanordnung! (Gegensatz zu Förgs Versuchsanordnung!) (881.)

(Vgl. mit Rauchringkasten? 796, 922.) Handelt es sich hier vor allem um statische Druck- oder dynamische Stoßprüfung? (770.)

(Vgl. mit Luftsäulenverstärkung — Hohlraumsprengung in 786, 794.)

Vom Wasser her wird Schiffsraum eingedrückt, weil er mit Luft gefüllt ist.

Trifft Torpedowirkung noch zu, wenn Explosionsdruck nicht ausreicht, um Schiffswand bzw. Luftkasten einzudrücken?

Einzig in den Fällen, wo völlige Verbindung der Wasseraußenseite mit dem Schiffsinnern erfolgt, ist zerstörende Wirkung weit größer als unter sonst gleichen Umständen in Luft.

Vergleich der Torpedowirkung (Stettb. 401) — Richtung des größten Widerstandes:

a) In Wasser gegen Luft am größten.

b) In Luft gegen Luft kleiner als in a).

c) In Luft gegen Wasser = umgekehrte Torpedostellung — kleiner als bei b).

d) In Wasser gegen Wasser am kleinsten. (Stärkster Widerstand?)

Beobachtung der Momente wie zuvor, also vor allem Wirkung oberhalb des Wassers: Dimensionen des Wasserdoms ungefähr gleich der Menge des herausgespritzten Wassers. (857, 881.)

Knallmomente? Vergleich mit Unterwassersprengung ohne Luft!

Wirkung mit Kasten, der statt mit Luft mit anderen Gasen gefüllt ist? (Vgl. 786: Arbeit von Muraour.) Schwerere, leichtere Gase als Luft.

(Füllung des Kastens mit schwereren oder leichteren Flüssigkeiten als Wasser s. u.!)

883 Sondererscheinungen: Reflexion, Wirbel, Fernwirkung.

Sprengung unter Wasser ohne Luftbeteiligung:

Explosionsstoß reflektieren lassen an Metallplatten, die auf Grund des Bassins usw. liegen! Rolle des Fundamentes eines Wasserbeckens.

Wie verändert sich Wirkung betr. Wassersäule? Knall?

Wasserkelch mit aufschießender Wasserkerze (Stettb. 396). (Vgl. dazu Echolot 747, 748, 782.)

Sprengung unter Wasser mit Luftbeteiligung (Luftkasten):

Versuche wie eben u. gegenseitiger Vergleich!

Erzeugung von Wirbeln durch Unterwassersprengung ohne Luft:

Vorschlag in Jb. Mv. 1910, 263: Dynamit unter Wasser sprengen, dadurch solche Wirbel erzeugen, daß Feindschiffe nicht an Küste kommen können. Größere Wirkung als im Umkreis von 70 m erscheint unmöglich! (Vgl. diese Fernwirkung mit der in Luft!)

Erzeugung von Wirbeln wie eben mit Luftbeteiligung unter Wasser! Unterschiede in der Fernwirkung?

884 Wirkung des Explosionsstoßes unter Wasser auf Lebewesen.

Bei Explosion unter Wasser spürt man an der in der Nähe hineingehaltenen Hand Schlag wie einen elektrischen Schlag. (Vgl. Fingerspitzengefühl 972, 799.)

In welcher Entfernung geschieht diese Wahrnehmung?

Verschieden bei verschiedenen Sprengstoffen sowie bei verschiedenen Mengen derselben?

In welcher Tiefe müssen die Stoffe zur Detonation gebracht werden? Wieder Menge mitbestimmend! Vgl. 859.

Vgl. Stoßwirkungen bei Explosionen an Luft: Zerreißen der Lunge? (s. 799.)

Wirkung auf andere Warmblüter.

Wirkung auf Kaltblüter, die im Wasser leben:

Fischen mit Dynamit (Stettb. 394):

Frösche, Quallen, Medusen usw.

Hier, besonders bei Fischen, handelt es sich um Torpedowirkung:

Beim Menschen die luftgefüllte Lunge, bei Fischen die Fischblase.

(Nach Stettb. 394 werden bei Eissprengungen Fische kaum beschädigt — Miteinwirkung der niederen Temperatur?)

885 Sprengwirkung bewegter Sprengstoffe in Wasser.

Bomben (von Flugzeug).

Granaten (beim Abwärtsflug in Wasser).

Wirkung nur gegen Wasser.

Wirkung gegen Wasser und Luft, Hohlräume (s. o. Torpedowirkung 882).

Sprengstücke: Zahl, Größe, Reichweite (vgl. mit Sprengung in Luft).

Besonders wichtig: bis zu welcher Wassertiefe geht Wirkung einer fallenden Bombe?

Torpedo. **886**

Historische Entwicklung (Whitehead). (Vorläufer: Bauers Küstenbrander.)
(Vgl. Lufttorpedos! Raketentorpedos, 873.)
Antrieb (Preßluft, Gasturbine). (Steuerung.) (830.) (Steuerung durch Menschen.)
Sprengstofftypen der Füllung.
(s. o.: Maßgebend für Wirkung ist Detonationsgeschwindigkeit, deshalb Pentrinit!)
Dynamische Stoßwirkung gegenüber statischem Druck bevorzugt? (770.)
Reichweite des Torpedos (15 km!).
(Art d. Wassers, bzw. Seegangs — Tiefe der Bahn im Wasser.)
Wirkung des Torpedos nur gegen Wasser (verschiedene Temperatur!)
Wirkung des Torpedos gegen Wasser u. Lufthohlräume: eigentliche Torpedowirkung (s. o.!).
Feststellung der Saugwirkung (s. o.!)
Sprengstücke: Zahl, Größe Reichweite. (Vgl. mit Sprengung in Luft!) Z. Sch.-Spr. 1930, 446.
Auffinden von abgesackten Torpedos mittelst aufsteigender u. sich entzündender Blasen von Phosphorwasserstoff. (015.)
Bienenwabensystem der Schiffe gegen Torpedotreffer. 890.) (Wehrtechn. Monatsh. 1936, 205.)

Sprengungen unter anderen Flüssigkeiten als Wasser. **887**

Wichtig Dichte (vgl. das Moment der Dichte bei der Brisanzbestimmung! 770).
Ozeanwasser mit höherem Salzgehalt (totes Meer).
Konzentrierte andere Salzlösungen. (Thallium — Silbernitrat usw.)
Konzentrierte Säuren.
Quecksilber.
Vorstehende Flüssigkeiten bei gewöhnlicher Temperatur, bei Temperaturen bis zu 0°, bei Temperaturen unter 0° (unterkühlter Löß! s. 889).
Heiße Lösungen.
Geschmolzene Salze,
geschmolzene Metalle (vgl. Woods Metall bei Bestimmung der Verpuffungstemperatur — Schlag bei Detonation der Proben) (791, 797).
Ruhende, bewegte Sprengstoffe verwenden.
Sprengwirkung (vgl. mit der unter Wasser und mit der an Luft).
Zahl, Größe, Reichweite der Splitter.

Torpedosprengungen unter anderen Flüssigkeiten als Wasser gegen Luft. **888**

(Vgl. Torpedosprengung 881, 886.)
Verwendung von Flüssigkeiten wie eben, von verschiedenster Temperatur, ruhende, bewegte Sprengstoffe.
Sprengung in Flüssigkeiten gegen den mit Luft gefüllten Hohlraum. (s. o.) (Hg)
Sprengung gegen den mit anderen Gasen als Luft gefüllten Hohlraum.
Sprengung gegen den mit anderer Flüssigkeit als Wasser gefüllten Hohlraum.

Sprengung in plastischen Medien. **889**

Durchweg Beseitigungssprengung.
(Halbfest, halbflüssig.) (Bronzestaub fließt.)
Sprengung in Fetten, gewöhnlichen gehärteten.
Moorsprengung. (866.)
Lehm, Ton. (Temperatur der zu sprengenden Masse.) (Löß, ev. unterkühlt) (887).
Ruhende, bewegte Sprengstoffe (wie eben)!
(Torpedowirkung, d. h. Sprengung gegen einen darin befindlichen, mit Gas gefüllten Hohlraum.)
Sprengwirkung: Zahl, Größe, Reichweite der Splitter.
(Vgl. mit Schuß durch solche Stoffe 857.)

Stoffverhalten gegenüber Explosionen. Materialprüfung. Panzerschutz. Korpuskularstrahlen.

Hier spielt Widerstand der Stoffe — durchweg Feststoffe — die Hauptrolle gegenüber der bei der Sprengtechnik betonten Zerschmetterungswirkung der Explosivstoffe. (Wettkampf zwischen Waffe und Panzer!) Durchweg Nahstoß! Unterschied, ob statische Druck- oder dynamische Stoßwirkung im Vordergrund steht! (770.) Auch Materialprüfungen werden unterschieden in statische und dynamische!

Durchweg Stoßwirkung mit kurz dauernder Erwärmung. Zeitlich verschiedene Einwirkung bei

a) Schuß auf, durch Material.
b) Explosion auf Material (Nahstoß).
c) Explosionsstoßwirkung auf Material (Fernstoß).

890 Explosive Materialprüfung des Stahls.

Sorten: Gußeisen, Stahl, Schmiedeeisen. (Prüfung bei verschiedener Temperatur.) Sonderstähle, Edelstähle.

Schußprüfung: Stahlkugel, Bleikugel mit Stahlmantel, Bleikugel mit Nickelmantel, Kupferkugel, Kugel mit Kappe.

Ausführung:

Geschwindigkeit der Kugeln — Schußentfernung.

Welche Temperaturen werden beim Aufschlag erzielt? (850, 857.)

Durchschlagskraft durch Walzeisen mit Stahlgranaten wird nach verschiedenen Formeln berechnet, von denen die Formel von Krupp sich den praktischen Erfahrungen am meisten nähert. Ist s das Durchschlagsvermögen durch Walzeisen bei normalem Auftreffen, A das Kaliber in cm, e die Energie des Geschosses pro cm^2 Querschnitt in Metertonnen, E die Energie pro cm Umfang in mkg, dann ist nach Krupp: (s. 850)

$$s = \sqrt[4]{A(10e)^3}$$

nach Noble $s = \sqrt{E : 23{,}638}$

nach der Spezzia-Kommission: $s = (E : 34{,}98)^{0{,}535}$. (Vgl. besser Cranz I 464.)

Stahlplatten können 20 bis 25% dünner in Rechnung gestellt werden. Die Stahlplatten werden schwer durchschossen, aber verhältnismäßig leicht zertrümmert. Durchstanzdruck (Stettb. 49) für 0,7 cm dicke Eisenplatte: Widerstand gegen Infanteriegeschoß ∼ 20 000 at, gegen Durchstanzen 5000 at, weil in letzterem Fall Zeit länger ist. (Vgl. mit 833: Luftwiderstandsgesetz!)

Zusammenschießen zweier entgegengesetzt abgefeuerter Kugeln aus gleichem oder verschiedenem Material.

Besonderes:

Schüsse gegen schnell bewegte Stahlplatten. (Richtung, Winkel.)

Vgl.: In Motorenzylindern Drücke von 30 bis 50 at (Dauerstöße).

Drücke bei Zerreißmaschinen von 20 bis 400 at.

Druck an tiefsten Stellen des Ozeans 1000 at.

Druck der Pulvergase im Geschützrohr 2000 bis 4000 at.

In Ziehpressen zum nahtlosen Pressen von Hohlkörpern aus Metall 5000 bis 6000 at.

Höchstdrücke: S. Ramsauers Verfahren beim Komprimieren von Gasen mittels einer Kugel. (846.)

Bridgemanns Versuche bis 40 000 at mittels besonderer Pressen. (898, 899.)

Vergleiche mit anderen mechanischen Prüfmethoden.

Störung der Kohäsions — Adhäsionserscheinungen = Molekularkräfte fester Körper. Adhäsion. Vgl. mit: Leim auf Glas, Papier (Holz verleimt). Farbe (Druckerschwärze) auf Papier, Fasernstoffe, Glas. Metall am Spiegel. Siegellack an Papier. Metalle, gespritzt auf Papier. Mörtel am Stein. Platin, eingeschmolzen in Glas, Porzellan. Metalle aneinander geschweißt, gelötet, Stoffe miteinander verkittet. Nagel in Holz, Mörtel. Glasur an Porzellan.

Verschiebungslinien, Stromlinien in Material (s. 850, 872).

Strömungsbilder bei Kerbmeißelprüfung (vgl. 761, 766) (Gießerei 1936, 288).

Gleitlinien. (Materialverschiebung beim Kalt-, Warmrecken von Metallen. Vgl. Schichtung geologischer Salzlager.)

Vgl. mit Verformung von Gummikörpern (650, 659, 662).

Kugeldruckprobe (Brinell): Härtezahl $= \frac{\text{Druckkraft}}{\text{Oberfläche}}$ (10 mm Stahlkugel unter 3000 bzw. 500 kg Druck 30 sec lang).

Skleroskop.

Sklerometer mit belasteter Stahlspitze: Eindringungstiefe $= \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$, um Nadel bestimmte Strecke hineinzutreiben.

Erichsens Tiefziehmethode. (Ausbauchformen.) (771.)

Beim Stanzen tritt erst Dehnung in Erscheinung, die bei der Explosivprüfung fehlt. (Cranz I 468.) Bei der hohen Geschwindigkeit tritt Dehnung des Materials nicht in Erscheinung.

Kerbschlagprobe. (Streckgrenze.)

Schlag (Hammer), Pendelschlagmesser.

Dauerschlagwerke entsprechend mehreren Schüssen auf dieselbe Stelle des Materials.

Explosion als Materialprüfung.

Dynamische Stoßprüfung von Stahlplatten mittels Sprengkapseln. (484.)
(Vgl. Brisanzprüfung auf Bleiplatten.)

Breitung, Radialverlängerung.

Ausbauchformen. Quetschgrenze, Streckgrenze, Stauchkurve!
Materialverdichtung wie z. B. beim Zusammenstauchen von Hohlraumbrisanzladung bei Abschuß.
Vgl. Festigkeitszahlen von Stahl. Scherfestigkeit.

Gleiche Prüfung statt mit Sprengkapseln mit Preßkörpern aus den bekannten Sprengstofftypen. Die Preßkörper — 10-g-Körper — werden, wie bei den großen Bleiplatten, direkt auf den Platten abgefeuert.

Eignung der Typen für diese Materialprüfung?

Dynamische Stoßprüfung von Stahl, nach Art der Torpedowirkung von Stettbacher (s. 882), mit Sprengkapseln bzw. Sprengstoffzylinder als Hohlraumsprengung ausführen. 770, 786, 862.

Prüfungsmethode genau wie eben, d. h. mit Sprengkapsel gegen Stahlplatte; letztere liegt aber nicht fest auf einer Unterlage wie vorher, sondern hohl, d. h. unter ihr oder seitlich von ihr ist ein Lufthohlraum, besser noch: die Prüfplatte liegt auf einem völlig geschlossenen, mit Luft gefüllten Metallkasten, bzw. die Prüfplatte bildet selbst den genauen Abschluß eines solchen Luftkästchens. (Andere Gase statt Luft.)
(Kombination von Nahstoß- und Fernstoßwirkung?)

Luftraum dazwischengelegt: (vgl. Drahtstühlchenmethode bei Luftsäulenverstärkung 776, 786, 793).

Wirkung von geschossenen detonierenden Körpern auf Stahl = Kombination von Schuß + Detonationswirkung:
Materialwiderstand beim Auftreffen eines mit bestimmtem Sprengstoff gefüllten Geschosses, welches detoniert beim Auftreffen, nach Eindringen.

Sprengprüfung innerhalb eines Stahlrohrs — verschiedener Stahl (Stahlflaschen) verschiedene Rohrdimensionen.

Sprengung ohne Luftanwesenheit. (768.)

Sprengung bei Gegenwart einer bestimmten Luftmenge. (s. Verstärkung durch Luftsäulen!) (Vgl. Wasserdruckprüfung bei Patronenhülsen.) (Jb. Mv. 1902, 133, dto. 1905, 246.)

(Vgl. mit Feststellung von Materialfehlern bei Gasflaschen!)
(Besonders behandelte Rohre s. Autofrettage! 800.)

Splitterzerlegung (vgl. mit Sprengwirkung):
(In der Ladungsformel ist Härte, Festigkeit des Materials einbezogen!

Splitterzahl, -größe, -form (bei Stahl besonders zackige Stücke).

Gußeisen (vgl. Gasflaschen nicht aus Gußeisen): gibt viele Splitter.

Staubzerschmetterung durch Explosion (778).

Elektrisch geladene Stahlteile zerschmettern: sind Bruchstücke noch elektrisch geladen?

Magnetische Körper zerschmettern: sind Bruchstücke noch magnetisch?

Materialänderung durch Explosions-, Ultraschallwellen (vgl. 491, 783). (790, 797.) (771, 898.) Piezoquarzplatten durch Teslatransformator zum Schwingen erregt.
Erschütterung durch Dauerstoß bei Dauerexplosion (Motor).
Materialprüfung durch Gegenexplosion: Auf beiden Seiten des zu prüfenden Materialstücks genau entgegengesetzt 2 Ladungen, z. B. Sprengkapseln, gleichzeitig mittelst deton. Zündschnur abfeuern: Ladung nach Art oder Menge gleich oder ungleich! Wirkung? (vgl. Brisanz!)
(Vgl. mit Gegendruck bei Blutdruckmessung nach Riva Rocchi. 771, 991.)
Dynamische Stauchung von Zylindern aus der betreffenden Stahlsorte nach der Kastschen Stauch-, Brisanzmessung (s. 770).
Verkürzung, Verbreitung. Stauchkurven.
Besondere Stoßwirkung bei der Stauchung:
Munroe-Effekt.

Vergleiche mit anderen mechanischen Prüfmethoden.

Vgl. mit mechanischen Versuchen, dynamisch durch Fallhammer, statisch durch hydraulische Presse.
Beim statischen Druckversuch wird das Probestück durch allmählich sich steigernde äußere Kräfte auf Druck beansprucht, so daß sich seine Abmessungen in der Kraftrichtung verkleinern (Verkürzung) und senkrecht zur Kraftrichtung vergrößern (Ausbauchung). (Tonnenform des gestauchten Zylinders.) (766, 776.)
Stauchversuche, die als statische Druckversuche, als Knickversuche und als Schlagversuche durchgeführt werden, stehen gegenüber dem Zugversuch und der Härteprüfung an Bedeutung für die allgemeine Werkstoffprüfung erheblich zurück. Für einige Sonderfragen werden jedoch Stauchversuche häufiger herangezogen, z. B. werden Lagermetalle auf Druck und Schlag geprüft, ferner müssen alle Arten von Widerlagern oder Zwischenlagern auch auf Druck untersucht werden, da besonders bei gegossenem Werkstoff die üblichen Zugversuche nicht immer auch das Verhalten des Stoffes bei Druckbeanspruchung erklären.
Beim dynamischen Stauchversuch (Schlagstauchversuch) werden die Formänderungen durch eine schlagartig wirkende Kraft hervorgerufen. Bei Verwendung eines Fallwerkes mit frei fallendem Hammer und fester Unterlage wird im allgemeinen nur die gesamte aufgewendete Arbeit (Produkt aus Fallgewicht in kg und Fallhöhe in m) in Rechnung gesetzt; es werden also die Versuche durch Rückprall des Gewichts, Arbeitsaufnahme der Unterlage usw. vernachlässigt. Wenn beim Pendelhammer der Rückprall des Hammers gemessen wird und auch der Amboß pendelnd aufgehangen ist (ballistisches Fallwerk), kann die tatsächlich von der Probe aufgenommene Arbeit bestimmt werden. Prellschläge sind zu vermeiden, indem man entweder die Probe nach dem Schlage fortzieht oder den Hammerbären fängt.
Die beim einzelnen Schlag aufzuwendende Schlagarbeit ist nach dem Werkstoff und dem Volumen des Probekörpers zu wählen. Gebräuchlich sind für die spezifische Arbeit, d. i. die auf 1 cm^3 des Probeinhalts bezogene Arbeit, die Werte von 1 : 10 mkg/cm^3, je nach der Festigkeit des Werkstoffes. Für Kupfer und weiche Metalle reicht eine spezifische Schlagarbeit a = 2,5 mkg/cm^3, für Walz- und Druckmessing und weichen Stahl a = 5 mkg/cm^3 und für harte Metalle a = 10 mkg/cm^3 im allgemeinen aus.
Biegeprüfung: Nagel — Drahtbiegeprobe. (777.)
Knickversuche sind Druckversuche mit Stäben, deren Länge im Vergleich zum Querschnitt groß ist. Hierbei tritt unterhalb der eigentlichen Quetschgrenze des Werkstoffes ein Ausknicken des Stabes ein. Als Knicklast wird beim Versuch diejenige Belastung bezeichnet, bei welcher der Probestab nachgibt.
Bei gleicher Stabform und gleichem Werkstoff ist die Knicklast von Art der Lagerung der Endflächen (Druckplatten) abhängig.
Knickversuche werden z. B. mit Stäben aus Leichtmetall, die zu Konstruktionen im Flugzeug- u. Luftschiffbau gebraucht werden, ausgeführt.
Aufnahmen von Zug-, Druckseiten, aber nicht während der Dehnung, sondern nachher. Nach Aufbringen von Goldstaub im Röntgenbild erscheinen dann die Ringe des Metalls und des Goldes in bestimmter Weise infolge der Dehnung verschoben.
Röntgenographische Messung von elastischen Spannungen. Glocker — Z. für Metallkunde 1935 p 196.

Explosive Materialprüfung von anderen Metallen als Eisen. **891**

Unterteilung wie bei 890.

Besonders wichtig Blei für Sprengstoffuntersuchungen (Bleifußböden, Bleiplatten, Bleiblock).

Kupfer für Stauchversuche (crusher gauge).

Reinheitsgrad des Kupfers ermessen durch Explosiv-Stauchung.

Besondere Prüfungsergebnisse bei Einkristallen, Ermüdungserscheinungen usw.; Rekristallisationserscheinung.

Besonders: Begutachtung von Metallpulvern.

(Vgl. Springs Versuche betr. Zusammenpressen von Metallpulvern zu Legierungen.)

Zusammenschweißbarkeit zu Legierungen in der Explosionsbombe analog den Springschen Versuchen?

Kann Metallpulver noch kleiner zerschmettert werden? (s. u. Sandzerschmetterung?)

Explosive Materialprüfung von Legierungen (außer Stahl). **892**

Einteilung wie bei 890.

Ermittlung der Zusammensetzung aus Vergleich mit den entsprechenden Ergebnissen bei den Einzelmetallen.

Besonders: Wärmeverhalten z. B. von Messing (Änderung des Metallgefüges). (613.)

Wiederverwendung ausgeglühter Schlagzündschrauben. Messinggefüge nach ein-, mehrmaligem Beschuß (472).

Gefügeveränderung durch Wärmeeinfluß sehr gering, weil Zünddauer zu kurz ist.

(Vgl. dazu: Welche Zeit ist mindestens notwendig, um durch Ausglühen eine erkennbare Materialveränderung zu erhalten?)

Neben Stoßwirkung auch noch Ausbrennungen. (611.)

Zerschmetterung bei Legierungspulvern physikalisch oder chemisch? (s. bei Metallen 891.)

Metall — Stahl — als Panzerschutz. **893**

Herstellung von Stahl besonderer Zähigkeit!

Physikalische Verstärkung (s. bei Geschützen! Drahtgeschütze, Autofrettage).

Chemische Verstärkung: Ni, Wo, Mo (Stabilität bei Hitzebeanspruchung).

Schilde, Harnische (Plattenharnisch).

Schutzschilde an Geschütz.

Stahlhelme. (Form, Schußwirkung darauf. Justrow, Wehrtechn. Monatsh. 1935, 481.)

Panzerplatten bei Festungsbau.

Panzerplatten für Beobachtungstürme mit Schießscharten.

Panzerplatten für Schiffswände.

Panzerplatten für Eisenbahn.

Panzerplatten für Flugzeuge.

Metalldoppelwände mit Wasserfüllung (Abkühlung bei Brand) (s. Füllungen von Geldschrankwänden).

Umkehrung d. Prinzips der Kappengeschosse (s. 852).

Panzer aus Stahl, umgeben von anderen Metallen, leichteren (vgl. Prinzip des Kinon-Sicherheitsglases! (s. 896.)

Formeln von Krupp, Noble, der Spezziakommission! (890.)

Splittersicher ist Bauwerk, wenn es schwerste Splitter, schußsicher, wenn es Einzeltreffer aushält (gegen leichte, mittlere, schwere Geschosse) (s. Schuß!), bombensicher, wenn es vielen Einzeltreffern widersteht!

Starke Bewegung der Panzer als Abwehrmaßnahme.

Kräfteparallelogramm! (s. 890.)

Explosivmaterialprüfung von Holz. **894**

Einteilung wie bei 890.

(Vgl. Brandprüfung von Holz. 084.) (695.)

Lebendes Holz — Bäume. Totes Holz. (Weich-, Hartholz.)

Längsfaser. Querfaser. (Splitterung neben Einschuß bzw. Durchschuß!) (Wie weit geht Splitterung?)

Vergleich mit Festigkeitseigenschaften des Holzes gegen Druck und Zug.

Vgl. Kiefernsplitter durch Eichenholz bei Explosion hindurchgeschossen. (vgl. Auflagesprengung.) (863) (797, 852) (Cranz I 468: Kerze durch Holzbrett.)
Schußwirkung: Aus Art der Schußöffnung Rückschluß auf Entfernung, aus der Schuß fiel, auf Richtung, Geschoßart, Pulverart.
Torpedowirkung (mit Lufträumen) auf Holzhäuser (s. weiter unten Gebäude!).
Explosion in einem hölzernen Magazin. Explosion gegen hölzernes Magazin.
Besonders: Holz in Verbindung mit Metallen.
Besondere Wirkung des Nahstoßes, des Fernstoßes.
Wirkung auf Kork in Gegensatz zu Holz (vgl. Gummi).
Sicherungen bei Schießständen (s. 895).

895 Explosivmaterialprüfung von Gesteinen, Baumaterial für Häuser, Straßen. Schutzbauten.
Einteilung nach 890, 891.
Explosivprüfung von Gesteinen: vgl. mit:
Mohs Härteskala: Härte nicht = Zahl, sondern zwischen zwei Zahlen liegend (432),

1 = Talk	6 = Orthoklas
2 = Steinsalz (Gips)	7 = Quarz
3 = Kalkspat	8 = Topas
4 = Flußspat	9 = Korund
5 = Apatit	10 = Diamant

(2 ritzbar mit Fingernagel, bis 6 ritzbar mit Stahlklinge.)
Explosion auf Mineralien (stimmt Prüfungsergebnis mit der Mohsschen Härteskala überein?). Erze. Ergibt sich ähnliche Splitterung wie bei mechanischer Spaltung der Späte, Feuersteine (s. Glas)?
Urgesteine erkennbar? Basalt, Gneis, Granit. (889.)
Gebrannte Tone, Porzellane.
Ziegel. Mörtel. (Sprengung der alten Troiamauern: Steine zerschmettert, Mörtel nicht.)
Zement. — Beton — Eisenbeton. (s. Drahtglas.) (896.)
Vgl. Festigkeitszahlen, Tragfähigkeitszahlen mit Ergebnissen der Explosivmaterialprüfung.
(Bei Zement vgl. Pumprührwirkung und Zerschmetterungswirkung.) (S. Explosivbetonpfähle 861.)
Explosivmaterialprüfung von Erdarten (vgl. Kraterbildung bei Sprengtechnik).
(Bildung von Maaren, von Mondkratern.) (860.)
Aus Größe des Kraters, ferner aus Zerschmetterungswirkung Rückschluß auf Festigkeit d. Gesteins bei den Erdarten.
Vgl. Sandverformung — Stauformen bei 850.
Prüfung von Straßenbaumaterial statt mit Maschinen-Stoß mit Explosivstoffen.
Explosivmaterialprüfung besonderer Feststoffe! Asbest.
Eisprüfung (Prüfung der Dicke, Haltbarkeit, Tragfähigkeit einer Eisfläche).
Hartmaterialien wie Borkarbid, andere Karbide. (Sprengung von damit ausgekleideten Geldschränken.)
Besondere Wirkung bei Auflagesprengungen (s. 862).
(Hier Moment der Hohlraumsprengung mit heranziehen? 786.)
Die Tornadostoßwirkung bei Explosion in einem Raum = Nahstoß tritt in derselben Weise beim Fernstoß auf: auch beim Lauf der Welle in die Ferne Trennung spezif. verschieden dichter Materialien voneinander (s. 770).
Verbindung von Gestein — Mauerwerk mit Metall, Holz, mit Rücksicht auf Explosivstoffwirkung!
(Herausreißen, Trennung von verschieden dichten Materialien.)
(s. Wirkungsstoß der Bodenwellen.)

Hausbau mit Rücksicht auf Explosionswirkung:
Modellübertragungsregeln (Cranz II 181) (797, 890).
Brandmauer.
Munitionshäuser (ev. unterirdisch). (Verwendung von Kiesbeton, der zerspritzt.)
(s. Explosionsstoß!)
Luftschutzräume.
Sicherung bei Schießständen (894).

Sicherung in Arbeitsräumen: Zwischenwände aus Asbest?
Festungsbau. Unterstände.
Ausblasesystem. (797.) (770.)
Erschütterungsschutz von Gebäuden. (798.)
Bombenschutz von Gebäuden durch Drahtnetze. (798.)
Zerschelldächer gegen Bomben. (989.)

Explosivmaterialprüfung von Glas. **896**

Einleitung wie bei 890!
Schuß durch Glas aus verschiedener Entfernung.
Explosionswirkung auf Glas (Nahstoß). (Prüfung wie bei Bleiplatten. 771.)
Explosionsstoßwirkung auf Glas (Fernstoß).
Glas ist zähe Flüssigkeit wie Gummi (s. 897).
Glasspannungsprüfer der Askania-Werke. Glasverspannung.
Bruch des Glases erfolgt stets unter Zugspannung. Auch bei Druckanwendung wird Festigkeit des Glases örtlich durch Spannungen überwunden. Oberflächenfehler, z. B. Ritzfurchen, scharfe, wenig ausgerundete Ecken und Winkel, geben immer in Verbindung mit Zugspannung Anlaß zur Zerreißung. Durch Kerbwirkung eines Oberflächenfehlers bildet sich, von ihm aus, zuerst eine stark spiegelnde, glatte Bruchfläche. Der Verlauf der Bruchfläche ist stets senkrecht zur größten Zugspannung. Diese Bruchfläche geht, je nach den bestehenden Spannungsverhältnissen, in eine bedeutend rauhere Fläche über, d. h. es bilden sich Splitter. An der Beschaffenheit der Bruchfläche ist also zu erkennen, von welcher Seite (z. B. bei Hohlgefäßen von innen oder außen die Zugspannung ausgelöst wurde (Ch. Ztg. 1935, 884).

Glas, an sich spannungsfrei mit unverletzter Oberfläche, besitzt größte Festigkeit. Die beste Glättung der Oberfläche wird durch Feuerpolitur (Verschmelzen der Oberfläche) oder durch Blankätzung erreicht. Das Schleifen und Polieren des Glases mit mechanischen Mitteln bedeutet eine Verletzung der Glasoberfläche. Dasselbe gilt für das Mattätzen. Geschliffene Gläser haben trotzdem eine sehr hohe Festigkeit. Während bei Glas, das durch falsche oder unterlassene Kühlung vorgespannt ist oder durch eine starke Belastung unter Spannung steht, durch Kerbwirkung einer frischen Verletzung der Bruch herbeigeführt wird, erzeugt eine Verletzung bei unverspanntem oder unbelastetem Glas keinen Bruch. Ritzt man z. B. mit einer Feile oder einem Glasmesser ein Glasrohr, in dem Spannungen vorhanden sind, so kann der Riß oder Bruch schon beim Kerben entstehen. Sind keine Spannungen vorhanden, so muß man erst kräftig mit der Feile einritzen, um das Glasrohr an der Kerbstelle glatt abreißen zu können. Tritt Belastung der Oberflächenverletzung nicht gleich ein, sondern erst nach Stunden, so hat die Kerbwirkung der Ritzstelle bedeutend nachgelassen. Die Stelle bricht nur noch schwer und splitternd. Nach einem größeren Zeitraum hört die Kerbwirkung an der Ritzstelle ganz auf.

Härteskala für Glas nach Niehl stellt schwerere und leichtere Schmelzbarkeit des Glases fest.
Nr. 1. Französisches Kristallglas.
Nr. 2. Weicheres Thüringer Glas.
Nr. 3. Härteres Thüringer Glas.
Nr. 4. Jenaer Normalglas.
Nr. 5. Französisches hartes Kristallglas.
Nr. 6. Borosilikat-Glas 59^{III}.
Nr. 7. Alkalifreies Thermometerglas 122^{III}.
Nr. 8. Kavalier; böhmisches Kristallglas.

Vollglas. Hohlglas. Prüfung besonderer Glassorten! Verbundglas. Drahtglas. Hartglas (s. Bologneser Glastränen). (Schuß durch Hartglas?) Quarzglas.
(Vgl. mit Schlagfiguren, die durch Hammerschlag auf Glas entstanden sind — Goethemuseum —, Vergleich mit Splitterung der Feuersteine.)

Sicherheitsglas — Sigla.
— Kinonglas (s. 893).
— Panzerglas.

Organisches Glas. Kunstglas. (Plexiglas.)
Zwischenlagen von Zelluloid. Mehrschichtenglas.

Gegendruckmethode als Explosionsschutz.

Dickwandiges Einschlußglas hält Druck von 120 atm aus (langsam ansteigender Druck gegenüber plötzlichem Explosionsdruck).

Schießofenröhren nach Ullmann (702, 760), mit Dämpfen von außen umgeben — Gegendruckwirkung. (768.) (Ber. 27, 379.) (Gegendruckmessung bei Blut — 771, 890.)

Man gibt in die auf 600 Atmosphären geprüfte Stahlröhre etwa (40—70 cm) Äther, Benzin oder ähnliche Substanzen (nicht aber Wasser), steckt dann die wie gewöhnlich vorbereitete Einschmelzröhre in das Rohr und schraubt kräftig den Verschlußkopf mit Hilfe von Schraubstock und Schraubenschlüssel auf. Hierauf wird das ganze Rohr im Ofen wie gewöhnlich erhitzt. Sollen die Röhren über 250—300° erhitzt werden, so schraubt man den beigelegten Kühler auf und kühlt dann die Dichtung mit Wasser. Hat man Säure in der Einschmelzröhre, so kann man zur Vorsicht noch etwas Kalk in die Stahlröhre geben.

Druckmessungen im Ullmann-Ofen hatten nach Lassar-Cohn: Arbeitsmethoden usw. I, 1906, p. 97, folgendes Ergebnis:

1. Dünnwandiges Kühlrohr zu ⅓ mit Äther gefüllt und erhitzt: explodiert bei 190° zu Pulver. Werden außen ca. 70 ccm Äther mit erhitzt, blieb das Rohr bei 220° ganz.

2. Dünnwandiges Kühlrohr zur Hälfte mit 38proz. Salzsäure gefüllt und erhitzt: explodierte bei 187° zu Pulver.

Wurden außen 75 ccm Äther und 15 g Ätzkalk mit erhitzt, blieb das Rohr ganz.

3. Dickwandiges Kaliglas zur Schwefelbestimmung mit 0,5 g Thiocarbanilid und 6 ccm konz. Salpetersäure gefüllt und erhitzt: explodierte bei ca. 220°. Wurden außen 80 ccm Äther und 15 g Ätzkalk vorgelegt, so konnte 1½ Std. auf 270° erhitzt werden; das Rohr blieb ganz.

Vgl. ferner: Lassar-Cohn: Arbeitsmethoden usw. 1906, I, p. 99. Nach Walter, J. pr. Ch. 2, 53 (132), Rohr mit CO_2 umgeben.

897 Explosivmaterialprüfung von amorphen Feststoffen (außer Glas).

Amorphe, z. B. zähflüssige Feststoffe.

Einleitung wie bei 890.

Zelluloseprodukte (vgl. Holz). Zelluloid (vgl. Zwischenlagen beim Kinonglas). (896.) Zellon.

Kunststoffe: Bakelit, Galalith, Acrylharze.

Sonstige Kunststoffe — Kunstpreßstoffe.

Siegellack.

Gummi, Hartgummi.

Horn. Haut (auch am lebenden Körper). (Vgl. Schild des Achilleus.) Leder.

Knochen! (s. bei Explosionsstoß 799!)

898 Allgemeine physikalische und chemische Stoffänderungen durch Explosionen.

Beide Arten zusammengenommen, weil sie teilweise nebeneinander verlaufen. (966.)

Einteilung wie bei 890.

Vgl. Wirkung von Ultraschallwellen = stoßzersetzend. Hier also Nahstoßwirkung. (797, 783, 890, 771.)

Physikalische Zerschmetterung!

Sand, Steinstaub. Aus Menge des zerschmetterten Materials, aus Korngröße Rückschluß auf geologische Art des Gesteins. (895.)

(Vgl. amerikanische Sandmethode bei Brisanzmessung 775 (s. Staubpendelprüfer 910).

Festigkeitsprüfung von anorganischen und organischen Salzen auf diese Weise feststellen, da auf andere Weise kaum möglich. (Vgl. o.! Metallpulver.)

Vgl. Druckreaktionen nach Ipatiew.

Kohlung, Entkohlung der Geschützrohre (s. 801).

Bildung von Diamanten im Explosionskalorimeter (z. B. aus vorhandenem Kohlenstoff, aus naszierendem Kohlenstoff von Pikrinsäure usw.)

Chemische Reaktionen unter Explosionsdruck! (968.)

Salizylsäuresynthese mit Phenol-Kalium durch naszierende Kohlensäure von Sprengstoff her?

Welche brennbaren Stoffe durch Sprengschüsse entflammt? (797.)
Alkyldichloramine explosiv durch Sprengkapselzündung!
Verstäubung von Giftkampfstoffen (729, 910, 968). Dabei teilweise Verbrennung.
Wirkung auf zu versprühende Giftkampfstoffe. (968.) Brombenzylcyanid wird durch Detonation zerlegt. (968.)
Bridgemanns Druckversuche mit 40—50 000 at, bei denen gleichzeitig Verdrehung stattfindet, so daß Atomabstände verändert werden — Atomzertrümmerung? (796, 797, 890.)

Korpuskularstrahlen bei explosiver Materialzerstörung. **899**

Einteilung wie bei 890.
Entstehen durch Materialzertrümmerung mittelst Explosionen Korpuskularstrahlen? Apparatur zum Nachweis. (Vgl. Explosionselektrizität 797.)
(Umkehrung der Tatsache, daß durch Strahlen Explosionen veranlaßt werden — s. Zündmittel! 498.)
(Vgl. Atome und Radikale bei Explosionen!) (783.)
Explosivstoffe sind Systeme, die je nach ihrer Stabilität mehr oder weniger geregelte Atombahnen bzw. -schwingungen im Molekül zeigen, wie auch andere stabile Körper, die unter gewissen Bedingungen, z. B. beim Anwärmen oder Vorwärmen, vermöge ihrer Struktur abnorme Schwingungen in sich entfalten, welche nur eines geringen Außenstoßes bedürfen, um momentan zerschmettert zu werden. (Vgl. Neue Vorstellungen über die chemischen Elemente. Elektrische Feldtheorie. Herbst, Chm. Ztg. 1935, 777. (620.)
Vgl. Radioaktivität. Strahlung durch menschliche Energie nicht beeinflußbar. (Auch nicht durch Explosionsdruck?)
Versuchte Atomzertrümmerung mit α-Strahlen eine Art von Bombardement (Treffwahrscheinlichkeit bei den negativen Elektronen?).
(S. 499.) (Vgl. Elektronenstoßreaktion.) (783.) (518.)

Nebelstoffe, Rauchstoffe, Giftkampfstoffe. 9

Nebelerzeugung. 90

Natürliche Nebel. Kondensation von verdunstetem, verdampftem Wasser. 900

Nebel = Luft + Flüssigkeit (Wasserdampf).
Unter welchen Bedingungen entsteht Nebel? Übersättigung der Luft mit Wasserdampf. (647 — Hygrometrie.)
Wichtig Außentemperatur (Druck weniger wichtig).
Verdunstung von Wasser: unter welchen Bedingungen entsteht Nebel? (642.)
Verdampfung von Wasser? Unter welchen Bedingungen entsteht Nebel? (643.)
Verdunstung, Verdampfung von wässerigen Lösungen: wieviel von gelöstem Stoff geht mit in die Luft? (Jodsalz — Meerwasser.)
(Behauchte Glasscheiben — Mondhöfe 932.)
Bestimmte Nebelgegenden: Küstenländer — England. (Reykjavik = Nebelbucht.)
Vgl. Nebelsterne, Nebelflecke nach Arrhenius! (Spiralnebel — Jagdhunde.)

Nebelerzeugung durch Kondensation bei Verdampfung niedersiedender Flüssigkeiten. 901

Nebel beim Verdampfen flüssiger Luft.
Dto. bei flüssiger Kohlensäure, schwefliger Säure.
Dto. bei flüssigem Ammoniak?
Ursachen bei diesen Arten der Nebelerzeugung:
Verhalten der Luftfeuchtigkeit, der Luftkohlensäure usw.
(Vakuumapparatur?)

Dispersion von Flüssigkeiten durch Hindurchleiten von Gasen. 902

Vgl. Beckmannzerstäuber bei Spektralsalzverstäubung. (575.) (Ausdruck!)
Verhältnis zwischen spezif. Gewichten der Flüssigkeit und des Gases.
Versuche mit Wasser und schweren, leichten Gasen (vgl. milchige Trübung, wenn aus Leitung Wasser mit Luft zusammen entnommen wird!).
Andere Flüssigkeiten, andere Gase! (143.)
Disperse Gase, z. B. in Kohlensäurebädern, mit Unter-, dann Überdruck. (Wissen u. Fortschritt 1936, 513.)
Mitreißen von Flüssigkeitsteilchen in Rektifikationsapparaten. (V. d. I. 1936, 1010.) (642.)
Schaumbildung (s. 920). (678 — Schaumlöschung.)
Schaumhaltbarkeit — Schaumhaltigkeit.
Vergl. dazu:
Zerschäumungsanalyse — Spumate.

Nebelerzeugung durch Dispersion von Wasser. 903

Zusammenhängende Flüssigkeit aus bestimmter Höhe herunterfallen lassen:
Wann tritt Nebelbildung auf, oder vielmehr wann erfolgt Zerspaltung zu einzelnen Tröpfchen? Wasserversuche:
Größe der Tröpfchen. (Mielenz in Hanslian: Der chemische Krieg I, 627.)
Maßgebend Umgebungstemperatur.
Anwendung der Fallgesetze bzw. des Stokesschen Gesetzes! (920.)
Wasser durch Sieb fallen lassen, Maschenweite: bis zu welcher Kleinheit werden Tropfen aufgeteilt? Wann läßt Sieb Flüssigkeit nicht durch? (Vgl. Herstellung von Flintenschrot!)
Verdunstung während des Weges vgl. mit Bahn brennenden fliegenden Leuchtsterns.
Tropfen bestimmter Größe, d. h. bestimmten Gewichts aus bestimmter Höhe bei bestimmter Temperatur auf Filterpapier fallen lassen: Größe des erhaltenen Kreises messen!

Ausbreitungsgeschwindigkeit — Kreisdurchmesser nach bestimmten sec messen. Zum Vergleich auf glattes Papier fallen lassen, auf dem Kapillarität fehlt.
Spritzer, besonders auf glattem Papier, ausdeuten. (Vgl. mit Spritzfiguren der Sprengkapseln auf Bleiplatten.)

Zerstiebenlassen des Tropfens auf einer Flüssigkeit, mit welcher sich Wasser nicht mischt, z. B. auf Petroleum, welches leichter ist, auf Quecksilber, welches schwerer ist! Welche Wellenerscheinungen treten auf? Rückschluß auf Verstiebungs- und Auffangflüssigkeit? (910, 964.)

Wassertropfen durch Röhre fallen lassen, die von außen angeheizt werden kann: Tritt Vernebelung ein, bei welcher Temperatur, bei welchen Fallwerten? (643.)

Tropfen von Wasser in anderer Atmosphäre fallen lassen als in Luft. Unterschiede gegenüber reiner Luft.

Tropfenformen (s. 920). Geschwindigkeitsmessung fallender Tropfen (s. 964).

Künstlicher Regen (838), Wunderregen, Buntregen (905).

Wassernebel, um Fabrikräume staubfrei zu halten. (Achtung! elektr. Kurzschlußmöglichkeit, s. Feuerlöschung!)

Nachweis, warum Beregnen einer Stadt durch Flieger nur bei niederer Flughöhe möglich. (964.)

Versprühung durch besondere Apparate.

Versprühung bei gewöhnlicher Temperatur:
Regenkanone.
Luftbefeuchter in Arbeitsräumen, in Kinos. (Vgl. 902: Versprühung von Flüssigkeit durch hindurchgeleitetes Gas.)
Versuche mit Blumenspritze!
Untersuchungen.
Teilchengröße, Form, ihre Temperatur, Reichweite, Aufprallgeschwindigkeit, Sonderuntersuchungen. (920.)
Mit welcher Energie haften Teilchen an Wänden usw.? Aufspritzflächen sind vorher anzurauhen. Haftfestigkeit!

Versprühung statt in Luft in andere Gasatmosphären hinein: Unterschiede gegenüber dem Spritzen in Luft hinein!

Vgl. Versprühung mit der Feinverteilung des Filtrierens. (Flüssigkeitsstrahl — Strömungslenkung s. 659.)

904 Nebelerzeugung durch Dispersion anderer Flüssigkeiten als Wasser.

Flüssigkeiten, einzelne allein.

Flüssigkeiten, verschiedene, ineinandergelöst.

Tropfenzerstäubung wie eben, statt mit Wasser mit anorganischen Säuren von verschiedener Konzentration, ebenso mit anorganischen Laugen verschiedener Konzentration. (Kann man aus den erhaltenen Resultaten den Grad erschließen?)
Ebenso Gemische von Säuren,
Dto. Gemische von Laugen.

Anorganische Salzlösungen von verschiedener Konzentration. (Auch wieder Konzentration aus diesen Resultaten erschließbar?)

Gemische von Salzlösungen.

(Unterschiede gegen Versuche vorher: Fallenlassen nicht auf einfaches Papier, sondern Säure auf blaues Lackmuspapier usw.)

Organische Flüssigkeiten verschiedener Natur.
Mischungen derselben untereinander, Mischungen mit anorganischen Flüssigkeiten.
Ölnebel.

Petroleumtropfen auf Wasser fallen lassen, Teilchengröße sowie Verteilungszonen mittelst Quarzlampe durch Fluoreszenz feststellen. (Fluoreszierende Flüssigkeitstropfen auf Lösungen von Nitropörpern fallen lassen. S. 590.)

Versprühung durch besondere Apparate. Schoops Spritzverfahren.

Quecksilberregen an Luftpumpe. Hg durch poröse Kugel usw. verdampfen!

Sprays bei Narkosen. (Inhalationsapparat 900.)

(Vgl. Spray mit Äthylchlorid: letzteres kommt bei der niederen Temperatur als Nebel zum Vorschein.)
Sprays für Medikamente im Munde — Dentadolorgerät.
Spritzpistole nach Schoop für Flüssigkeiten, also für niedere Temperatur. (177, 877, 890.)
Verwendung für Spritzlacke usw. (vgl. mit Dürrs Fackellicht!). (145, 146.)
Die lästige Bildung von Metallnebeln beim Schoop-Verfahren muß vermieden werden. Metallnebel (s. 904). Anwendung von Heißluftspritzen! (Werkstattechnik 1936, 148.)
Versprühung beim eigentlichen Schoopschen Verfahren, d. h. bei höherer Temperatur.
Entstehen auch Nebel, wenn der Feststoff erst geschmolzen werden muß?
Gilt bei dem starken Druck noch Newtons Abkühlungsgesetz?

Nebelerzeugung durch Kondensation infolge Abkühlung. **905**

Erzeugung des Aerosols durch schnelle Abkühlung der Dämpfe einer Substanz unter ihren Siedepunkt. Kondensation durch starkes Überschreiten der Sättigungskonzentration.
Ev. Unterkühlung (Verhinderung derselben durch in Luft befindliche Keime).
(Mielenz in Hanslian: Der chemische Krieg I, 627.)
(Metallnebel vgl. Metalldämpfe!) (020 etc.)

Nebelerzeugung durch Kondensation — Wasseranziehung. **906**

Wasseranziehung durch rauchende (!) Substanzen. (eingebürgerter Begriff: ‚rauchend' irreführend!)
Nebelbildung konzentrierter Säuren beim Stehen an Luft beruht darauf, daß Wasser angezogen wird. (Vgl. Hygroskopizität!) (647.) In welcher Form geht diese Wasseranziehung vor sich? Strömungen, Wind damit verbunden? (s. 650) Sommer, Winter!
Säurearten: Konz. Schwefelsäure, Oleum, Schwefeltrioxyd. (936.)
Chlorsulfonsäure.
Konz. Salzsäure, Salpetersäure.
Phosphorpentoxyd. (Feststoff.)
Abrauchen mittelst konz. H_2SO_4 in Platinschale.
Si-Verbb., Sn-Ti-Verbb.: (936.)
$SiCl_4$.
$SnCl_4$ = Opacit.
$TiCl_4$ = Fumigerit.
In versprühtes $TiCl_4$ 4—5 Tl. Wasserstaub einblasen. (Kombination mit Rauchbildnern.)

Wasseranziehung durch Verbrennungsprodukte.

Verbrennung von Schwefel an Luft, O: 011, 203. Nebelbildung z. B. im Zylinder mit O.
Verbrennung von P an Luft, O: 014, 203. Nebelbildung z. B. im Zylinder mit O. (Vgl. P_2O_5.) (936). Bei Schütteln mit wenig Wasser zunächst Verstärkung des Nebels.
Besondere Versuche betr. Wasseranziehung resp. Nebelbildung!
An Luft, gewöhnlicher, besonderer, bei verschiedenen Temperaturen (Sommer, Winter).
Absorption nach Remys Untersuchungen.

Nebelerzeugung durch Kondensation bei chemischen Reaktionen. **907**

Neutralisationsnebel:

Zusammentreffen der Substanzen von 906 mit Ammoniak, Kalk. (936.)
Verstärkte Nebelbildung: es tritt Neutralisationswärme hinzu!
Z. B. Oleum auf Kalk tropfen lassen!
Zusammengeben mit Ammoniak. (NH_4NO_3 darf nicht mit SO_3 zusammenkommen!)
(Schiffe gefahrlos durch diese Neutralisationsnebel!)
Vernebelung dieser Art nicht an Luft, sondern an besonderer Atmosphäre. (Schußatmosphäre.)
Besonderheiten der Absorption: Untersuchung von Remy.
Stärke, Dauer des Nebels.

Nebel bei besonderen chemischen Reaktionen.

Besonderes: Auftreten von Nebel beim Zusammentreffen von SO_2-Gasen mit Kontaktsubstanzen beim Kontaktschwefelsäureprozeß (D. R. P. 567 734).

908 Apparative Einrichtungen betr. Vernebelung im Kriege — Tarnnebel.

Geräte für Dispersions- und Kondensationsverfahren (s. 904—907) (Nach v. Tempelhoff in Hanslian: Der chemische Krieg Bd. I p. 635 etc.)

Übergangsstadien zwischen Nebel — Rauch.

Kalkgeräte: Nebeltopf, Nebelbüchsen.

Nebelzerstäuber: Nebelschornstein (smoke funnel) für Schiffe. Nebeltornister. Stehende Zerstäuber.

Nebelkraftwagen (Nebel-Sondergeräte). (Vernebelung von Gangster-Autos.)

Nebelgeräte für Flugzeuge — Nebelbordgeräte: Auspuff-Druck-Luftstromgeräte.

Fernzündung von Nebelgeräten (v. Tempelhoff l. c. p. 640).

(Sogen. Nebelkerzen sind durchweg Raucherzeuger! s. 915.)

909 Nebelerzeugung auf Entfernung. Nebelgeschosse. Nebelbomben.

Nebelmunition:

Nebel-Hand-Gewehrgranaten.

Nebelgeschosse.

Nebel-Fliegerbomben.

Einrichtung. Zündart. Schußweite (916).

Einfluß der Zündertemperatur?

Versuche, vorher hergestellte Nebelwolken durch lange Röhren hindurch an bestimmte Geländestellen zu tragen. (Z. Sch. Sprw. 1934, 90).

Fernverdunstung leicht siedender Stoffe (s. Wind 643, 650).

91 Staub. Raucherzeugung. Rauch zur Tarnung. Signal-Bunt-Rauch.

910 Staub.

Anorganischer Staub in der Natur:

Stein-, Aschenstaub. (Bezeichnung auch: Pulver.)

Kosmischer Staub. — Geologische Probleme der Staubentstehung.

Äolische Stäube (meist Wüstensand, vulkanischer Staub, Laven [s. 997]).

Aquatischer Staub (Sandsteine, Schiefer).

Größen (Mikroskop). Reichweite durch Wind: schwarzer, roter, blauer Schnee.

Aufwirbelung durch Wind, Autos, Pferde, Menschen.

Anorganischer Staub, künstlich:

Basisches Berylliumkarbonat ist sehr locker, daher stäubt es beim geringsten Windhauch. (Hofmann.) Handelt es sich hier um Staub oder Rauch? Wasseranziehung?

Cr_2O_3 als Karburierungsmittel (s. 533): Ebenfalls Frage, ob Rauch oder Staub: Wasserabsorption?

Al-Staub aus Glasflasche auf Ozean zur Orientierung der Flieger. 20 km weit. (916.)

Organischer Staub in der Natur:

Blütenpollenstaub (Mengen der einzelnen Pflanzenpollen).

Größe (Mikroskop), Reichweite im Wind: Frühlungsluft dadurch infiziert — Ermüdungsgift — Heufieber.

Brennbarkeit? Vgl. Staubexplosionen! (187.)

Stauberzeugung durch Zerkleinerungsmaschinen resp. durch Abnutzungserscheinungen:

Schleifstaub, Rüttelstaub, Gichtstaub, Flugstaubkammern.

Staub bei Schoops Metallspritzverfahren (s. bei Nebel 905).

Metallverstäubung in Glühlampen (Temperatureinfluß). (Wird durch Gasfüllung unterbunden!)

Reibvorrichtungen. Stampfwerke (Pulverstampfmühlen).

Mühlen (Verunreinigung mit Gesteinsstaub — Schw.-P.!)

Desintegratoren. Staub beim Sandstrahlgebläse.

Plausons Kolloidmühle.

Zerschmetterungswirkung durch Sprengstoffe: Abtrennen von Gesteinsstaub, Kohlenstaub bei jedem Sprengschuß! (729.) (898.) (968.)

Staubbildung in Wohnungen: Staubsauger. (924, 928.)

Stauberzeugung hier durch Erschütterungen, Schallwellen usw.? (s. Wirkung von Ultraschallwellen!) (783, 890.)

Staub in Atmungsluft. Staublunge.

Staubmengen als Zeichen der Festigkeit: Beim Reibungsversuch werden durch Pendelschlagmesser von Prüfmaterial 300 ccm Staub abgenommen: Zahl der dazu notwendigen Pendelschläge!
Staubmessungen s. Eigenschaften! (920.)
Pulver-Schüttfigur usw. (965) (vgl. Schoop 905). Auffallenlassen auf Flüssigkeitsniveaufläche — Wellenerscheinung (s. 903, 964). —

Rauch: Allgemeine, historische Betrachtungen. **911**

Rauch = Nebel + Staub.
Rauchopfer. Weihrauchkessel. (082.)
Hexenrauch.
Priestergaukeleien. Rauchbenutzung bei Zauberern, welche damit ihre Vorbereitungen verdecken. (Kinobilder in Rauch — Atmosphäre.)
In Wüstenstrecken von USA. wird müder Wanderer oft von grünblauen Zweigen des Rauchbusches genarrt, die von ferne Rauch vortäuschen!

Raucherzeugung durch Verstäubung. **912**

Rauch (s. 900), Gemisch von Nebel und Staub!
Rauchbildung bei Verdampfung von $CuCl_2$, $ZnCl_2$: dichte Dämpfe, wenn man bei genügend hoher Temperatur verdampft!
(Rauch erst, wenn Wasserabsorption aus der Luft dazukommt!)
Blasen von NH_3-Gas über Flaschen mit konz. HCl, anderen konz. Säuren: Rauch, da Nebel dabei ist.
Versuche bzl. dieser Rauchbildung!
Welche Konzentrationen sind zu dieser Rauchbildung erforderlich?

Raucherzeugung durch Verbrennung anorganischer Substanzen. **913**

Verbrennung von Zn zu ZnO — lana philosophica.
Verbrennung von As zu As_2O_3 — Hüttenrauch.
Andere derartige Verbrennungen.
Mengen des entstehenden Rauches.
(Eigenschaften, Seßhaftigkeit s. 920.)
Rauchbildung bei Leucht-Signalsätzen: (558.)
Satz aus Al + $KClO_3$ gibt starken Rauch.
Abfangvorrichtungen. Menge (Eigenschaften s. 920).
Besonders Verbrennung von Phosphor, P-Kombinationen (s. u. Tarnung).

Raucherzeugung durch Verbrennung organischer Substanzen. **914**

Räuchern — Konservieren. Rauchfang (124). Aromatisches Räuchern — Parfümieren = par fumum (s. 939).
Ausräucherung — Desinfektion. (979.)
Fumologie.
Höhenrauch, Heiderauch. (Sonnen-, Land-, Erdrauch.)
Essen-, Ofenrauch (s. rauchfreie Verbrenung 174, 175).
(Zimmer schwarz geräuchert, schwarzes atrium der Römer, schwarzer Kochkessel.)
Verbrennung von Kohle, Phyto-, Zoostoffen: (vgl. 084) Brandschwaden.
Zigarrenrauch (richtiger Ausdruck: Rauch!): Rauch aus Lunge, Nase, Ohren, Auge.
Pfeife, Wasserpfeife. (083, 084.) HCN-Nachweis durch Rauchgeschmack (971).
Opiumraucher, Haschischraucher.
Radix pedis diaboli — Teufelsfuß. (939.)
Besonderer Rauch bei Verbrennungen:
Im Motor: Auftreten von Rauch = fehlerhafte Verbrennung.
Rauch-, Rußtelegraphie von Flugzeug aus. (926.)
Rauchprüfung bei Werkzeugmaschinenölen, Transformatorenölen — Schmierfähigkeit — Verkokung, 087. Nur bauchbar bis zu Temperaturen, bei denen Rauch durch Erwärmung entsteht.
Raucherzeugung mittels imprägnierter Schießwollfäden (331, 918, 919). Rauchkerzen. (962.) (908.) (Auch Nebelkerzen durchweg Rauchkerzen.)
Rauch bei einheitlichen Stoffen durch Verbrennung: Weißer Rauch bei Verbrennung von Zinkäthyl (vgl. o. Zn!).

915 Beabsichtigte Rauchentwicklung = Rauchtarnung. Feststehende Rauchapparaturen, Schwarz-, Weißrauch.

Zwischenformen zwischen Nebel und Rauch (daher vgl. 908).

Brandkuchen aus Naphthalin. Anthrazenrauchpfannen. (S. Ruß bei unvollkommener Verbrennung 031.)

Verbrennung von Schwarzpulverkombinationen: z. B. Mischung von Schw.-P. mit allen möglichen C-verbb. durch Zündschnur zünden: Entstehender Rauch — Dichte, Vorhangdichte, Dauer.

Sehr dunkler Rauch mit Dinitronaphtalin in Mischung mit Zündschnurschwarzpulver: (66 Di + 34 Schw.-P.)

Berger-Mischungen: Rauch nicht rein weiß, sondern grau von ausgeschiedenem Kohlenstoff.

Mischungen von Zn mit Halogenparaffinen.

(34,6 Zn + 40,8 CCl_4 + 9,3 $NaClO_3$ + 7,0 NH_4Cl + 8,3 $MgCO_3$.)

Brennversuche mit Ringkörpern direkt oder in Hülsen.

Hülsen mit C-Trägern, O-abgebenden Substanzen + etwas Metallpulver.

Weiße Vorhänge:

An erster Stelle steht Phosphor, weiß oder rot. (Kombinationen beider.)

P allein, gemischt mit anderen, die Verbrennung oder die Rauchbildung beeinflussenden Faktoren. (vgl. Nebel, Signalrauch.)

Besondere P-Kombination zur Rauchtarnung!

Besonders konstruierte Apparaturen für (Vernebelung) Verrauchung: Rauchpfannen, Rauchsteine (Nebelsteine).

Rauchofen.

Rauchkerzen. Rauchbrander. Rauchschwimmer (nach v. Tempelhoff l. c. 634).

Apparaturen zur Tarnung von Kampfwagen, Flugzeugen: Auspuffgeräte.

Herstellung von Rauchvorhängen bei Schiffen: man qualmt mit weniger oder mehr Luft, danach Rauch entweder schwarz oder weiß.

916 Raucherzeugung auf Entfernung: Rauchmunition für Tarnung. Rauchmunition für Signalzwecke.

Rauchgeschosse — Rauchbomben. (Rauchgeschosse durchweg als Nebelgeschosse bezeichnet.)

Einrichtung — Zündart — Schußweite. P-Geschosse (weiß oder rot, Kombinationen). Stokes-Werfer.

Geschosse, die auf weichen Boden fallen, müssen empfindlichen Zünder haben (nach Eindringen in Erde findet Absorption des Rauch-Nebelstoffs statt.)

Auf hartem Boden Abprallgeschosse mit Brennzünder.

Rauch für Markierungszwecke: (s. Rauch beim Schuß 735, 736).

Markierung der Flugbahn (neben Leuchtspur s. dort) oder des Geschoßeinschlags.

Gute Geschoßrauchentwickler sind Phosphorkombinationen:

P weiß oder rot. Z. B. Kombination aus 90 Tl. rotem P + 10 Tl. Paraffin oder Rohmontanwachs.

Geschosse mit Phosphor — Fumite zur Markierung der Flugbahn.

Besondere Rauchpatronen zur Markierung von Schrapnellsprengpunkten:

Patronen nach Art der Leuchtpatronen; geben in 60 bis 80 m Höhe kurzen Blitz, Knall, Rauchwolke, die der Raucherscheinung eines Schrapnells entspricht.

Beobachtung von Schrapnellsprengpunkten vom Unterstand aus.

Markierung von Granateneinschlägen im Sandkasten.

Kleingeschosse mit besonderer Rauchfüllung.

Rauchbombe auf Ozean zur Flugorientierung. Rauch auf Wasserfläche 10 km weit sichtbar (910).

917 Bunt gefärbte Dämpfe = Art von Buntrauch.

Anorganische Buntdämpfe:

K-Dampf grün. Joddampf violett (z. B. bei Jodstickstoff).

Dampf von Mn_2O_7 violett, von gasigem Manganfluorid purpurn.

Bromdampf (Diffusionsversuche damit s. 925).

Stickstoffdioxyd.

Chromylchloriddämpfe. Cl-Schwefel + NH_3 purpurn.

Organische Dämpfe: Nitrosobenzol gibt grüne Dämpfe.
Trifluornitrosomethan CF_3NO gibt tiefblauen Dampf. (Ch. Ztg. 1936, 874.)
Violetter Indigodampf. Grün fluoreszierender Dampf (Meyer Ber. 25, 3586).
(Vgl. Bläulicher Zigarrenrauch [s. 083]. [932.])
(Blaue Himmelsfarbe.) (Beugungserscheinung.) (932.)

Buntrauch, anorganischer, bei Verbrennungen. **918**

Zweck der Buntrauchkörper: Anzeige bestimmter Signale.
(Reichweite der Sichtbarkeit vgl. mit Schwarzkörpern, s. u.!)
Fertiger Buntkörper verraucht:
Unbrennbare Farbstoffe zugesetzt, d. h. Sätze verwendet, bei denen vorher zugesetzter Farbstoff beim Verbrennen oder Explodieren verstäubt wird:
Schwarz-P., rauchschw. P. + Ockerzusatz gibt gelben Rauch. Mengenverhältnisse.
Welche anorganischen Farbstoffe können auf diese Weise mit verstäubt werden, ohne ihre Farbe zu verlieren?
Buntrauch wird erst gebildet:
Kadmiumrauch: Gemisch mit n. Gew. P. 71.
Gemische mit anderen Stoffen — Versuche, inwiefern die Rauchfarbe dabei variiert, vermindert, in der Nuance verändert wird, usw. (Jb. Mv. 1904, 104.)
(Lagerbeständigkeit usw. s. u.)
Chromat-Bichromatsätze: Erzeugung von Gelbrauch.
Jodrauch: Verwendung für Fp 02. Füllkörper.
Versuche: Unter welchen Bedingungen ist Rauch braun, violett?
Buntrauch durch Verbrennung von Schießwollfäden, die mit fertigen Farbstoffen oder mit Stoffen imprägniert sind, die beim Verbrennen Buntrauch geben. (913, 914, 919.)
Verwendung beim Schuß:
Durch Sprengladung Stoff verstäubt, der, wenn brennbar, z. T. dabei verbrennt! (962.)
(Vgl. mit Giftkampfstoffen.) (Vgl. Ray J. ind. eng. Chem. 18, 10. 1926.)

Buntrauch, organischer, bei Verbrennungen. **919**

Fertige Buntrauchkörper verraucht. (s. 720 Fremdschwaden!)
Versuche mit Farbstoffen organischer Natur, die den Pulvern usw. direkt zwecks Verstäubens zugesetzt werden (962):
Zusatz von Fettponceau (unwirksam Jb. Mv. 1912, 49).
Nitranilinrot.
Versuche mit verschiedenen Treibstoffen: Wieviel vom Farbstoff kommt zur Wirkung, wieviel verbrennt? (Es kommt dabei auf die entwickelte Temperatur an!)
Andere Farbstoffe, wie Chrysoidinbraun, versuchen!
Buntrauch mit Sätzen aus K-Chlorat + Milchzucker + Farbstoff (letzterer muß überwiegen).
Farbstoff nicht in Substanz, sondern in Ölen suspendiert usw. anwenden.
Buntrauch wird erst gebildet:
Rotrauch aus Nitrokörpern + Hexamethylentetramin, z. B. bei Fp02. Entstehen des NH_4-Salzes als rotes Salz, das dann (immerhin bei niederer Temperatur) verdampft! Dicyandiamid!
Buntrauch durch Verbrennen von Schießwollfäden (913, 914, 918), die mit fertigen Farbstoffen oder mit Stoffen imprägniert sind, die beim Verbrennen Buntrauch geben.
Schuß mit vorstehend angegebenen Kompositionen.

Mechanische Methoden zur Beurteilung, Erkennung, Beseitigung von Nebel, Staub, Rauch. 92

(Gleich, ob brennbar oder nicht.)

Feinheitsmessung. Oberfläche. Form der einzelnen Tropfen, Staubteilchen. **920**

Durch Kondensation von Wasserdampf entstehen kleine, in der Luft schwebende Wassertröpfchen vom Durchmesser 0,005—0,04 cm; in Erdnähe bezeichnet man sie als Nebel, in der Luft als Wolken. Gegensatz zu 921.

Außer nässendem gibt es trockenen Nebel, bei dem die Luft nicht völlig mit Wasserdampf gesättigt ist. Nebel entsteht durch Abkühlung feuchter Luft; dies kann hervorgerufen werden durch Wärmeausstrahlung des Bodens.

Schwebstoffe = Aerosole (0,1—0,001 μ). (Mielenz in Hanslian I, 626.)

(Vergleich mit Wellenlänge des Lichts: gelbes Na-Licht = 0,000589 mm = 0,589 μ.) Danach müssen Aerosole, da sie kleiner als Lichtwellen sind, für bloßes Auge und für Mikroskop unsichtbar sein. (960.)

Sehr feiner Nebel hat Tröpfchengröße = 0,001 cm, feuchter Nebel hat Tröpfchengröße = 0,01 cm, ebenso hat feuchte und trockene Schwefelsäure verschiedene Tröpfchengröße (wichtig für die entsprechende Gasmaske. (S. dort!).

Besonderer Feuchtigkeitseinfluß: Rauchschw. P. gibt in feuchter Luft mehr Rauch als in trockener.

Tröpfchen bei plötzlichem Schweißausbruch — Todesschweiß.

Tabelle über Tröpfchengröße verschiedener Nebel-Rauchmittel, Teilchengröße der festen Teilchen im Vergleich zu Nebeltröpfchen:

Teilchendurchmesser in cm:

Zinkoxydrauch . . .	0,00005 cm	Zementstaub	0,01500 cm
Tabakrauch	0,00025 cm	Mehlstaub	0,01500 cm
Salmiaknebel . . .	0,00040 cm	SO_3-Nebel	0,00055 cm
Kohlenstaub	0,01000 cm		

Gewicht von Kohlenstaub 2—60 mg (Nusselt, Z. d. J. 1912, 124). Also ungefähr Größenordnung der im Dieselmotor verwendeten Schweröltröpfchen!

Häufchenpackung bei Staub 449.

Wird bei gleicher Gewichtsmenge pro Vol.-Einheit der Teilchendurchmesser auf das n-fache verringert, so steigt die Teilchenzahl um 3. Potenz von n, die Gefahr wächst also mit der Feinheit (vgl. mit Explodierbarkeit, z. B. im Motor).

Oberfläche, Volumberechnung nach Beyersdorfer (Staubexplosion). (180.)

Vgl. u.: Geschwindigkeit und Weglänge der Moleküle. (Bei Staub im Zimmer Nachlassen der Ko- und Adhäsion.)

Nebeltröpfchen fallen gleichförmig, da bei ihnen Anziehung durch Erde aufgehoben wird durch Luftwiderstand (730).

Stokes' Gesetz. (964.) (177.)

Ultramikroskop (1903), Beugungsbilder, Kondensoren.

Elektronenmikroskop. (932, 950.)

Elektronenoptik. (V. d. I. 1936, 992.)

Submikronen im Ultramikroskop sichtbar, ca. 1 $\mu\mu$.

Amikronen im Ultramikroskop nicht mehr sichtbar.

grobdispers:	kolloidal:	molekulardispers:
Teilchen $> 0{,}1\ \mu$	Teilchen 0,1—1 $\mu\mu$	Teilchen $< 1\ \mu\mu$ (echte Löss.)

Nebel = Luft + Flüssigkeit = Gas + Flüssigkeit (Dunst).

Staub = Luft + Feststoff = Gas + Feststoff.

Rauch = Nebel + Staub.

Schwaden = Rauch + Luft = Gas + Rauch.

Schaum = Nebel + Gas (678).

(Feste Schäume: Lava, Gesteinsstaub.)

Also Größe der Teilchen einer dispersen Kolloidphase zwischen 100 u. 1 $\mu\mu$ (Zsigmondy).

(Vergleich: in 1 ccm Milch ca. 100 Mill. Fettkügelchen von 1,6—16 μ Durchm.
in 1 ccm Menschenblut ca. 4—5 Mill. rote Blutkörperchen von 6—8 μ Durchm.
Größe von Farbrasterkörnchen 12—15 μ im Durchmesser.)

($KMnO_4$ rot in Verdünnung 1 : 500 000) Goldgehalt im Meerwasser weniger als 0,01 mg in 1 t Goldspuren in Hg. (Miethes Transmutationsversuch.) Mit 0,06 g Moschus kann man 20 Jahre lang großes Zimmer parfümieren (Leslie); nach niedriger Schätzung Teilung in 320 Quadrillionen Teile.)

	Gattung	Einzelbezeichnung	Körperliche Größe mm	Körperliche Größe μ	Sichtbarkeit		Zerkleinerung erfolgt durch	Trennung erfolgt durch
1	Bruchstücke	Rohlinge	600—100		Laufen nicht durch gewöhnliches Filtrierpapier	Makroskopisch, mit bloßem Auge sichtbar.	Vorbrecher	Roste
2	Stück-Erze Stück-Kohle	 Faustgröße Würfelgröße	100 80 40				Steinbrecher	Gelochte Siebe
3	Stuffen Stuffenerze	Grobkorn Nüsse Grobschrot	60 40 16				Walzwerk	
4	Kies	Kandis Haselnuß Erbsgröße Graupen	20 10 3				Schroter	
5	Sande	Gries Filtersand Regentropfen Modellsand Staubsand	4 3 2 1 0,5	4000μ 3000μ 2000μ 1000μ 500μ				Drahtsiebe
6	Mehle und Schlick	Kristallzucker	0,5 bis 0,25	500μ bis 250μ			Kollergänge Kugelmühlen	Tücher
7	Schlamm mechan. Zerteilg.	Maisstärke Kartoffelstärke Mehlpuder Feinschmirgel Menschl. Blutkörp. Reisstärke Ultramarinblau Flammenruß Staub	0,15 0,05 0,033 0,011 0,007 0,003 0,002 0,001 0,001	150μ 50μ 33μ 11μ 7μ 3μ 2μ 1μ 1μ		——— Mikroskopisch auflösbar Grenze für Ultramikroskop	Grenze f. Mahlen	Schlemmschleuder Grenze f. feinstes gehärtetes Filtrierpapier von Schleicher u. Schüll Nr. 602
8	Kolloide Gel = zellig Eigenschwing. = Brownsche Bewegung Kolloidale Lös. = Sol Gallertartig nicht kristallin.		0,001 0,0001 0,00001	1μ 0,1μ bis auf 0,01μ	Laufen durch Filtrierpapier	Mikroskopisch nicht auflösbar	Plausonsche Kolloidmühle	Filterkerze von H. Bechhold m. Poren v. 0,41 — 0,16 μ Ultrafiltration, wenn Filterpapier m. Kollodium nach Wo. Ostwald verdichtet. Plausonsche Kolloidfilterpresse für Großtechnik

	Gattung	Einzelbezeichnung	Körperliche Größe mm	Körperliche Größe μ	Sichtbarkeit		Zerkleinerung erfolgt durch	Trennung erfolgt durch
9	Molekulare Echte Löss. (Zucker in Wasser) (Naphtalin in Benzol) diffundieren dialysieren	Stärkemolekül Wasserstoffmolekül	unter 0,00001 0,000005 0,000001 0,0000001	0,01μ 0,005μ 0,001μ = 1$\mu\mu$ 0,1$\mu\mu$	Laufen durch Filtrierpapier	Mikroskopisch nicht auflösbar		Bisher nicht durch Filter getrennt. Gelöstes Kochsalz läuft glatt durch

Dicke in cm · 10^{-9}	Beobachtungsmethode
7000—10 000	Wägung von Goldblatt. (Die ersten Goldhäutchen mit Dm. < 0,5 Millionstel mm von Faraday hergestellt.)
500—1000	Goldblatt in Zyankali abgeätzt. Schätzung aus der Farbe.
6000 2700	Molekulare Wirkungssphäre einer Silberschicht. Dicke durch Jodieren.
600	Größe von fein verteiltem Gold in Goldrubinglas; optisch bestimmt aus Beugung, Zählung, Wägung. (Ultramikroskop.)
84	Niederschlag von Bleisuperoxyd. Menge des Niederschlags aus Faradayschem Gesetz.
20	Kathodisch zerstäubtes Silber; Interferenzmessung.
5000	Silberschicht auf Glas; von dieser Dicke an normales elektrisches Leitvermögen.
5000	Nickel in Silberschicht auf Glas; von dieser Dicke an normales Verhalten des Halleffektes und des Leitvermögens.
5000	Gold auf Quarz; von dieser Dicke an normales Reflexionsvermögen.
10 000	Öl auf Wasser vor dem Zerfall in Tropfen.
10 000	Öl auf Wasser, molekulare Wirkungssphäre.
100—1000	Verminderung der Reibung zwischen festen Körpern durch Zwischenbringen dieser Ölschichten.
1700	Seifenblase. Dicke aus optischer Formel.
2200	Seifenlösung ohne Salz; optisch ermittelt.
1200	Seifenlösung mit 3% Salpeter; optisch ermittelt.
600—4000	Seifenlösung; optisch ermittelt.
600	Seifenlamellen; Beobachtung von „schwarzen Flecken". — „Statische Dicken".
160	Olivenölschicht, die die Bewegung von Kampfer auf Wasser hemmt; Wägung.
50—180	Klauenöl auf Wasser; Ätherprobe; Wägung.
30—180	Öl auf Wasser; Verhalten gegen Luftströmung; Wägung.
100—150	Öl auf Wasser; Bestimmung aus Oberflächengröße und Wägung.
100 1 Moleküldurchmesser	Harz- und Ölschichten auf Wasser. Wägung.
2 Moleküldurchmesser	Unsichtbare Ölschicht auf Wasser im Gleichgewicht mit Öltröpfchen; Wägung.
120—170	Festes Paraffin auf Wasser; Wägung.
40	Kupfersulfat und Bleisulfat auf Wasser; Wägung.
100—130	Feste Substanzen in schnell verdampfendem Lösungsmittel auf Wasser; Wägung.
40—50 1 Moleküldurchmesser	Kampfer auf Wasser; Wägung.

Dicke in cm · 10^{-9}	Beobachtungsmethode
300	Wasserhaut auf Glas; Wägung.
100—300	Ölhäute auf Quecksilber; Wägung.
100—200	Theoretische Übergangsschicht zwischen Dampf und Flüssigkeit.

Perrins Bestimmung von N: Teilchen sinken durch Schwerkraft, Brownsche Bewegung arbeitet entgegen. Stokes' Gesetz fallender Tropfen. Zählung gibt Abnahme der Teilchen nach oben wie die der Luftteilchen nach barometrischer Höhenformel:

$$\log \frac{p_1}{p_2} = \frac{M\,(h_1 - h_2)}{R\,T}$$

h_1 = Höhe über Erdboden bei Druck p_1
h_2 = Höhe über Erdboden bei Druck p_2
M = Gewicht eines Grammols Gas.

Druck proportional der Teilchenzahl: $\log \frac{n_1}{n_2} = \frac{G \cdot N\,(h_1 - h_2)}{R\,T}$

n_1 = Teilchenzahl in Höhe h_1 der Suspension
n_2 = Teilchenzahl in Höhe h_2 der Suspension.
G = Gewicht eines Teilchens (mikroskopisch ermittelt).

Bei Perrins Gummiguttemulsionen war $\frac{n_1}{n_2} = 2$ bei 0,003 cm (bei den leichten Luftmolekülen bei 5500 m).

N gefunden = $6{,}82 \cdot 10^{23}$, neuestens $6{,}02 \cdot 10^{23}$.
(Vgl. Beweglichkeit in Kanälen der Gasmaske.)

Beobachter	Jahr	$N \cdot 10^{-22}$	Methode
		Aus der Brownschen Bewegung:	
Perrin	1908—1911	60—75	Sedimentationsgleichgewicht an gleichkörnigen Hydrosolen v. Gummigutt und Mastix in Wasser.
Westgren	1915	60,4	Sedimentationsgleichgewicht an gleichkörnigen Hydrosolen von Gold in Wasser.
Fürth	1917	60,5 64	Sedimentation eines Einzelteilchens.
Perrin	1908—1911	55—80	Translationsbewegung v. Gummigutt und Mastixteilchen.
Svedberg und Inouye	1909	62	Translationsbeweg. von Goldteilchen.
Przibram	1912	62—63	Translationsbewegung nicht kugelförmiger Teilchen (Bacillus subtilis).
Fürth	1919	59—68	Doppelseitige Erstpassagezeiten an Gummigutt u. Öltropfen in Wasser.
Perrin	1910	65	Rotationsbewegung an Gummigutt in Wasser.
Westgren	1918	60,9±3,0	Konzentrationsschwankung an Goldhydrosolen.
		Aus der kinetischen Gastheorie:	
Reinganum und Rappenecker	1909	62	Aus innerer Reibung und Raumerfüllung verschiedener Gase u. Dämpfe nach der Theorie von Rheinganum.
Eucken und Chapman	1913	63	Aus kritischen Daten und freier Weglänge nach Chapmans Theorie für einfache Gase.
Jäger	1911	61,2	Aus dem Reibungskoeffizienten und d. inneren Druck v. Flüssigkeiten.
Bakker	1914	68,5	Aus der Struktur der Capillarschicht.
Einstein	1906	66	Aus der inneren Reibung von Zuckerlösungen.

Beobachter	Jahr	$N \cdot 10^{-22}$	Methode
Aus dem Zerstreuungskoeffizienten des Lichtes:			
Kammerling Onnes u. Keesom	1908	75	Kritische Opalescenz von Aethylen.
Zernicke	1915	62—65	Kritische Opalescenz von Gemisch.: Nitrobenzol-Diisobutyl, Methylenjodid-Pentamethylen.
Fürth	1915	77	Kritische Opalescenz von Gemisch.: Phenol-Wasser.
Fowler	1914	60,5±0,4	Transmissionskoeffizient des Sonnenlichtes auf dem Mount Wilson.
Dember	1916	64	Extinktion des Sonnenlichtes in der Atmosphäre auf d. Pic v. Teneriffa.
Sommerfeld	1916	60,8	Aus der Feinstruktur der Spektrallinien.
Aus der Strahlung des schwarzen Körpers:			
Warburg und Mitarbeiter	1915	60±1	Aus dem Plankschen Strahlungsgesetz nach Messungen der Strahlungskonstanten.
Gerlach	1920		
Aus dem elektrischen Elementarquantum:			
Hierzu kann jede Bestimmung des elektrischen Elementarquantums herangezogen werden, die den Wert der Loschmidtschen Zahl nicht benötigt. Die genaueste Bestimmung liefert:			
Millikan	1917	60,62±0,06	Ladungsbestimmungen an Öltropfen und Faradaysche Konstante der Elektrolyse.
Aus radioaktiven Messungen:			
Gleditsch	1916	62,7—64,2	Bildungsgeschwindigkeit des Ra und Zählung der α-Teilchen.
Heß und Lawson	1918		
Boltwood und Rutherford	1911	64,5	Bildungsgeschwindigkeit von He aus Ra und seinen Zerfallsprodukten und Zählung der α-Teilchen.
Rutherford	1914		
Rutherford u. Robinson	1913	59,5	Aus der Wärmeentwicklung des Ra und der Anfangsgeschwindigkeit der α-Teilchen.

Meßmethoden der Feinheit von Tröpfchen, Stäube, Raucharten!
Stoke's Gesetz der fallenden Tropfen usw. (s. o.). Wilsons Nebelkammer.
Siebmethoden.
Ultramikroskopische Methoden.
Vgl. Böschungswinkelmessung.
Ehrenbergs Luftuntersuchung auf Staub. Mikroskop. Formel!
Staubmessung in Observatorien.
(965) Senkungsgeschwindigkeit (s. 991). (Sedimentation. Dekantation.)
Fallgeschwindigkeitsmessung (V. d. I. 1936, 646) (926).
Messungen an behauchten Fensterscheiben (548). Hauchbilder-Photechie (932).
Zentrifugenuntersuchung (921).
Interferometrische Messung im Ultramikroskop (932). (Fortschr. d. Chemie, Physik, physik. Chemie Bd. 20, Heft 1.)

Tabelle nach Staudinger:

Methode	Empfindlichkeit	Ungefähre Zahl der zum Nachweis nötigen Moleküle (Stoff mit Mol.-Gew. = 60)
Analysenwaage	10^{-4}—10^{-5} g	10^{18}—10^{17}
Mikrowaage	10^{-6} g	10^{16}
Farbe	10^{-8}—10^{-9} g	10^{14}—10^{13}
Geruch (z. B. Merkaptan)	10^{-11}—10^{-12} g	10^{11}—10^{10}
Spektralanalyse (Bunsen, Kirchhoff, 1860)	10^{-9}—10^{-10} g	10^{13}—10^{12}
Radioaktivität[1]) (Curie 1898)	10^{-15}—10^{-16} g	10^{7}—10^{6}
Ultramikroskop (Siedentopf, Zsigmondy, 1903)	10^{-16}—10^{-17} g	10^{4}—10^{3}

[1]) Bei Anwendung der elektroskopischen Methode.

Dickenmessung von Staubteilchen:

Eine abgewogene Menge von z. B. Al-Bronzeteilchen breitet sich innerhalb eines Rahmens auf Flüssigkeiten möglichst weit aus. (Versuche mit anderen Flüssigkeiten als Wasser.) Durch Verschieben einer Zwischenwand drängt man die Blättchen zu einem geschlossenen Häutchen zusammen, das aber noch keine Falten zeigt. Aus Gewicht der Blättchen = g, aus dem spezif. Gew. = s, der Oberfläche = o des Häutchens ergibt sich:

$$\text{Dicke} = \frac{g}{o \cdot s}$$

Die nach dieser Methode gemessenen Blättchendicken stimmen mit den interferometrisch gemessenen um so mehr überein, je gleichmäßiger fein die Staubteilchen sind.

Tropfenformen (s. 903). (964.) Tröpfchengröße aus Beugungswinkel bestimmen (548).

Dichte-, Stärkemessungen, Deckkraft von Nebel, Rauch, Staub in der Gesamtheit. **921**

(Gegensatz zu 920.)

Messung mit Ausflußapparat nach Schillings-Bunsen. (951.) (Besondere Anordnung gegenüber der gewöhnlichen Messung reiner Gase.)

Lux-Gaswaage (951). (Stocks elektrische Schwebewaage.)

Abhängigkeit der entstehenden Rauchmenge von Materialausgangsmenge und Verteilung auf Raum.

(Vgl. Dichte, Deckkraft von Bleisalzen!) Vgl. Böschungswinkelmessung.

Rauchstärkemessungen (z. B. am Schornsteinkopf). Staubstrommesser für Staubmengen (s. 926).

Mengenmessung in Luftarten usw. (s. 910).

Zentrifugenuntersuchung (920).

Schwimmaufbereitungsverfahren, Flotation (902, 906).

Schußrauchstärke (731).

Deckvermögen v · d.

Stoff für Vernebelung um so geeigneter, je mehr Rauch von hohem Deckvermögen er pro 1 Gewichtseinheit entwickeln kann. Entwickelt 1 kg beim Vernebeln v Liter Nebel oder Rauch, so ist v · d das Gesamtdeckvermögen der Substanz, wenn Deckvermögen = d.

P + Luft (Sauerstoff)	4600
NH_3 + HCl	2500
Chlorsulfonsäure u. Luftfeuchtigkeit . . .	2200
$SnCl_4$, $NH_3 + H_2O$	1590
Bergers Gemisch	1250
$SnCl_4 + NH_3$	900
$SO_3 + NH_3$	375

(Tarnkraft 932.)

Zahlenmäßiger Vergleich durch Messung der Dicke der Nebelschicht, die beim Durchsehen eine Glühlampe oder sonstige Gegenstände gerade verschwinden läßt. Je kleiner die Dicke der Schicht, um so größer ist das Deckvermögen. Als Maß für das Deckvermögen nimmt man den reziproken Wert $d = \frac{1}{l}$. Nur rohes Maß, da noch andere Umstände hinzukommen: Größe der Nebelteilchen und ihre Farbe. Verdeckungsfähigkeit des schwarzen rußhaltigen Rauchs steht erheblich hinter dem Verdeckungsvermögen künstlich erzeugter weißer Nebel zurück. Durch ultramikroskopische Untersuchung fand man, daß in den besten Nebeln Teilchen mit $\varnothing$ 10^{-3} cm und kleiner waren: Die $\varnothing$ gehen bis zu molekularen Dimensionen 10^{-8}. Ihre Größe kann sich vor allem durch Einfluß der Luftfeuchtigkeit ändern.

Daneben kommt es auf Beständigkeit an, da sich die Nebel im Gelände halten müssen. Hängt ab von Teilchengröße. Teile von 10^{-3} halten sich nicht lange, sondern schweben allmählich zur Erde. Rußteile sind groß, halten sich wegen ihres kleineren spezif. Gewichts lange, decken aber nicht. Die feinsten Teile halten sich sehr lange, sind schwer niederzuschlagen, durchschlagen wie Blaukreuz die Gasmasken.

(Absinkgeschwindigkeit, Sedimentation.)

922 Rauchform. Rauchfahne, Rauchring (Rauchkasten).

Ausdruck: Rauchfahne bezeichnet eine bestimmte Form des Rauchs, allerdings meistens bei bewegtem Rauch (s. u.). (731.)

Rauchringe s. bei Phosphorwasserstoff, Siliziumwasserstoff. S. dort: Größe, Form, Breitenausdehnung der Ringe, also Ermittlung der entsprechenden Bedingungen. (015, 018.)

(Wirbelringe als Feuerlöscher 679.)

Rauchringe mittelst Zigarrenrauch aus Rauchkasten herausklopfen, Demonstration der Bildung dieser Ringform! Vgl. mit Wirbel z. B. beim Abflußloch der Badewanne.

Rauch wie aus Schornstein aus Reagensgläsern, bei Nitrokörpern! (Aus anders geformten Schornsteinen, Reagensgläsern?)

Rußformen bei Rauch von Nitrokörpern (s. 731).

Rauchfahne und Temperatur (s. Rauchströmung 923).

Form der Rauchfahne abhängig von Art des Brennstoffs — der Kohle — und von Art der Esse — Schornstein (Querschnitt!).

923 Strömung von Nebel, Rauch in der Natur.

Staubfälle, früher für kosmischen Staub gehalten, jetzt als vulkanischer Staub aufgeklärt. Besonders wird Staub der Sahara sehr weit getrieben (vgl. Wind 651): 1901 kamen nach Europa ca. 1800 Mill. kg Staub: Partikel vom Durchmesser 4—9 μ und durchschnittlichem Gewicht von 1 : 3 200 000 mg. (910, 920.)

Staub, der im Jahr durch Rosten, Beanspruchung von Eisen (Eisenbahnschienen) in Luft gewirbelt wird.

Flugstaub: Staubteilchen breiten sich um ein Zentrum herum aus, das ihnen als hypothetischen Massenpunkten zukommt. Die dabei entstehende Bewegung ist von Größe, Form, Dichte abhängig, aber ebenso von den Eigenschaften des Trägergases!

Staubgehalt der Luft nachts und im Winter größer, weil Aufwärtsbewegung durch Wärme fehlt. Rolle der Luftfeuchtigkeit. (931.)

Wind treibt Rauch fort, daher gerade aus dieser Bewegung Beurteilung des Windes (Rauchbildnerpatronen, Wolkenspiegel). Rauchbomben.

Auf welche Entfernung zieht Wind? Konnte Abels Rauch Kains Rauch niederdrücken? Rauchfiguren bei 2 und mehr Rauchstellen in bestimmter Entfernung voneinander? Größe derselben zueinander! Rauchströmung und Temperatur (s. 922).

Wie hoch kann Rauch steigen bei bestimmter Witterung? Z. B. bei Geschützfeuer! Geschütz in Deckung! Schußrauch 731. Rauch von Schießmitteln in trockener Luft geringer als in feuchter. (288.) Besondere Bewegung von Gaswolken s. bei Giftkampfstoffen (z. B. einen Abhang herunter usw. Gasnester durch Windstille im Gelände!).

Einsteins Formel für Bewegung kleinster Teilchen in einer Flüssigkeit:

$$A = \sqrt{t}\,\sqrt{\frac{RT}{N}\cdot\frac{1}{3\pi y r}}$$

A = von Teilchen zurückgelegter Weg; t = Zeit dafür; R = Gaskonstante; T = absolute Temperatur; N = Zahl der Gasmoleküle (Avogadros-Konstante); y = Viskosität; r = Radius der Teilchen.

(Ausführliche Abhandlung bezgl. Strömung von Nebel, Rauch von v. Tempelhoff in Hanslian: Der chemische Krieg. I, 657 etc.)

Danach günstig für Vernebelung Rücken- oder Seitenwind von 2 bis 6 m/sec, feuchte, kühle Witterung, frühe Morgen-, späte Abendstunden. Ungünstig Gegenwind, Windgeschwindigkeiten über 10, unter ½ m/sec, böiger, pendelnder Wind, heißes oder sehr kaltes Wetter.

924 Strömung von Nebel, Rauch, Staub in begrenzten Räumen.

Bewegung bei Lokomotivrauch unter Brücken, in Tunnels usw. (789.) Vgl. mit Bewegung in Schornstein. Hier besondere Temperatur berücksichtigen, die bei der weiten Luft fortfällt!

Rauchbewegung um Körper herum: Stromlinienbewegung bei Rauch? Vgl. bei Lokomotiven Anbringung der Bleche, um bestimmte Rauchströmung zu erzielen. (Apparatur von Hahn zur Demonstration von Stromlinien mittelst Rauch. (Vgl. 664.)

Rauchbewegung in erzwungenen Räumen: z. B. innerhalb des Raumes zwischen zwei schnellfahrenden Eisenbahnwagen (s. Wind!).

Nebel von HCl bei Verbrennung einer Kerze in Cl-Zylinder sinkt nur langsam in das schwere Cl!

Schwadenbewegung bei Explosionen von Sprengstoffen aus engen Öffnungen, z. B. aus Bohrlöchern heraus. Vgl. Schwadenbewegung bei Detonationen:
Bei quaderähnlichen Sprengstoffen gehen Schwaden senkrecht zu Flächen ab, am stärksten in der Mitte (s. Schwaden! 730).

Bewegung z. B. in engen hohen Straßen statt in freier Luft.

Rauchbewegung z. B. von Zigarrenrauch in Zimmern usw. (s. 929).
Tabaksrauch zeigt Luftströmung in warmem Zimmer an (s. Staubstrommesser 921).

Ventilation und Rauchbewegung (s. bestimmte Windströmung: Hier wird Staub, Rauch aus bestimmten Räumen ins Freie befördert, Größe des Ventilators richtet sich nach dem Raum!).
Bewegung von Rauch usw. durch Zentrifugalkräfteversuche! Reinigung der Luft hinter Autos, bei Motoren usw.

Entfernnen von Giftkampfstoffen aus Räumen durch Ventilatoren? Anbringung derselben, Zuführung von Frischluft usw. S. 989!

Welchen Weg beschreiben Raucharten, Nebelarten, wenn sie durch enge Röhren hindurchgehen? Vgl. mit Durchfluß von Flüssigkeiten durch enge Röhren — Poiseuilles Gesetz? (909.)
Dabei Rauch einmal freiwillig durch enge Röhren hindurchgehen lassen, dann unter Druck hindurchpressen!
Enge Röhren dabei waagerecht, senkrecht, schräg stellen!

Rauchen aus den Augen.

Verzögern von Rauchbewegung durch In-den-Weg-stellen von Stoßflächen, Stoßkanäle, Prellkörper usw.
Welche Bewegungsänderung erfolgt dadurch? Versuche.

Staubsauger (s. 910, 928).

Dunstputzmaschine (928).

Ansaugen von Rauch im Rauchdetektor, z. B. auf Schiffen. (933.)

Diffusionsversuche mit Nebel, Rauch. **925**

Aufstiegerscheinungen von Nebel, Rauch bei Verbrennung von P in einem Sauerstoffzylinder. (Vgl. 952.)

Aufstieg = Diffusion vergleichen mit Diffusion in Luft, anderen Gasen.

Diffusion von Brom in Luft resp. in Wasserstoff.
Gesetze der Diffusionsgeschwindigkeit. (Nellissens Grubengasdiffusiometer vgl. 980, 722.)

Diffusion von Äther durch Seifenblase.

Besonders deutliches Steigen von Nebel in Cl-Zylinder, in dem Kerze brennt.

Diffusionsversuche mit verschiedenen Gasen, Rauch, Nebel gleichzeitig. (Adsorption gegenseitig!)
Gegenseitige Adsorption oder nur gegenseitige Verdünnung?
(Vgl. dazu: Adsorption von Rauch durch Kohlensäure!) (s. 926.)

Adsorption. Seßhaftigkeit. Staubbindung. Spüleffekt. **926**

Adhäsion — Oberflächenspannung — Viskosität. (Kapillarität.) (953.) (080.) (Osmose 952, 972.)

Abhängigkeit von Wettereinflüssen, Temp., Druck(?), von Oberflächenbeschaffenheit der adsorbierenden Schicht (Rauhigkeit).

(Vgl. Fadenmoleküle — Schmiermittel 088, 621.)

Adsorption allgemein:

Konzentrationsänderung eines Stoffes an Oberfläche eines anderen gegenüber der im Innern herrschenden Konzentration. (Adsorptiv am Adsorbens.)
Positive A. = Erhöhung der Konzentration an Oberfläche.
Negative A. = Erniedrigung der Konzentration an Oberfläche.

Stoffe, die Oberflächenspannung des Lösungsmittels gegen die es begrenzende Phase erniedrigen (erhöhen), sind in Oberfläche der Lösung höher (niedriger) konzentriert als im Innern.

Gibbs-Thompsonsches Theorem: z. B. findet bei einem Wasser-Alkoholgemisch Verdrängung der Wassermoleküle aus Oberflächenschicht statt, so daß Konzentration der Alkoholmoleküle in Oberfläche größer ist als im Innern der Flüssigkeit.

Austauschadsorptionen = Verdrängung adsorbierter Ionen durch andere stärkere Adsorptive ∾ chem. Reaktionen.

Ebenso Adsorptionsverstärkung: Salze, z. B. NaCl, erhöhen beim Zusatz zur Lösung Adsorption oberflächenhafter Stoffe, z. B. von Essigsäure an Tierkohle. (Gasmaskenverstärkung.)

Gefunden für NH_3 auf Glas pro cm^2 $^1/_{25}$ millionstel g, d. h. 1 g NH_3 braucht zur Adsorption Fläche von 50 m Seitenlänge. Essigsäure nur solche von 1,1 m Seitenlänge. (Adsorption evtl. nicht rein physikalisch, sondern teilweise auf chem. Anziehung beruhend, auf Basis von Nebenvalenzen. Michaelis.)

Gasmaskenwirkung: Wirkung der Kohle teils infolge von großer Oberfläche, teils infolge von festgehaltenem Elektrolyten Ca. (Vgl. Säureadsorption in unzerkleinerter Schießwolle.) (Tierkohle wirkt sehr gut, weil sie infolge von $Ca_3(PO_4)_2$-Gehalt locker ist, künstlich aus Zuckerkohle + Ca-Phosphatzusatz.)

Adsorptionswasser = Wasser, von feinkörnigen Niederschlägen als Kristallisationswasser gebunden, bei $t < 100°$ wieder abgegeben.

Adsorptionsanalyse (Wislicenus) = Zerlegung von Stoffgemischen mit Hilfe der verschiedenen Adsorbierbarkeit durch gewisse Adsorbentien. (Vgl. Goppelsröder: Kapillaranalyse.)

Regeln:

a) In wäss. Löss. schwach adsorbiert — im selben Maß wie anorganische Salze, Säuren, Basen — hydroxylhaltige organ. Verbb. wie Zucker.

b) Stärkere Adsorption bei Salzen mit org. Anion oder Kation, noch stärker aliphat. Säuren und Basen.

c) Am stärksten Adsorption bei aromat. Substanzen sowie bei hochmolekularen Verbb. wie Tannin, Farbstoffen.

d) Adsorption org. Stoffe in Wasser nimmt stark und regelmäßig zu beim Ansteigen in homologen Reihen.

e) Allgemeine R.: Stoffe, die in Lösg. stark adsorbiert werden, benachteiligen die Adsorption, wenn sie selbst Lösungsmittel sind und umgekehrt.

Adsorptionskatalyse: Katalysator wirkt als Adsorbens jener Substanzen, deren chemische Umsetzung durch seine Gegenwart beeinflußt wird; Beschleunigung der chemischen Reaktion durch diese Konzentrationserhöhung an Oberfläche des Katalysators. Auch dadurch Beschleunigung, daß Dissoziation der adsorbierten Stoffe im Adsorptionsraum (= Raum, eingeschlossen von Oberfläche des Adsorbens und Grenze der Schicht der Teilchen des Adsorptivs, die der Adsorptionswirkung direkt ausgesetzt sind) erhöht ist. (Polanyi.) (Vgl. katalytische Zündung 425.)

Adsorption von Nebeln, Stäuben (Schwebstoffen).

Adsorption an Feststoffen (Seßhaftigkeit).

Haften von Rauch in Gardinen des Zimmers, von Rauch an Bäumen, Getreide, Früchten. Hierher allgemein Pflanzenschädigung durch Industriegase! (979.)

Adsorptionsversuche mit Silicagel, Bleicherde, Erdarten, Gur, Ton = Adsorption von Feststoffen. (Koetschaus Versuche.)

Adsorption von Giftgasen an Rauch (916) (953, 987). (Wüstenstaub s. 997.)

Absitzen in Flugstaubkammer (s. 929). Absetzgeschwindigkeit.

Großoberflächenstoffe — Raschig-Ringe, NH_4-Salze an Kalk im Boden! (953.)

Benzorbon-Verfahren (Benzolgewinnung aus Leuchtgas).

(Adsorption von Argon an Kohle.)

Adsorption von Rauch an Kohle; vgl. Pasteurs Kohle-Gärverschluß (929, 953).

Adsorption an Flüssigkeiten, besonders Wasser.

Annahme von Rauchgeschmack durch Butter, Öle (953, 970). (Vgl. dazu: Chemische Reaktionen v. Rauch.) Statt Wasser Salzlösungen, Öle, Teer: Verwendung der letzteren als Staubbindungsmittel z. B. auf Straßen, d. h. Straßenbau. Dazu: Staubbindungsversuche mit Leimlösungen! Abreißwinkel 955.

Kann Wassernebel durch konz. H_2SO_4 gebunden, beseitigt werden? (s. 937.)

Adsorption von Staub an feuchter Nase.

Adsorption an Gase.
Fixierung von Rauch durch Kohlensäure.
Rußtelegraphie — Haften der Rußteilchen an Luft.
Desorption — Spüleffekt = Entfernen der adsorbierten Stoffe aus den Adsorptionsstoffen. (H spült aus Kohle adsorbiertes Benzol heraus (vgl. Regenerieren von Gasmasken). (983.)

Meßapparaturen für Staub, Rauch mittelst der Adsorption. **927**
Konimeter.
Kapnograph.

Besondere Apparatur zur Rauchbeseitigung: Rauchverzehrer. **928**
Prinzip der Rauchverzehrer: Anwendung der Oberflächenspannung = Adsorptionswirkungen! Nebel-, Rauchentfernung in begrenzten Kleinräumen!
Apparatives: Vernebelung durch den Apparat selbst, also durch vernebelten Stoff wird ein anderer vernebelter gebunden! (Vgl. o.: 926.)
Besonderheiten der Rauchverzehrung.
Welche Mengen von Rauch und innerhalb welcher Zeit können dadurch bewältigt werden?
(Vgl. 926: Adsorption von Wassernebel durch konz. H_2SO_4!) (Eiskalten Sprühstrahl von konz. H_2SO_4 in Nebel hineinspritzen?)
Beseitigung von Schuß-, Explosionsrauch (731).
Fliehkraftentstauber (924).

Filterung von Rauch. Rauchbeseitigung durch Gasmaske. **929**
Prinzip der Filtration: gewöhnliche Filtration, Druck-Vakuum-Filtration.
Versuche dazu: Durchfluß (-geschwindigkeit) durch lose geschüttetes Körnerhaufenwerk (Körnergröße, Körnerlagerung) (980, 981).
(Vgl. dazu: Windsichten nach spezif. Gewicht, hier wichtig in bezug auf Staub-, Rauchbewegung mittelst des Windes.) Dunstputz (924).
Filtration durch poröse Körper, also eng zusammengedrängte Körner! (Filterkuchen in der Industrie.)
Filtermaterial: Papier, Leinen, Asbest, Glaswolle, Glasfiltertiegel, Festhalten von Rauch vgl. mit Festhalten der Bakterien durch Pasteurs Kohle-Gärverschluß (s. 926, 953), Pasteurfilter — Schießwollfilter.
Ultrafilter von Schleicher-Schüll. (Prüfung mit Rauchdringung.) (Vgl.: Atemeinsatz bei Gasmasken prüft man meist, indem man Rauch durchbläst!) (s. 985)
Kleinste Nebelteilchen besitzen geringe Eigenbeweglichkeit, daher von Adsorptionsstoffen wie Kohle kaum festgehalten (s. 924, 982).
Hochleistungsfilter für Schwebstoffe!
Viscinfilter.
(Gasmaskeneinsatz: Verbessert durch Schnappdeckel aus Filterpapier — verschiedene Arten ausprobieren — s. 983.)
Rauchmasken bei der Feuerwehr! Unterschiede gegenüber den Masken bei Angriffen mit chemischen Kampfstoffen.

Akustische, kalorische, optische, elektrische, chemische Eigenschaften zur Erkennung, Beseitigung von Nebel, Rauch. 93

Akustische Eigenschaften von Nebel — Rauch. **930**
Versuche zur Schallfortpflanzung durch Luft, die Nebel, Rauch usw., also neben Gasen auch feste, flüssige Stoffe enthält.
Ergebnisse? (Erfährt in der Formel für Schallgeschwindigkeit der Laplacesche Faktor eine Änderung?)
Kundtsche Staubfiguren (Versuche mit Rauch usw).
Nebelhorn zur Durchdringung des Nebels.
Schlagwetterpfeife von Haber auch für Nebel, Rauch anwendbar? Nachweis bestimmter Arten von Nebel, Rauch.
Besondere Versuche mit Schuß-, Explosionsrauch (731).
Chemische Kampfstoffe (956).

931 Kalorische Eigenschaften von Nebel — Rauch.

Welche Temperaturen haben Nebel, Rauch?

Nebel meist am Morgen oder Abend, weil Sonne am Tag den Nebel steigen läßt. Ebenso liegt der Nebel meist nicht direkt auf Erdboden, sondern etwas darüber. (Wichtig für Durchdringung des Nebels mittelst Laternen.) (923.)

Rauch verhindert Wärmeausstrahlung — Anwendung bei Obstkulturen: Nächtliche Feuer. (Ebenso wirken Schleier von Wasserdampf = Nebel (s. Wärmestrahlung 665).

Einfluß des Nebels, Staubs, Rauchs auf Wärmeübertragung eines Gases von gleichmäßiger oder ungleichmäßiger Temp. Maßgebend beim Nebel die Dicke. Verhalten sich in letzterer Beziehung verschiedene Nebel verschieden?

Besondere Versuche mit Schuß-, Explosionsrauch 731.

(Vgl. Chemische Kampfstoffe 957.)

932 Optische Eigenschaften von Nebel — Rauch.

Blaue Farbe trüber Medien (verdünnte Milch, blaue Augen, Himmelsblau: kleinste Schwebteilchen reflektieren kurzwellige Strahlen des blauen Spektrumendes stärker als die langwelligen roten. Andererseits beim Gang durch dicke Luftschichten blaue Strahlen infolge Reflexion ausgeschieden, daher bei tiefem Sonnenstand Morgen-, Abendrot).

(Leuchtende Nachtwolken — vulkanischer Staub.)

Rauch von Zigarren blau, braun, je nach Teilchengröße. Braunrauch beim Spritzen von Wasser auf Brandstelle. Im Winter weißer Essenrauch. Blaue Farbe bei Salmiaknebel. Versuche! (s. 083, 917.)

Weiße Farbe des Nebels durch Vorhandensein kleinster Wassertröpfchen bedingt. (Vgl. weiße Farbe von Schnee gegenüber Wasser, von gepulvertem Glas.)

Im Gegensatz zu diesen durch ungleichmäßige Reflexion bedingten Erscheinungen beruhen Höfe um Sonne, Mond auf Lichtbeugung. — Keine Dispersions-, sondern Interferenzerscheinung der Lichtstrahlen.

Farbige Höfe um Laternen im Winter.

Dto. um Flammen, wenn sie durch behauchte oder bestäubte Glasscheiben betrachtet werden: Wassertröpfchen oder Staubteilchen wirken wie Beugungsgitter, daher farbige Bögen um so größer und gleichmäßiger, je kleiner und gleichmäßiger Wasser- oder Staubteilchen sind. Daher Mondhöfe an Abenden klarer Tage, weil schwache Kondensation des Luftwasserdampfs in Form kleinster Tröpfchen; bei stärkerer Kondensation Tröpfchen größer, ungleich, Hof geht in weißliches Feld über.

Sonnenstäubchen — Beugungserscheinungen.

Tyndallkegel-Nephelometrie:

Trübungsmesser an Flüssigkeiten: Kleinmanns Nephelometer, Pulfrichphotometer dto. (Trübungsmessungen von Richards.)

Hauchbilder-Photechie (920). Trübungsmesser an Gasen. Elektronenmikroskop (920) (950).

Trübungsmessung an der Durchsichtigkeit des Nebels, Rauchs:

Wie erscheinen Feuer, Flammen, Lampen usw. durch verschiedene Nebel hindurch?

Vgl. mit Lichtmessung durch dicke Gewebe hindurch! (s. Lichtmessung! 548).

Nebel für Luftbeobachtung durchsichtiger als für Erdbeobachtung.

Durchdringung von Nebel mittelst Lichtes: für Autos, Schiffe usw. Besonders gelbes Licht durchdringend, weil dadurch das ultraviolette ausgelöscht wird!

Beers Gesetz gilt auch hier: Schichtdicke u. Lichtdurchlässigkeit. (V. d. J. 1936, 486.)

Deckkraft des Rauchs, Nebels: weißer deckt stärker als schwarzer. (921.)

Zahlenvergleich durch Dicke der Schicht, durch die hindurch man Glühlampe erkennt.

Maß für Deckvermögen der reziproke Wert davon: $\delta = \frac{1}{l}$ (921)

Photographische Aufnahmen (s. 933 — infrarotes Licht).

Photophorese = Lichtdruck. Auswirkung bei Nebel (Arrhenius).

(Vgl. Chemische Kampfstoffe 958.)

Verhalten von Nebel, Rauch zu besonderen Strahlungen. Photozelle. **933**

Durchdringungsfähigkeit der Nebel, Raucharten usw. für ultraviolette Strahlen.

Durchdringungsfähigkeit für ultrarote Strahlen, also Grenzstrahlen zwischen Wärme und Licht! Infrarotphotographie. (Wärmephotographie.) (s. 666).

Gehen ultrarote Strahlen durch alle Arten Nebel, Rauch usw. in gleicher Stärke hindurch?

Versuche mit Nebel bzw. Rauch von P_2O_5, SO_3 neben Wassernebel.

Schwebstoffuntersuchung in Flüssigkeiten mittelst Photozelle.

Erkennungsmittel für Nebelarten? (vgl. Na-Lampe im Nebel!)

Photozelle: Aufbau, Wirkungsweise. — Photozelle als Rauchdetektor. (924.) (549.)

Nebelfernrohr 666.

Wiegandts Apparatur zur Nebelverteilung?

(Vgl. Chemische Kampfstoffe 958.)

Elektrisches Verhalten von Nebel — Rauch. **934**

Staubteilchen wirken in der Luft als Kondensationskerne für Flüssigkeitsteilchen = Nebelbildung. Vgl. mit Labgerinnung — Milch!

Offenbar wirkt bezgl. der Kondensationskerne der Rauch als System von Kapillarräumen?

Elektrokapillarität — Lippmann.

Versuche mit anderen Nebeln als Wassernebel.

Versuche in anderen Atmosphären als in Luft. Ionenwolke (Townsend), Ionennebel.

Versuche der Gewitterbildung durch solche Kondensationskerne.

Versuche der Kondensationsbildung durch Hineinstreuen von Rauch, Qualm unter verschiedenen meteorologischen Voraussetzungen. Klydonograph.

Versuche mit der Wilson-Kammer. (697.) (Theorie-Wilson-Gerdien!)

Rauchionen vgl. Flammenionen.

Elektrische Ladung der Teilchen im elektrischen Feld:

Reibungselektrisch: S (gesiebter S, durch Luft fallend, führt elektr. Ladung mit sich: Pulverfabrikation 285), Glas, Harz, Bernstein (Benzinelektrizität und Seifenzusatz), Triboelektrische Kristalle (Mineralien, Turmalin, Edelsteine, Safrol). Piezoelektrizität (Kalkspat) (Ph. Curie-Röntgen). Elektr. Aufladung von Gasen (Gewitter).

Pyro-Thermoelektrizität (Canton 1759) (Peltiereffekt, Seeberg): + Bi, Ni, Pd, Pt, Hg, Sn, Fe, Sb — Thermoelemente. Thermosäulen. Kristalle durch Erwärmen elektrisch (Bestäubung mit Schwefelmennige (Lichtenberg). (3-dimensional-Lommel 1876.)

Ballo-Wasserfallelektrizität (Christiansen): Auftreten elektrischer Ladungen an zerstäubten Flüssigkeitsteilchen. Aufgelöste Salze, Säuren, Basen von geringem Einfluß; Öle, Fettsäuren, Alkohole, Ammoniak laden die eine mit Elektrometer verbundene Platinplatte +, Anilin, Chinin — beim Verstäuben.

Elektrophorese = Wanderung im elektrischen Feld. Wird in Substanzen, z. B. Glaspulver, Niederschläge, Farbstoffe, Torf oder dergleichen (in Wasser suspendiert) elektr. Strom hineingeschickt, so werden die sich — ladenden Stoffteilchen von der + Elektrode angezogen, setzen sich auf ihr ab. Man nennt die Wanderung der Stoffteilchen „Elektroendosmose“ oder „Kataphorese“ 952. In Torfschlamm wandert das sich positiv ladende Wasser zum negativen Pol: Methode zur Entwässerung von Torf. (Die meisten Stoffe bewegen sich zur Anode (Stärkekörnchen in Wasser.) Alle kolloiden Teilchen, auch Rauch, Nebel, haben elektr. Ladungen. Die Ladungen sind immer ganzzahlige Vielfache des Elementarquantums $\varepsilon = 1{,}591 \cdot 10^{-19}$ Coulomb. Daraus genaueste Ermittlung der Loschmidtschen Zahl: $N = 96\,500 : 1{,}591 \cdot 10^{-19} = 6{,}06 \cdot 10^{23}$.

Negativ geladen: Metallsole, Metallsulfidsole, Schwefel, Harz, Eiweiß, Seife; positiv geladen: Eisen-, Chromoxydhydrat, basische Farbstoffe. Coehnsche Regel: Im dispersen System ist Stoff mit der höheren Dielektrizitätskonstante + geladen gegenüber dem mit der niederen. Notwendig ist immer Anwesenheit bestimmter Elektrolytmengen (elektr. Metallverstäubung gibt Kolloide nur in saurem oder alkalischem Wasser). Ladung der Schwebstoffe ungleichartiger als bei Kolloiden.

Rauchloses Pulver als Kolloid nimmt elektr. Ladung an. Kautschuk in natürlichem (ammoniakalisch konserviertem) Milchsaft oder in Wasser — geladen, wandert im elektr. Feld. (Galvanische Kautschukniederschläge. Sheppard.)

Trennung von Elektrizitätsträgern durch verschiedene Fallgeschwindigkeit (Pohl).
Elektrisch geladene Metallfilterfolien (s. 980).
Vgl. Chemische Kampfstoffe. (959.)

935 Beseitigung von Nebel, Rauch durch Cottrell-Verfahren.

Anziehung von Blitz durch Kondensationskerne von Staub.
Leitfähigkeit des Staubes, Anziehung, Abstoßung: Lichtenbergs Staubfiguren! (934.)
Elektrischer Wind — Impulsbewegung. (810.)
Beim Cottrell-Verfahren Hochspannungsstrom von 20 bis 90 000 Volt.
Coronaeffekt, sprühende Teilchen. Teilchengrenzen.
Sprühelektrode. Vgl. mit Emulsionsfilter. Stoßspannung, Stoßfunkenstrecke, Stoßkondensator.
Elektrofilter (Lurgi) (V. d. I. 1936, 947).
Schornsteinfilter.
Elektrosiebeinrichtungen.
Elektrofilter bei Abwehr von Gasangriffen (s. dort) (aber Bildung von Stickoxyden!?)
Elektrofilter und chemische Reaktionen: Entstehung von Ozon, Stickoxyden. Verbrennung von CH_4 zu Ameisensäure, von C_2H_2 zu CO_2, von C_2H_2 + N zu HCN.
Erzeugung von Regen durch in die Wolken geschossenen elektrischen Sand.
Einspritzen von Wasserdampf beim Cottrell-Verfahren — vgl. Teerabscheidung nach Franz Fischer durch Elektrofilter!
Wasserbereinigung mittelst Koagulierung verwendet Glasballon, worin chemischer, aus NH_3 + HCl gebildeter Rauch dem elektr. Strom unterworfen wird: die negativen Rauchteilchen werden an der Glaswand niedergeschlagen und durch herabrieselndes Wasser fortgewaschen.
Vergiftung beim Reinigen benutzter Cottrell-Anlagen.
Besondere Versuche mit Schuß-Explosionsrauch. 731.
(Vgl. Chemische Kampfstoffe.) (959.)

936 Chemische Eigenschaften von Nebel — Rauch.

Vgl. Physikalische Absorption! (906, 907.)
Hier z. B. Absorption von Säuren durch Laugen und umgekehrt.
(Schwefelsäurenebel schwer zu absorbieren durch Wasser — Untersuchungen von Remy — trifft dasselbe zu für chemische Absorption [vgl. 920]?)
Besonders Metallnebel verhalten sich anders als Kompaktmetalle.
Absorption durch heiße Metalle (vgl. Occlusion).

937 Chemische Analyse von Nebel, Rauch.

Analyse der fein verteilten Stäube, Nebel, Raucharten.
Unterschiede gegenüber denselben festen oder flüssigen Substanzen in kompaktem Zustande.
Besondere Versuche mit Schuß-Explosionsschwaden. 737, 738.

938 Chemische Materialschädigung durch Nebel, Rauch, Staub.

Hier: Schädigung von Waffen, Maschinen usw. bei der künstlichen Vernebelung, Verrauchung usw. Denkmälerschädigung.
Schiffe können gefahrlos durch Salmiaknebel fahren!
Besonders auch Metallnebel!

939 Physiologische Eigenschaften von Nebel, Rauch (Staub).

Physiologische Wirkung mitbestimmt durch Feinheit der in Organismus eindringenden Stoffe — Schwebstoffe. (914.) (973, 978.)
Kalomel, Wismutpräparate wirken im menschlichen Körper ganz verschieden je nach ihrer Feinheit.
(Einspritzung feiner Emulsionen, Suspensionen.)
(Wirth-Muntsch-Gefahren d. Luft u. Bekämpfung, II. Aufl. 18.)
(Vgl. Resorptionsfähigkeit von Phosphaten durch Pflanzenwurzel je nach ihrer Feinheit.)

Besondere Wirkung auf einzelne Organe, z. B. auf Lunge, durch Nebel, Staub, Rauch.
(Staublunge s. 910.) (Noxe 973, 974, 975, 976.) Reizwirkungen.
Blitzlicht gab früher hustenerregenden Rauch.
(Kein Geruch, nur Affizierung der Riechschleimhäute! Maßgebend Oberflächenspannung?)
Geruchswahrnehmung von Rauch, kalter Rauch (in Wohnräumen haften geblieben!).
Indianer riechen Rauch weit.
Zigarrenrauch usw. (s. 083). Opiumrauch (s. 083). Haschischrauch (s. 083).
Radix pedis diaboli — Teufelsfuß. (914.)
Rauch (Tabak-) zur Vertreibung von Moskitos, von Feldmäusen usw. Rauchgeräte!
Annäherung an Wirkung von Giftkampfstoffen:
Ausräucherungen in antiquen Kriegen! (Araberstämme vernichtet.)
Desinfektions-Räucherwirkung (s. 914) (s. 978).
(Tabakrauch desinfizierend!)
Pflanzenschädigung durch Rauchplage (SO_2).

Giftkampfstoffe: Darstellung, Reinigung. Chemische Spezialreaktionen. 94

Giftkampfstoffe = Chemische Kampfstoffe.

Militärisch unterteilt in Reizstoffe und Giftstoffe. Bei Reizstoffen im Felde nie so hohe Konzentrationen, daß es zur Vergiftung kommt, es bleibt bei temporärer Reizwirkung ohne bleibende Schädigung.

Augenreizstoffe, anorganische. **940**

(Augenreiz nur hervorstechendste Eigenschaft.)
Thionylchlorid.
Sulfurylchlorid.
Darstellung (Vorsichtsmaßnahmen).
Reinigung (je nach Aggregatzustand Destillation, Umkristallisation).
Analyse, qualitativ, quantitativ.
Spezialreaktionen zum Nachweis. Erkennungsmittel im Felde.
Besonderer genereller Nachweis mit Gasspürgeräten, z. B. mit Gasspürgerät von Dräger, bei dem Luft durch Kieselgur gesaugt wird. Eintropfen von Permanganatlösung. (Gasschutz-Luftschutz Jahrg. 4, Nr. 1. 16.)
Stabilität an Luft: Verharzung, Oxydation?
Stabilität gegen Feuchtigkeit: Regen. Verdunstendes Wasser aus natürlichen Wässern.
Stabilität gegen Sonnenlicht?
Verhalten zu Metallen:
Angriff der getroffenen Waffe.
Besondere Einlaborierung in Geschosse.
Verhalten zu anderen Stoffen:
Gegen Glas-Fernrohre, Visiereinrichtungen.
(Zu Nahrungsmitteln s. bei physiologischer Wirkung.)
Verhalten der Reizstoffe wie vorliegend in Mischung miteinander resp. mit Stoffen, mit denen sie u. U. verschossen werden. S. Anwendung im Gelände.
Chemische Vernichtung im Laboratorium, im Gelände:
Besondere Oxydationsmittel (Chlorkalk, Chloramine usw.).
Andere Stoffe mit chem. Wirkung: chemische Absorption wie bei Urotropin usw.
Brennbarkeit: Wichtig wegen ihres Verhaltens gegen Explosionsflamme bei Abschuß.
(Physiologische Wirkung. 974.)

Augenreizstoffe, organische. **941**

Chlorameisensäureester (s. Lungenreizende Stoffe).
Chlorkohlensäureester.
Chlorazeton, Bromazeton.
Chlorpikrin, Brompikrin (Reizwirkung hier Nebenerscheinung neben der Lungengiftwirkung 947).
Besondere Darstellung: Aus allen möglichen Nitrokörpern (s. 366) mit allen möglichen Chlorierungs-Bromierungsmitteln. Ausbeuten.

Besonders aus: Azeton + Königswasser,
aus $CHCl_3$ +HNO_3.
Xylylbromid.
Chlor-, Bromazetophenon.
Unterteile wie bei 940!
(Physiologische Wirkung 974.)

942 Nasen-Rachenreizstoffe, anorganische.
Hustenreiz durch abrauchende Schwefelsäure. (Sofort Gegenmaßnahmen.)
As_2O_3: Historische Giftkerzen.
Unterteile wie bei 940.
(Physiologische Wirkung s. 975.)

943 Nasen-Rachenreizstoffe, organische.
Versuche mit Veratrin.
Versuche mit Dianisidin (historisch im Weltkriege).
Arsenverbindungen von Ketten: Dimethylarsincyanid = Kakodylcyanid (974). Lewisit (Nebenwirkung neben der Haut- (945) und Lungenwirkung).
Arsenverbindungen von Ringen: Clark I, II = Diphenylarsinchlorid, -cyanid.
Adamsit = Diphenylaminarsinchlorid. (Stettb. 446.)
Methylarsindichlorid, Äthylarsindichlorid (= Dick).
Unterteile wie bei 940.
(Physiologische Wirkung s. 975.)

944 Hautgiftstoffe, anorganische.
Hautätzung durch Flußsäure.
Unterteile wie bei 940.
(Physiologische Wirkung s. 976.)

945 Hautgiftstoffe, organische.
Besser bezeichnet als ätzende Kampfstoffe, da Reiz zurücktritt gegenüber der Giftwirkung auf Haut und Atemwege (947).
Dichlordiäthylsulfid = Lost. (Mustard-Gas.) Yperit.
Ebenso die Bromverbindung, Jodverbb., Cyanverbdg.
Oxolverfahren. (Stettb. 443.) zur Darstellung.
Unterteile wie bei 940.
Bezügl. Spezialreaktionen: Reaktion mit Se-Verbb.: Rotfärbung (Verb. mit $AuCl_3$!).
Physiologische Wirkung s. 976. Milch gegen Gelbkreuz. (Proteine — 972, 976.)
Lost durchdringt Kleider, Gummi, Leder (975, 981).
Lewisit (dessen Reizwirkung s. 943).

946 Lungengiftstoffe, anorganische (Atemgifte, Blutgifte).
Chlor.
Brom.
Schweflige Säure, direkt oder aus verbrennendem Schwefel (historische Methode) (Brandröhren).
Stickoxyde (s. Methämoglobinbildung 321, 976).
Halogenwasserstoffsäuren (besonders HF).
Unterteile wie bei 940.
Physiologische Wirkung — Blutgifte 977.

947 Lungengiftstoffe, organische (Atemgifte, Blutgifte).
Dimethylsulfat.
Metallalkyle (am gefährlichsten die Hg-Verbindung). (Bleitetraäthyl zu Giftmordzwecken.)
Phosgen (besonders: Lichtchlorierung!). Diphosgen oder Perchlorameisensäureester.
Andere Chlorameisensäureester. Entspr. Bromverbindungen.
Chlorpikrin, Brompikrin (Reizwirkung s. 941).
(CO_2 — Trockeneis als Gift. S. 039!)

Kohlenoxyd als Blutgift. (Nachweis von CO im Blut: Spektrum, Ultraviolettphotographie!)
Blausäure (s. 949).
Unterteile wie bei 940.
Physiologische Wirkung — Blutgifte 777.

Reizstoffe mit neuartigen Wirkungen, anorganische. **948**
Versuche des Auslandes!
Brecherreger.
Antimonverbindungen.
Gifte, die auf Labyrinth wirken — brecherregend wie bei Seekrankheit!
Stinktöpfe, chinesische, mit H_2S, ähnlichen Produkten?
Unterteile wie bei 940.
Gefäßverändernde Gifte.
Betäubende Gehirngifte.
Physiologische Wirkung s. 978.

Reizstoffe mit neuartigen Reizwirkungen, organische. **949**
Versuche des Auslandes!
Brecherreger.
Stoffe mit Apomorphinwirkung.
Ebenso Stoffe mit Crotonölwirkung.
Unterteile wie bei 940.
Betäubende Gehirngifte (s. 914: Teufelsfuß).
Typische Blutgifte: Kohlenoxyd, Blausäure. (Erzielung hoher Konzentration nicht ohne weiteres möglich! S. 947.) (951.)
Anwendung von Schwebstoffen als Fixateure für CO (vgl. 970).
Stoffe, die an aktiver Kohle des Atemeinsatzes zerfallen, z. B. Eisenkarbonyle (vgl. 037) (977).
Physiologische Wirkung s. 978.

Giftkampfstoffe, besondere physikalische Eigenschaften hinsichtlich Anwendung, Wirkung. **95**

Feinheitsmessung der vernebelten, verstäubten Giftkampfstoffe (Einzelteilchen). **950**
Vgl. Messungen resp. Meßinstrumente wie bei Nebel, Stäuben, Rauch. (920.)
Wichtig in bezug auf Verhalten zur Gasmaske (s. 983).
Die schweren feinen Teilchen von hohem Molekulargew. nehmen keine Brownsche Bewegung (s. 920) an, gehen daher durch die Gasmaske hindurch. Ihr gerader Weg gegenüber Zickzackweg der Gasmoleküle!
Elektronenmikroskop (920, 932).

Dichte-, Stärkemessungen (Gesamtmenge) bei Giftkampfstoffen. **951**
Besonders wichtig in bezug auf Umgebungsluft, weil sich danach Haltbarkeit der Giftgaswolke richtet. Temperatur! (921, 932.)
Vgl. u. bei Anwendung im Gelände: Schweben der Wolke über Tal, Bergen, Wasser.
Lux-Gaswaage! Schillings Ausflußapparat. (921.) Stocks elektrische Schwebewaage.
Kohlenoxyd, Blausäure als Kampfstoff bisher nicht verwendbar, da Konzentration im Freien nicht hoch genug getrieben werden kann. (949.)
Ebenso bei Blausäure.
Erhöhung der Dichte durch Zumischung von $SnCl_4$ usw., woran der Giftkampfstoff adsorbiert (s. u. Adsorption).

Löslichkeit. Diffusion in Flüssigkeiten, Lösungen. **952**
Verhalten zu Wasser (vgl. 925), zu wässerigen Lösungen, Salzen usw. Auswaschbarkeit, d. h. ohne chemische Zerstörung der Substanz. Ähnliche Versuche in bezug auf Wegwaschen von Giftkampfstoffen durch Wasser. (954.)
(Vgl. mit anderen Auswaschversuchen durch Regen.)

Unterschied, ob flüssige oder feste Giftkampfstoffe!
Löslichkeit in Wasser ohne chem. Zersetzung,
Löslichkeit in Wasser mit chem. Zersetzung.
Löslichkeit in Lipoiden.
Diffusionsversuche:
Daltons Gesetz (vgl. mit Gasdiffusion!) (s. 980). (Diffusionspotentiale?)
Vgl.: Stehen von $CuSO_4$-Lösung über Wasser, Zeit, innerhalb der volle Lösung eintritt!
Dialyse. Osmotische Erscheinungen (s. 981, 972, 991, 999).
Tierische, pflanzliche Elektrizität (vgl. 935).

953 Adsorption der Giftstofftröpfchen, des Giftstoffrauchs an Feststoffen.

Adsorption — Phasengrenzflächen (Langmuir).
Abhängigkeit von der Temperatur.
Benzophenon verdampft bei gewöhnl. Temperatur langsam, aber schnell, wenn man Hg daran vorbeiströmen läßt!
(Vgl. Adsorption bei Nebel, Rauch (926). (Vgl. Katalyse, Oberflächenverbrennung.)
(Vgl. Gasabsorption 987) (s. 647) (s. 980). (Kerze — Docht 541.)
Vgl. Farbstoffe an Faserstoffen.
Festhalten von Giftrauch durch Kohle. Vgl. Bakterien bei Desodorierung (970).
Pasteurs Kohle-Gärverschluß (s. 926, 929). Melassezucker mit Kohle — Versuche, Zucker aus solchen Mischungen zu isolieren. (970.)
Adsorption der Giftkampfstoffe an Erde, Pflanzen, Tieren, Kleiderstoffen usw. NH_4-Salze im Boden an Kalksalzen! (926.)
(Vgl.: Butter nimmt Tabaksgeruch an, ebenso Milch!) (926) (970).
Adsorption an Rauch (s. 916, 926, 987).
Wie weit dringt Giftkampfstoff in Erdboden hinein!? (s. u. Seßhaftigkeit) = Okklusion!
Addieren sich Adsorptionen von zwei und mehr Stoffen? Wird erst der eine, dann der andere adsorbiert? Welcher zuerst?
Verhalten von Giftkampfstoff, der an $SnCl_4$ angeladen ist:
also a) Anlagerung durch Adsorption an $SnCl_4$,
b) Anlagerung dieses Gesamtproduktes an Kleider usw.
Verhalten von Giftkampfstoffen im Geschützfeuerqualm bzw. im Qualm gleichzeitig detonierender Granaten! Auch hier Addition von adsorbierenden Festpartikelchen?

954 Adsorptionsversuche der Giftstoffteilchen an Flüssigkeiten.

Adsorption im Gelände an Wasser (wenn nicht etwa dadurch Lösung erfolgt. 952).
Versuche und ihre Beurteilung wie bei 953.
Adsorptionsversuche mit Kolloiden nach Ostwald.
Besondere Gesetzmäßigkeiten: Farbstoffadsorption. Abhängigkeit von Temperatur, Druck usw.

955 Seßhaftigkeit der Giftkampfstoffe.

Einheit der Seßhaftigkeit = einstündige Dauer der Wirkung des Giftkampfstoffes in offenem ebenem Gelände. (Vgl. Viskosität 080.)

$$\text{Seßhaftigkeit } S = \frac{w}{c} = \frac{q}{p} \cdot \sqrt{\frac{18 \cdot T}{M \cdot (273 + t)}}$$

Flüchtigkeit des Stoffes bei absol. Temp. = c
Flüchtigkeit des Wassers bei 15° = w
Dampfdruck des Kampfstoffes bei absol. Temp. T = p
Dampfdruck des Wassers bei 15° = q
Molekulargewicht des Kampfstoffs = M
Molekulargewicht des Wassers = 18
Absolute Temperatur = T, Zimmertemperatur = t.
Versuche (vgl. Hanslian 336; Langmuir, Phys. Zeitschr. Bd. 14, 1273).
Wie stimmen die errechneten Werte der Wirkungsdauer — Persistenz zu den beobachteten?

Abkürzung der Wirkungsdauer durch besondere Momente:
Windbewegung, plötzlich einsetzende Gewitterböen.
(Vgl. mit Lüften eines Zimmers zwecks Entfernung von Tabakrauch.)
Ausräuchern durch Feuerwärme, wodurch nicht Verbrennung, sondern Verjagung durch Wind erfolgen soll! (987.)
Gasabgabe aus okkludierenden Medien (vgl. H aus Pd.)! (Abreißwinkel 926.)

Akustische Eigenschaften von Giftkampfstoffen. **956**

Wie bei Nebel, Rauch (930):
Schlagwetterpfeife (Haber) zur Untersuchung von Gelände auf Gehalt an Giftkampfstoff (aber nicht zu erkennen neben Rauch von Geschützfeuer!).
Schallfortpflanzung in Giftkampfstoffwolke gegenüber der in reiner Luft.
Temperatureinfluß bei diesen Untersuchungen.

Kalorische Eigenschaften von Giftkampfstoffen. **957**

Welche Temperatur haben die verschossenen Giftkampfstoffe?
Verhinderung der Wärmeausstrahlung wie bei Nebel? (931.)
Einfluß auf Wärmeübertragung wie bei Nebeln?
Flüchtigkeit der Giftkampfstoffe besonders wichtig für ihre Wirkung: Schmelzpunkt, Siedepunkt, Sublimation.
Verdunstungsprüfer, vgl. Zwardemakers Olfactometer (M. A. N.). (970.)
Besondere Apparatur, um einzelne Stoffe zu vernebeln resp. zu verstäuben s. bei: Laborierung! (966.)

Optische Eigenschaften von Giftkampfstoffen. **958**

Wie bei Nebel, Rauch (932):
Hier soll im Gegensatz zu Rauch möglichst k e i n e Farbe auftreten! Cl grün, bei Blasangriffen verdeckt durch Wolke von Wassernebel = gelblichweiß. (960.)
Beugungserscheinungen. Trübungsmessungen. Nephelometrie.
Wie verhalten sich unsichtbare Giftkampfstoffwolken bei intensiver Seitenbeleuchtung?
Interferometrie! Zugleich Dichtemessungsmethode! (951.)
Besonders: Verhalten zur Photozelle (vgl. 933).

Elektrische Eigenschaften von Giftkampfstoffen. **959**

Wie bei Nebel: Kondensationskerne. Ladungsbestimmung. (934.)
Cottrell-Verfahren zur Beseitigung von Giftkampfstoffwolken! (935.)
Malsallez-Apparat: Unter Einwirkung ausgesandter Ra-Strahlen werden Gase, Nebel leitend.

Methoden zur Feinverteilung von Giftkampfstoffen infolge ihrer Flüchtigkeit. Geschoßlaborierungsmethoden. 96

Flüchtigkeit, Verdampfbarkeit von Giftkampfstoffen. **960**

Flüchtigkeit = Dampfdruck = Gewichtsmenge in mg (statt mg = cmm · d, d = spezif. Gewicht), die in 1 cbm Luft bei 1 atm bis zur Sättigung verdampfen kann (s. 642, 643).
Flüchtigkeit von Gemischen größer als die der Einzelbestandteile, weil diese unabhängig voneinander in fast denselben Mengen verdampfen wie im Reinzustand. Die verflüchtigten Mengen des Gemisches sind angenähert = Summe der Flüchtigkeiten der Einzelbestandteile. (Vgl. Daltons Partialdruckgesetz.)
Verdampfungsgeschwindigkeit.
Zunahme mit steigender Temp. wie bezügl. Flüchtigkeit, daher ca. gleiche Zeit erforderlich für Erreichung des Sättigungsgrades bei hoher und niederer Temperatur? Bei größerer Windstärke ist Verd.-Geschw. stärker, andererseits ist Beharrungsdauer fester oder flüssiger Stoffe im Gelände um so kürzer.
Verdampfungswärme.
Je größer der Wärmebedarf, um so langsamere Verdampfung. Wärme entweder von außen zugeführt oder der Umgebung entzogen, Umgebung wird abgekühlt. Z. B. kann

beim Vergasen flüssigen Chlors Lufttemperatur unter Taupunkt sinken, also Wasserdampf zu feinsten Tröpfchen = Nebel kondensiert werden, zumal Cl-Teilchen als Kondensationskerne wirken. Chlor-Wassernebel im Winter daher nicht grüngelb wie reine Chlorwolke (im Sommer), sondern weiß, undurchsichtig. (958.)

961 Übertragung physiologischer Wirkung durch Rauchen.

Zigarren, Zigarettentabak mit Substanzen imprägnieren, die beim Rauchen bestimmte physiologische Wirkung ausüben:

Opium-, Haschischrauchen.

Asthmazigarren mit Belladonnarauch von Stramoniumarten, ebenso von excoecaria-Arten (excoecaria agallocha).

Wirkung verstärkt, weil der Stoff sehr fein verteilt und dazu in warmem Zustande zur Einatmung kommt! Bei erhöhter Temp. steigt Giftwirkung. (976.)

962 Feinverteilung durch Verbrennungsreaktion der Umgebungsstoffe.

Historisch: Im Mittelalter Verdampfung von Hg auf Kohlen. Arsenikkerzen der Jesuiten (Tod vorausberechenbar, da ungefähr die eingeatmete Menge geschätzt werden konnte). (542.) (Vgl. Teufelsfußlampe.)

Arsenik-Thermite. (D.R.P. 301 686.) (975.)

Methode von Stoltzenberg: Demonstration von Giftstoffwirkung durch Feinverteilung mittelst brennender Streichhölzer! (Kombination mit Flammenwerfern!)

Im großen Maßstab Anwendung von Giftrauchkerzen wie bei Nebelkerzen (s. 908). Rauchwürfel, Giftwürfel. (914.) Laborierung der Kerze!

Wirkung, Reichweite (Verdampfung) bei Rauchkerzen! Rauchmenge der Kerzen! (Vgl. Buntrauch 918, 919.)

963 Feinverteilung durch Blasverfahren.

Historischer Cl-Blaseangriff bei Ypern (22. April 1915).

Wichtig Wind (s. 657): Muß homogen, nicht böig sein, da sonst gasfreie Inseln entstehen. Windwinkel zum Gegner 90—120°, zu eigenen Truppen 30—45°. (s. 923.)

Cl-Flasche innen verbleit. Tauchrohr auf Boden. Schlauchleitung beschwert. Abblasedauer. Abblaselinie. Frontlinie. Ausbreitungswinkel 14°.

Motorisierung des Blasverfahrens: Abblasen aus Eisenbahnwagen, Lastkraftwagen. Einmannflaschen. (Ventile mit Schalldämpfer.)

Gemische, z. B. Phosgen mit CO_2. (Hanslian I, 339.)

Blasangriffe für Vergiftungen in geschlossenen Räumen:

Ausströmenlassen von Leuchtgas.

Cl-, Stickoxydulgas aus Bomben durch Wandbohrungen in Wohn-, Schlafzimmer für Vergiftungszweck versucht.

964 Abstäuben, Abregnen (Sprenkeln) ohne Druck.

Abstäubung, Abregnen direkt, ohne Druck. (Zisternenflugzeug. Sprühbomben von Flugzeug aus.) (908.)

Tragvermögen der Flugzeuge. (872.)

Versuche, aus welchen Fallhöhen Verstieben stattfindet! (s. Fallverstiebung 140, 141.)

Vernebeln, Verstäuben aus großer Höhe ist schwierig, da leicht durch Wind Forttreiben der Schwaden stattfindet.

Stadt mit abgeregnetem Giftstoff nur bei niedriger Flughöhe zu belegen!

Beim Abgeben von Stoffen zur Schädlingsbekämpfung (s. 979) auf Wälder muß das Flugzeug in Höhe von ca. 5—10 m schweben, da in ca. 100 m Höhe die Staubteilchen schweben bleiben.

(Vgl. mit Pollenstaubforttreibung durch die Luft bei Blütenbestäubung!)

Tropfenform, Tropfenvolumen. (603, 903, 910, 920, 965.)

Stokes' Gesetz fallender Tropfen (Fallbewegung gleichförmig, da Luftwiderstand Erdanziehung aufhebt). (920.) (177.)

Beladen von schweren Teilchen, z. B. $SnCl_4$, mit feinabgeregnetem Giftkampfstoff?

Bimsteinkies zur Aufsaugung: (Meyer, Grundlagen des Luftschutzes, 106.)

Abstäubungs-, Abregnungsverfahren unter Druck. **965**

Druckanwendung zum Abstäuben, Abregnen von Giftkampfstoffen.
Letzteres vgl. mit Schoops Spritzverfahren!
Welcher Druck ist anzuwenden?
Welche Reichweiten sind zu erreichen?
Absprühmöglichkeiten aus Tanks?
Druckluftspritzen — Gefahr des Zerspringens.
Flüssigkeitsverstiebung durch Trockeneis.
Tornistergerät für Gelbkreuz, Druckanwendung.
Druckanwendung zum Versprühen oder zum Verstäuben auf dem Erdboden.
Adhäsion der abgestäubten Gemische auf aufsaugender Oberfläche.
Fallwinkel aus schiefliegender Rinne. Kurve (vgl. 830).
Böschungswinkel. (905, 910.)
(Staubfeinheit messen an der Fallgeschwindigkeit. (V. d. I. 1936, 646.)
Schüttfiguren von abgestäubten, fallenden Pulvern (Nichtmetalle, Metalle. Gemische — Trennung nach verschiedenem spezif. Gewicht — Untersuchung der Zusammensetzung der Mischungen?)
Tropfengröße aus Spritzdüsen, evtl. rotierenden. (Chem. Ztg. 1936, 766 — Spritzen zur Schädlingsbekämpfung. (s. 979.) Düsenform und Tropfenform.

Schießen, Werfen einlaborierter Giftkampfstoffe. (Flugzeugbomben.) **966**

Die chemischen Kampfstoffe treten unmittelbar in Reihen des Gegners in Tätigkeit.

Artilleriegasschießen.

Bedeutendstes Verfahren (gegen Ende des Krieges ein Viertel der Munition Gasmunition,) weil Gegner überall gefaßt werden kann.

Ni-Geschoß, dann Xylylbromide, Bromazeton; zuerst wurde von den Geschossen noch Splitterwirkung verlangt. Als erste verwandten die Franzosen eine Phosgengranate ohne Sprengwirkung, wodurch Sprengstoffmenge verkleinert, Gaskampfmenge vergrößert wird.

In die Granate wurden die Kampfstoffe eingefüllt, direkt, soweit sie die Wandung nicht angriffen, oder in Bleihülsen; kräftiger Zünder, um die Geschoßhülle zu sprengen. Der Zünder sitzt in der Kampfflüssigkeit, um durch Flüssigkeitsdruck weitgehende Verstäubung zu erzielen. Blaukreuz erfordert besondere Laborierung: durch Explosionswärme bei der Detonation soll die Sprengladung vergast, infolge Abkühlung durch die Luft zu äußerst feinem Staub kondensiert werden.

Glasflaschen ins Geschoß gehängt, die mit geschmolzenem Sprengstoff umgossen wurden. Bei 15-cm-Geschossen und darüber wurde die Flasche mit Magnesiakitt im Aussparungsraum der Sprengladung eingesetzt. Bei 21 cm statt Glas- Blechflaschen.

Beim Gelbkreuz das Zwischenbodengeschoß konstruiert, auch auf andere Stoffe ausgedehnt. Unten Gaskampfstoff, darüber Sprengstoff, Zwischenboden ballistisch ausbalanciert. Fluggeräusch und Einschlagsknall gleicht dem Brisanzgeschoß.

Anwendungsform:

Gasüberfall.
Lähmungsschießen.
Vergiftungsschießen.
Gas-Brisanz-Schießen.

Minenwerferschießen.

Vorteile: Schneller einzubauen als Gaswerfer. Möglichkeiten von Schnellfeuer.
Nachteile: Reichweite gering.

Gaswerfer.

Masseneinsatz durch gleichzeitigen Abschuß mehrerer hundert Rohre. (Gasüberfall.)

Dünnwandige Glasflaschen von 10 bis 12 l Inhalt, Durchmesser etwa 20 cm. Durch Längsachse geht Rohr mit Sprengladung, die bei Detonation Flasche aufreißt; gezündet durch Zündschnur, die an Kartuschladung entzündet wird.

Laborierungsmethoden.

Besondere Art der Einlaborierung: Stoffe greifen meist Metalle an (s. bei chemischen Eigenschaften 940), daher Einbringen in Glas-, Porzellangefäße.
Evtl. Metallwand der Geschosse gegen Angriff durch Anstrich schützen. Ausschluß von Wasser.

Einlaborierung durch Einkitten der Biskuit-Porzellangefäße in Granaten durch Magnesiazement (Sorelzement).

Flugzeugbomben mit Giftkampfstoffen.

Laborierung besonders hinsichtlich des Zünders, Abwurfmethoden s. 872.

Laborierung von Gelbkreuzminen in vom Gegner zu betretendem Gelände.

967 Feinverteilung durch Explosionsdruck auf den in einem Lösungsmittel eingebetteten Kampfstoff.

Allgemeine Versuche betr. Feinverteilung eines in Lösungsmittel verteilten Stoffes, wenn letzteres plötzlich verjagt wird. Ist dabei die Schnelligkeit des Verjagens mit maßgebend? (Vgl. Krause-Trocknungsverfahren für Milch — Vakuum!)

Auch hier Berücksichtigung der äußeren Umstände: Lufttemp., Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Tageszeit usw.

Z. B. deutscherseits versucht, Geschosse mit 20proz. Lösung von Diphenylchlorarsin in Phosgen resp. in Phosgenlösung.

Bei der Detonation verdampft das Lösungsmittel, der gelöste Stoff scheidet sich als fein verteilter Staub aus.

Reizpistole für Polizei! (Stoltzenberg-Pistole.)

Wieviel des gewünschten Stoffes gewinnt man in der Feinverteilung?

Besondere Laborierung für Buntkreuzschießen: Verschiedene Giftkampfstoffe mit ihrer verschiedenen Wirkung getrennt voneinander oder zusammen einlaboriert, z. B. gemeinsam in Lösungsmittel gelöst. Gegenseitige Einwirkung ist auszuschließen!

Wirkung beim Verfeuern?

Bestes Verfahren: Vergaste Teilchen sich durch Abkühlen an Luft verflüssigen oder verfestigen lassen.
(Vgl. Müller, Die chem. Waffe, 2. Aufl., 95.) (369.) (377.)

968 Feinverteilung der eingeladenen Giftstoffe durch direkten Schlag der detonierenden Zünd- oder Sprengladung.

Allgemein: Zerschmetterung chemischer Substanzen durch detonierende Stoffe. Verstäubung durch Explosion 729, 910, 998. (Vgl. Brisanzmessung nach amerikanischem Muster durch Sandzerschmetterung.) (775.)

In welcher Form erfolgt die Zerschmetterung?

Wieviel der zu zerschmetternden Menge wird wirklich zerschmettert? Maßgebend nicht nur Detonationsgeschwindigkeit, sondern auch Detonationstemperatur! Wieviel verbrennt dabei?

Statt der detonierenden Ladung eine explodierende nehmen:
Schw.-P. verwenden zur Feinzerstäubung! Vgl. mit Kammerhülsenladung des Shrapnells. (832.) Bis zu welcher Feinheit wird der Giftstoff verstäubt oder vernebelt? Um Gasmaske durchdringen zu können, sind Teilchengrößen von $^1/_{10000}$ mm nötig. Durch Detonationswärme wird Teil des Feststoffes sofort verdampft, der sich an der kälteren Luft kondensiert. Wichtig: Außentemperatur, ebenso Thermokonstanten des laborierten Giftkampfstoffs.
(Vgl. Sherardisierverfahren. 645.)
(Vgl. Buntrauchgeschosse 730 — Fremdschwaden.)
Brombenzylcyanid durch Detonationsschlag zersetzt.

969 Feinverteilung durch eingebaute Heizmittel!

Voraussetzung für dieses Verfahren: Schmelzbarkeit des eingeladenen Stoffes!

Z. B. wird Adamsit in Geschoß eingeschmolzen, durch den Thermogenerator, der unmittelbar vor dem Schuß elektr. aufgeladen werden kann, bis zum Sieden erhitzt,

so daß Stoff dann bei Zerlegung des Geschosses durch kleine Sprengladung verstiebt werden kann! (Ulrich, die chemische Waffe. p. 88, 92.)
Stoltzenberg-Zündhölzer. (454.)
Anwendung derselben Methode für Buntrauchgeschosse?
Verdampfung durch Stoffe, die bei chemischer Umsetzung große Wärme entwickeln, z. B. durch Gemenge von S + Fe. Durch Abkühlung wird Stoff in gewünschter Schwebstofform erhalten. (Meyer: Grundladen d. Luftschutzes p. 53.)

Physiologische Wirkungen der Giftkampfstoffe. 97

Geruch. Geruchsvermögen. Riechstoffe. 970

Gerochen werden nur Stoffe in Gaszustand!
Bau der Nase. Nasennerven. (Nasenschleimhaut.)
Zusammenhang zwischen Luftröhrenweite, Zwerchfell, Lunge, Herz.
(vgl. die an Funktionen der Nase gebundene Atmung: Nase soll durch Geruchswahrnehmung bestimmte Stoffe ausscheiden!) (990.)
Durchweg: Unangenehme Gerüche = gefährliche, giftige Stoffe!

Reizschwelle. Psychotechnische Prüfung.
Unterschied, in welcher Form Riechstoffe an oder in Nase kommen!
Besondere Rolle der Temperatur, bei der gerochen wird.
Beteiligung des Auges: Blinde riechen sehr fein! Rauchen im Dunkeln!
Schwellenwerte (Zwardemakers Olfaktometer):

natürl. Moschus	0,01 mg im l Luft
Kampfer	0,005
Äther	0,005
künstl. Moschus	0,001
Rosmarinessenz	0,00005
Orangenessenz	0,00005
Wintergrünessenz	0,0000005
Pfefferminzblätter	0,00000005
Merkaptan	0,000000004

Feinheit der Geruchswahrnehmung bei Menschen (Untersuchungen von E. Fischer mit Merkaptanen). (645.)
Individuelle Verschiedenheiten. Rasseverschiedenheiten. (Weiße, Neger.)
(s. ebenso bei Geschmack!) Gasspürer (unbrauchbar bei parfümierten Geschossen!).
Feinheit der Wahrnehmung bei Tieren: Hunde, Wild, Pferde sind Nasentiere. Hund als Gasspürer.
Feinheit für verschiedene Arten von Gerüchen verschieden!
Nachweis mit Zwardemakers Olfaktometer. (645.)
Riechröhren. Testungen.
Kräftige Erregung d. Respirationszentrums durch starke Reizung des Olfaktorius: NH_3, Eisessig.
Aufstellung eines Geruchsspektrums!
(Riechstoffe — Verdünnungsgrad — Verteilung von Tropfen in großen Flaschen.)
(Riechstoffe in natürlichem Wasser feststellbar bei Erwärmen im Kolben auf 50° und Umschwenken.) Gerüche in halbfesten Stoffen: Pomaden, Seifen, Cremes.
Fehlende Geruchsempfindung: manche Individuen riechen keine Veilchen, keine Vanille. Riechstoffe setzen vielleicht verschiedene Nervenendorgane in Tätigkeit, erzeugen so mit beschränkter Zahl der letzteren mannigfaltige Gerüche; u. U. können Veilchen nach Zigarrenrauch riechen.

Gruppeneinteilung der Gerüche (Zwardemaker — Hennig).

aromatisch: Kampfer, Mandeln,	lauchartig: Zwiebel,
ätherisch: Äpfel, Ananas,	brenzlich: gebrannter Kaffee,
balsamisch: Jasmin, Vanille,	widerlich: Wanzengeruch,
Ambra: Moschusgeruch,	ekelhaft: Aas.

Geruch und chem. Konstitution noch unerforscht wie beim Geschmack. Ähnliche Gerüche bei Substanzen mit verschiedener Konstitution: (Kunst- u. Naturmoschus), andererseits verschiedene Gerüche bei ganz ähnlich gebauten Substanzen

(Kampfergeruch gemeinsam vielen C-verbb., die an 1 C-atom alle H-atome durch Radikale ersetzt haben.) (Hexachloräthan C_2Cl_6 riecht stark kampferartig.)
Gerüche von Nichtmetallen: (S-Geruch beim Reiben.) J riecht nach Walnußschalen. (Hofmann 212.)
Gerüche von Metallen, besonders bei mechanischer Bearbeitung. (Reibung.)
Gerüche von Diamant, Graphit, Kohlenarten.
Gerüche von C-verbb.: (vgl. frühere Bezeichnung: aromatisch!)
Phyto-Zoostoffe — Ambra, Moschus. (Asphaltgeruch beim Reiben.)
Gerüche von Pflanzen: Unterschied, ob ein und dieselbe Pflanze in Sonne, in Regen, ob auf Bergen oder im Tal wächst usw. (Jahreszeit. Blumenkalender.) Erdgeruch. Heugeruch, beim Trocknen gebildet.
Räucherpflanzen 087.
Gerüche von Tieren: Raubtiere, Schlangen, Ziegen. Hunde bei Regen. Eigengerüche — Fremdgerüche.
Gerüche von Menschen — besondere Rassengerüche: Neger für Weiße, Europäer für Chinesen unangenehm riechend (Leichengerüche?). Nasengruß der Wilden.
Menschengerüche bei bestimmten Krankheiten: Azetessigester bei Diabetes.
Achselschweißgeruch usw.
Besondere Gerüche nach Einnehmen von Substanzen (Te-Spuren geben penetranten Knoblauchgeruch, daher Te-haltiges Gold aus Siebenbürgen nicht zu Zahnplomben! Paraldehyd als häßlicher Atemgeruch durch Lungen ausgeschieden.
Mit 0,06 g Moschus kann man 20 Jahre lang ein Zimmer ($4 \times 5 \times 3$ m) parfümieren (Leslie). (Aufteilung in etwa 320 Quadrillionen Teilchen.)
(Moschusversuch an der Waage — Molekülgröße.)
Verdünnung, Mischung von Riechstoffen:
Verdünnungsgrad maßgebend: Ionon konzentriert und verdünnt (Lähmung der Riechnerven.) (Abhängigkeit des Geruchs sowie Riechvermögens von Umgebungstemperatur.) Riechstoffe und Wärmeabsorption: Blumenduft bleibt um Blumenbeet hängen.
Riechstoffmischungen: Der endgültige Geruch hängt ab von den Mengenverhältnissen der gemischten Bestandteile!
(Beimischung von Riechstoff zu Leuchtgas!)
Verdecken unangenehmer Gerüche durch Parfümieren.
Jodoform + Perubalsam 1 : 50 geruchlos.
Tiefere Atemzüge bei parfümierter Luft.
Methode der Narkose mit parfümierten Narkosemitteln, um tiefere Atemzüge und damit einen geringeren Verbrauch von Narkosemitteln zu erzielen!
Verwendung von parfümierten Arzneien!
Verwendung von bestimmten Parfüms allein gegen bestimmte Krankheiten (Riechstoffmedizin nach French!)
Geruchstarnung!
Fixateure u. Geruchsaufnahme:
(Vgl. 949.)
Fixateure bei Parfümmischungen (Indol, also merkwürdigerweise ein Stoff von unangenehmem Eigengeruch!) Umgekehrt: Verstärkung durch Verdunstung: Moschus in Substanz gegen Luft 0,0001 mg/cbm, in Wasser dagegen $5 \cdot 10^{-11}$ (Kahn).
(Vgl. mit Stabilisatoren bei Rschw. P.!) Orientalische Riechkissen.
Geruchsaufnahme durch bestimmte Stoffe: Butter, Milch, Tee nehmen Außengerüche an — Tabaksgeruch. Kalter Tabaksrauch in Räumen. (926, 953.) (Kaffee in Metall.)
Geruchsaufnahme bei der industriellen Enfleurage!
Desodorierung durch Kohle (s. 953). Kaffeesatz.
Geruchsverschlucker, z. B. geruchverschluckendes Papier auf Toiletten.
Geruchslähmung:
Bei Atmung durch Mund ist Geruchsempfindung ausgeschaltet (s. o.)
(Zuhalten der Nase beim Einnehmen unangenehm riechender Medizin usw.)
Nervenlähmung z. B. durch Schnupfen — Speichelfluß. (Welche Flüssigkeitsmenge ist dabei der Geruchswahrnehmung förderlich, welche hinderlich? Vgl. mit Geschmacksempfindung!)
In welcher Zeit kehren nach Schnupfen Geruchsempfindungen wieder? Welche zuerst?
Niesen. Sonnenreiz. Niesreize (Veratrin, Dianisidin) (s. 972) (974).

Absichtliche Lähmung der Nasenpartie durch Kokain (s. 971).
Geruchslähmung durch Vorgerüche: (Geruchsermüdung).
Lähmung der Geruchsempfindung überhaupt,
Lähmung bestimmter Geruchswahrnehmungen, eine Art konträrer Wirkung?
(Lähmung durch Rauchen — Rauch nimmt bestimmte Geruchsgase auf — Oberflächenwirkung?)
(Im Wald ist Stinkmorchel nicht zu finden, wenn man ihren Geruch längst in der Nase hat!)

Seßhaftigkeit, Reichweite von Gerüchen.

Moschusgeruchsversuch auf Waage (s. o.).
Wie lange halten sich bestimmte Gerüche einer bestimmten Menge von Riechstoff?
Seßhaftigkeit wie bei Giftkampfstoffen! (Hier dienen obengenannte Fixateure!) Auch hier wieder wie eben Abhängigkeit von allen möglichen Umständen der Umwelt!
Seßhaftigkeit von Gerüchen nicht in Luft, sondern an Kleiderstoffen, sonstigen Materialien. (Vgl. Seßhaftigkeit von gewissen Speisen in den Wohnungen, z. B. von Kohlgerichten.)
Bis in welche Entfernungen können sich bestimmte Gerüche ausbreiten? Abhängig von Menge des Riechstoffs, von Abwesenheit jeden Nebengeruchs, Temperatur, Luftdruck, von Witterungseinflüssen: Sonnenschein oder Regenwetter (Regen leichter als Luft, soweit Wasserdampf in Frage kommt!). Gerüche halten sich am Erdboden länger als in Luft, daher als Gasspürer kleine Menschen auswählen! (Gasspürer an undichten Leuchtgasleitungen.)
Verwesungsgeruch von Leichen auf Schlachtfeld, von verendetem Wild im Wald, von Stinkmorchel im Wald usw., Schilf am Wasser.
Riechen mit Wind, aber nicht gegen Wind! Wild!
Gasspürtrupps — Ausbildungsweise. (v. Tempelhoff in Hanslian I, 551.)

Geschmack. Schmeckvermögen. Schmeckstoffe. **971**

Geschmeckt werden können nur in Wasser gelöste Stoffe!
(Gegensatz zu Riechstoffen, die als Gase vorhanden sein müssen!) Anregung des Speichelflusses, z. B. bei Hund, dem Nahrung gezeigt wird, Zusammenlaufen im Munde! (Freßfarbe 549, 998.)
Bau der Zunge, Zungennerven. Sensible, motorische Nerven. Speichelmenge, -zusammensetzung? (Rhodan im Speichel!)
Reizschwelle für die verschiedenen Geschmacksempfindungen!
Verschieden für süß, bitter, salzig, sauer.
Verschiedene Abteilungen der Zunge für verschiedene Geschmäcke disponiert: Nachweis der verschiedenen Geschmacksempfindungen auf der Zunge.
Lähmung bestimmter Zungenpartien durch Kokain (vgl. Geruchslähmung in gleicher Weise.)
Kontraktion d. Zunge (essigsaure Tonerde).
Mund mit 2%ig. H_2SO_4 ausspülen: Trinkwasser schmeckt süß.
Abhängigkeit von Konzentration: Absoluter Alkohol geschmacklos.
Geschmack arbeitet nur zusammen mit dem Gesichtssinn richtig!
(Weinkenner im Dunklen!) Wie schmecken Blinde, blindgeboren, blindgeworden!? Rote, gelbe Speisen, keine blauen!
Diese Korrelativität der Sinne beim Geschmack ausgesprochener als beim Geruch!
Besonders feine Schmecker: Weinprober, Tee-, Kaffeeprober.
Zusammenarbeiten des Geschmacks mit dem Geruchssinn!
Besonders wichtig Temperatur, bei der Schmecken erfolgt:
Heiße Suppen schmecken anders als kalte. (Milchsuppe heiß verliert Geschmack!)
Welche Geschmacksveränderungen erleiden Stoffe bei Abkühlung auf bestimmte Temperaturen? Rotwein angewärmt, Weißwein immer kalt!
Geschmacksempfindung beim Raucher? (HCN-Nachweis) (Mentholzigarette).
Geschmack und chemische Konstitution!
NaCl salzig, NaBr salzig, NaJ fade (periodisches System).
Schmeckende Einzelstoffe: besonders künstliche Süßstoffe!
Speisen werden durchweg nicht geschmeckt, sondern gerochen!
Geschmack von Tierfleisch (Seefische gegenüber Süßwasserfischen): Ziegen-, Hammelfleisch. Hautgout. (Gallengeschmack.)

Zweck der scharfen Gewürze! Gewürzpflanzen.
(Wirkung der Gewürze bei der Verdauung! s. 998.)
Abhängigkeit des Geschmacks tierischer Produkte von Futter: Gras-, Rübenbutter!
Geschmacksverbesserung durch Kultivierung: Süßlupine.
Geschmacksverschlucker (s. o.: Anwendung bei Speisenwürze).
Geschmäckermischung (weniger bedeutsam als Geruchsmischung).
Richtige Zusammenstellung der Speisefolge.
Besonders: Arzneikorrigentien zur Geschmacksverbesserung, z. B. bei den bitteren Chininstoffen.
Wie läßt sich Bittergeschmack hier chemisch beseitigen, ohne Arzneiwirkung zu schmälern? (s. o.: Chemische Konstitution u. Geschmack.)
Salzgeschmack versalzener Speizen kaum zu beseitigen.

972 Gefühl. Haut. Hautreize.

Aufbau der Haut: Epidermis, serosa, mucosa. Röntgenaufnahmen der Haut.
Besonders empfindlich:
Augenhaut — Augenreizmittel.
Nasenhaut — Nasenreizmittel.
Rachenhaut — Rachenreizmittel.
Oberhaut — Hautreizmittel.
Nerven: sensible, motorische.
Dazu Schleimhäute der Lunge, Bronchien: Weitgehende innere Schädigung durch Lungenreizmittel. Magen-Brechreizmittel. Labyrinthreizmittel.
Verhalten der Haut gegen mechanische Einwirkung. Adäquate = natürliche, inadäquate = künstliche Reize. Reizschwelle. Fingerspitzenempfindung bei Stoß, Explosionsstoß (799, 884) (817). Hautreizmittel: Kitzelwirkung. Injektionen gegen Kitzelreaktion! Gänsehaut, Ameisenlaufen! Jucken erfrorener Zehen. Nesselfieber. (s. 970 — Niesen!) Veratrin. 974. Hautreizungen durch Elektrizität! (s. Tod) (Elektrotechn. Z. 1935, 1249.)
Verhalten der Haut gegen Wärme: (vgl. Zahnschmerz bei Bohren mit der Maschine infolge der durch die Erhitzung bewirkten Nervenreizung).
Leitvermögen: Wärme-, Kältepunkte.
Wie wirkt Wärmestrahlung, z. B. von Feuer, auf Haut?
Verschieden auf Wärme-, Kältepunkte?
S. Verbrennung des Körpers (Verbrennungsgrade!). (096.)
Wärmeschutz der Haut durch Einfetten (bei Ozeanschwimmer).
Verhalten zu Licht:
Sonneneinwirkung — Verbrennung — Sonnenbrand.
Wirkung des U-V-Lichts (Quarzlampe zeigt in jedem Gesicht Sommersprossen!)
Schutz gegen Sonnenbrand Salben: (creme mouson).
Neger, andere Orientalen gegenüber Weißen bezgl. Sonnenwirkung.
Hautfarbe und Hautatmung (s. u.) (599). (Blonde gegenüber vielen Hautgiften anfälliger als Brünette.) Tätowierung.
Verhalten der Haut zu elektrischem Strom: Verbrennung auf Haut (s. Verbrennung am menschlichen Körper). (096.)
Hautreizung durch Pflanzen, Tiere, Medikamente: Vorstufe des Hautreizes immer Hautschwellung.
Pflanzen: Lindenblätter, Erdbeeren, Schachtelhalm, Chelidoniumarten, Nesselarten, orientalische. Heuschnupfen durch Pollenstaub. Holzarten.
Tiere: Kröten, Insekten, spanische Fliegen-Vesikantien, Kantharidin. Suppurantien.
Drogen in Salben: Hexensalben!
Kampfer, Senfblätter, Jod bei Jodschnupfen. Akne bei Petroleum, Vaseline.
Veramon, andere Medikamente erzeugen von innen heraus Hautjucken!
Besonders stark bei Hauteinreibung, also mechanischer und chemischer Wirkung.
(Wirkung von z. B. Azeton.)
Idiosynkrasie! Jodtinktur (Hofmann 213).
Verwundete Haut — Wirkung d. Reizmittel als Blutgifte.
Haut u. Glyzerin. — Porenöffnung. Lebendgerbung!
Heilmittel: Salben, Ratanhia. (Flechtenmittel.) (Milch gegen Gelbkreuz, 947.) 975. Verhalten d. Salben allgemein.

Rheumasan usw. Hautwirkung von Heilfarben. (Wissen u. Fortschritt 1936, 569.)
Argyrie.
Hautatmung (vgl. Atmung): Haut atmet $^1/_{200}$ des Gesamt-Körper-Sauerstoffs. Haut schützt gegen zu schnellen Druckausgleich: Flieger, Taucher! (669, 999.)
Hautatmung unter Gasmaske (s. dort) teilweise unterbunden.
Ausscheidung von bestimmten Stoffen = Giften.
Welche Giftwirkung kommt diesen Ausatmungsstoffen zu?
Besondere Ausatmung: Schweiß! Osmose (s. 991, 972, 952, 981).
Besonders: Achselschweiß!
Beförderung, Verhinderung des Schwitzens! Pilokarpin!
Schweiß der Phtisiker. (Diese mit einem O-Sack um Körper herum bedecken, damit Haut O atmet.)
Wird Sekretion anders, wenn statt Luft reiner O, andere Luft geatmet wird?
Bei Verbrennung der Haut Vergiftung! Transplantation!
Hautatmung bei verletzter Haut, bei Hautwunden? Rauchen setzt Hauttemperatur herab (999).
Hier Drüsenfunktionen! Lähmung dieser Drüsenfunktion durch Giftkampfstoffe?

Pharmakologie. Giftkampfstoffwirkung und chem. Konstitution. Giftbekämpfung. Chemotherapie. **973**

Pharmakologische Eigenschaften.
Heilwirkung und Wachstum, vgl. mit Liebigs Gesetz vom Minimum (Eiweißminimum, Überschuß als Harnstoff entfernt). Giftbegriff relativ. (Bei Heilmitteln Maximaldosis, Maximaltagesdosis). (Dosis efficax.) Index: $\frac{d\,c}{d\,t} = \frac{\text{dosis curativa}}{\text{dosis toxica}}$ (Je kleiner der Bruch, um so besser das Mittel.) (Bezogen auf kg Körpergewicht.)
(Idiosynkrasie! Vgl. Gerüche, Heuschnupfen. 970.)
Chemotaxis = Reizwirkung auf Bakterien (+ —): dünne Äpfelsäurelösungen ziehen Paramaecium an, stärkere stoßen ab; weiße Blutkörperchen wandern in Adern mit Eitererregern. Beim Serum Verhältnis von: $\frac{\text{bakteriotrope Wirkung (auf Bakterien)}}{\text{cytotrope Wirkung (auf Organzellen)}}$
(bei Ehrlichs As-Verbb. besonders günstig).
(Bakterientoxine durchweg kolloidaler Natur.)
Ähnlich der Index bei Einwirkung auf Pflanzen (Saatgutbeizmittel) (979).
Zum Erkranken gehören 3 Faktoren (M. v. Pettenkofer):
x = Krankheitserreger,
y = Gesamtheit der die Krankheit bedingenden äußeren Umstände,
z = individuelle Disposition.
Davon fallen x, y in das Gebiet der Hygiene.
Empfindlichkeit gegen viele Mittel (Morphin) nimmt in Wirbeltierreihe mit aufsteigender Zentrenentwicklung zu (Mensch am empfindlichsten). (Katzen besonders empfindlich gegen Blutdrucksenkung.)
Wirkung der Giftkampfstoffe:
Die meisten Kampfstoffe wirken lokal (Gegensatz CO, das resorbiert werden muß). Nach Flury können Resorptionsgifte auf dem Weg im Organismus teilweise entgiftet werden, während die Reizgifte sofort wirken, evtl. Infektionskomplikationen nach sich ziehen.
Schädigung abhängig von Konzentration des Giftes in der Atemluft!
Tödlichkeitszahl = mg Stoff pro kg Körpergewicht.
Habers Tödlichkeitsprodukt = Produkt aus Einwirkungsdauer in Minuten und Konzentration in mg/cbm. (Flury-Zernik, G. u. L. 1932, 149.)
$\frac{t \cdot c \cdot 8}{1000}$ mg = in t Minuten aufgenommene Kampfstoffmenge, wenn der Organismus t Minuten lang pro Minute $\frac{8}{1000}$ cbm Luft mit c mg Kampfstoff in 1 cbm einatmet (pro Minute Atmung = 8 l).
$\frac{g}{G} = Z.$ Z = Wirkungswert (i. a. tödliche Erkrankung),
G = Gewicht des Individuums in kg,
g = Minimalmenge Gift, die normalerweise zur Vergiftung reicht.

$\frac{t \cdot c \cdot 8}{G\ 1000} = Z$. Da $\frac{8}{1000 \cdot G}$ annähernd eine Konstante ist, so ist $c\,t = Z \cdot k$.

$c\,t$ = Tödlichkeitsprodukt.

Für Phosgen $ct = 450$, d. h. Mensch stirbt, wenn er 1 Min. lang Luft einatmet, die 450 mg pro cbm enthält, d. h. wenn er pro 1 Min. $\frac{8 \cdot 450}{1000} = 3{,}2$ mg Phosgen einatmet.

Vergleich der Haber-Formel mit dem Verhältnis: $\frac{\text{dosis curativa}}{\text{dosis toxica}}$, bezogen auf kg Körpergewicht! (s. o.!)

Je kleiner ct, um so wirksamer das Kampfgift.

Bei HCN, CO usw. (Resorptivgiften) ist $(c - e)\ t = Zk$. e = Menge des in der Ausatmungsluft wieder entfernten Giftes; daher hier nur Wirkung, wenn $c > e$, was bei HCN schwer zu erreichen ist.

Habers Formel gilt ziemlich übereinstimmend für alle Warmblüter.

Reizzahl, Reizgrenze für Menschen: $R = a \cdot t$

Unerträglichkeitszahl: $U = b \cdot t$

Tödlichkeitsprodukt: $Z = c \cdot t$

Außerdem Warnungszahl $W = d \cdot t$

Verhältnis $a : b : c : d$

$$\text{Warnungszahl} = \frac{\text{Tödlichkeitsprodukt}}{\text{Unerträglichkeitszahl}}$$

Tabelle nach J. Meyer: Grundlagen des Luftschutzes. Leipzig 1935, 61 usw.

Giftkampfstoff	Untere Reizgrenze mg/cbm Luft	Unerträglichkeitszahl mg/cbm Luft	Tödlichkeitsprodukt	Warnungszahl
Phosgen	5	20	450	22
Perchlorameisensäureester (Grünkreuz)	5	40	500	8
Dichlordiäthylsulfid (Gelbkreuz)	—	—	1 500	—
Chlorvinylarsindichlorid (Levisit)	—	—	1 500	—
Chlorpikrin	2	50	2 000	40
Chlorazeton	18	100	3 000	30
Bromazeton	1,0	10	4 000	400
Chlorazetophenon	0,3	4,5	4 000	1 000
Diphenylarsinchlorid (Blaukreuz)	0,01	1,0	3 000	4 000
Diphenylarsincyanid (Clark II)	0,01	0,25	4 000	16 000
Benzylbromid	4	60	6 000	100
Xylylbromid	1,8	15	6 000	400
Brombenzylcyanid	0,3	30	7 500	250
Chlor	10	> 100	7 500	75
Kohlenmonoxyd	—	—	70 000	—

Versuche bez. Aufstellung dieser Begriffe, qualitativ, quantitativ.

Individualitätsfaktoren: Rassen (Chinesen, vgl. CO-Vergiftung — Schiffsheizer). Männer, Frauen, Kinder.

Wichtig bei Gasen und Dämpfen: Löslichkeit in Geweben, Gewebsflüssigkeiten: Blut. (Lipoidlöslichkeit.)

Bindung von CO an Hämoglobin, von HCN an das Atmungsferment. (992.)

Umstandsfaktoren: Einatmung bei nüchternem, vollem Magen, bei Ruhe oder Bewegung resp. Arbeit (Arbeit in Giftatmosphäre schadet dem Körper bedeutend mehr als Ruhe. [Lütkens, C. 1927, II 460]), bei Rauchern oder Nichtrauchern, während, vor, nach Rauchen. (Raucher empfinden weniger Reiz. Stettb. 435.)

Kranke, schwache Individuen stärker angegriffen als Gesunde.

Akute, chronische Vergiftung: Gewöhnung an gewisse Gifte. Gewisse Resistenz, z. B. bei Arbeitern bei Laborierung von Thioazeton. (Ber. 22, 2592.) (Stettb. 437.) Vgl. chronische Vergiftung mit Morphiumsucht!

Temperaturerhöhung (Sommer — Winter) steigert durchweg Giftwirkung.
Temperatur des Giftstoffes und Körpers bei Giftaufnahme (961): Giftwirkung steigt mit Temp. an. (Brinley-Baker C. C. 1929 II 2667. Bethe, Zentralbl. f. Gewerbehygiene, Unfallverhütung 18, 249.)
Resorption von HCN wird erhöht durch gleichzeitige Anwesenheit von Methylazetat, da dadurch Atemöffnungen aufgehalten werden.
Sehr stark giftig sind Gemische von CO mit nitrosen Gasen (Flury, Z. angew. Ch. 1930, 1013).
Ein Schwebstoff wirkt um so stärker, je feiner die Teilchen sind. Vgl mit arzneilichen Wirkungen desselben Medikaments in verschieden feiner Verteilungsform. (Vgl.: Resorption von künstlichem Dünger durch Pflanzen abhängig vom Verteilungsgrad.)
Latenzzeit = Zeit, nach der Schädigung im Körper auftritt.

Chemische Konstitution und physiologische Wirkung.

Wirkung von Giften, Heilstoffen, Nährmitteln bisher kaum aus chem. Struktur erschließbar, teilweise aus physikalisch-chem. Prinzipien ableitbar.
Nährstoffe i. A.: Ketten = langsamer Abbau, Verdauung.
Heilmittel i. A.: Ringe = plötzliche Wirkung durch Ringzerschmetterung.

a) lokale (Ätzungen),
b) entfernte (Somnolenz, Kollaps, Fieber.) } Angriffsort des Giftes.

(Prinzip der spezif. Organernährung durch spezif. Organe.)
Organotropie: Stoffe für Blutkreislauf, Herz, Nervenzentren.
Kombinationstherapie: Bürgis Potenzgesetz (Synergismus) (vgl. Katalyse):
Morphin + Skopolamin,
Morphin + Narkotin (Narkophin),
Kokain + Adrenalin.

Antagonismus:
Muscarin = Vagusreizung,
Atropin = Vaguslähmung,
(Curare-Physostigmin gegen Chinin, Ca.")
Cholin und Adrenalin in der Blutdruckregulierung.

Antagonisten zu den lebenswichtigen Na-Salzen:
Kalziumsalze: energische Systole des Herzens (Ringers Lösung muß Ca enthalten).
Kalisalze: diastolischer Herzstillstand.
(Na befördert Quellungsprozesse, die Ca durch Entquellung beruhigend reguliert.)
(Vgl. Kolloide.) Ungefähr muß der Bruch konstant sein: $\frac{Na + K}{Ca}$

Tierversuch läßt nicht ohne weiteres Schluß auf Menschen zu (Kaninchen fressen Tollkirschenblätter, Kantharidin unwirksam für Igel, Huhn), da bei verschiedenen Tieren die zerstörenden Organe: Leber, Blut, ferner die ausscheidenden Nieren verschieden gebaut sind (bes. ausschlaggebend: Pupillenwirkung).

a) Wirkung von Metallsalzen isomorpher Metalle steht im Verhältnis der Atomgewichte (Blake 1839; Rabuteau).
Wirkung eines Ions ist eine exponentielle Funktion seiner Wertigkeit. (Regel von Hardy-Whetham.)
b) Durch Einführung von H_2 in cyklische Basen wird allgemein die physiologische Wirkung bzw. Giftigkeit gesteigert. (Regel von Kendrick-Dewar-Königs.) (Pyridin-Piperidin.)
c) Narkose beruht auf Verringerung der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten und damit Bedingen der Adsorption der Narkotika, auslösbar an allen lebenden Zellen (nicht nur Nervenzellen), wodurch oxydative Fähigkeit der Zellen vermindert wird. Narkotische Wirkung ist durch Anzahl der im Molekül enthaltenen O_2-Atome bedingt.
d) Blausäure wirkt (O. Warburg) dadurch, daß sie das Eisen der Zelle aus ionisiertem in unwirksamen Komplexzustand überführt; dadurch wird die Oxydationsfähigkeit der Zelle vernichtet. (992.)
e) Purinbasen (Theobromin, Koffein) wirken durch abgespaltene Methylgruppen auf Nieren, also spezielle chem. Wirkung (Muskelwirkung an Purinring gebunden.)
f) Kleinste Metallmengen steigern die photosensible Wirkung der Körperbausteine (Neuberg). (Oligodynamie?)

g) Wirkung durch chem. Änderung des Stoffes im Körper: Colchizin nur für Warmblüter giftig, da nur in Blutwärme das giftige Oxydicolchizin entsteht. Fünfwertiges Arsen ungiftig; im Körper entsteht daraus das wirksame dreiwertige durch Reduktion.

h) Prinzip, wirksamen Körpern schädliche Nebenwirkungen zu nehmen: Nenckis Salolprinzip. (Veresterung.) Wasserlöslichmachen: Antipyrin-Pyramidon. Geschmackskorrigentien. (971.)

i) Krampferregende Wirkung; tertiäre Amine in quartäre Basen. Haben Amine vorher ähnliche Wirkung, so wird sie enorm verstärkt (z. B. beim Curarin); haben sie umgekehrt narkotische, so wird diese in ihr Gegenteil verkehrt.

k) Hydrierung von zyklischen Basen verstärkt ihre Giftigkeit; zur Entfaltung der Wirksamkeit sind Rezeptoren (Ehrlich) nötig. (Vgl. auch Serumtherapie!)

l) Freie Carboxylgruppen wirken manchmal hemmend, z. B. Benzoylekgonin fast unwirksam; wird freie Carboxylgruppe mit Methyl verestert, entsteht Kokain.

m) Aromatische Hydroxyle (Phenole) erzeugen krampferregende Substanzen, doch schwächt sich bei 3 OH diese Wirkung wieder ab. Abdeckung des freien OH durch Sulfierung hebt die Giftigkeit völlig auf. Ätherbindung schwächt sie. Gerade umgekehrt ist im Morphin die freie OH-Gruppe entscheidend für die narkotische Wirkung.

n) Halogen erwirkt meist Erhöhung der Herzwirkung. Häufig, so bei KWSen, steigert es die narkotische Wirkung, namentlich Brom. Viele Schlafmittel enthalten Brom in organischer Bindung (Bromural, Adalin). Jod zeigt auch in seinen organischen Verbindungen die typische Jodwirkung.

o) Stickstoffeintritt wirkt vollkommen verschieden, je nach der Struktur des sonstigen Moleküls. Die einfachen aliphatischen Amine sind weniger giftig als NH_3. Amide und Aminsäuren sind meist ohne Wirkung. Hydrazine, Hydroxylamin, Iminogruppen (Guanidin) sind sehr giftig. Aromatische Amine sind Krampfgifte und Blutgifte, auch Azokörper sind sehr giftig.

Zur Giftbekämpfung 3 Maßnahmen des Körpers: (vgl. Verbrennung 621.)

α sofortige Ausscheidung durch Mund, Darm, Lunge, Niere, Haut. (Maßgebend Geschwindigkeit der Ausscheidung.)

β Fixierung im Körper (Metalle, Arsenik, Alkaloide in Leber [Giftfilter] [Einspritzungen in Leber wirken viel schwächer], Eisen in Knochenmark, Schwermetalle in der Milz, Deponierung in Leukozyten).

γ Unschädliche Paarung: (Phenole in gepaarte Schwefelsäuren, Kampfer in Glukuronsäure, Säuren an Glykokoll.)

δ Entgiftung durch:

a) Spaltung (Hydratation): Glykoside entzuckert, Methylabspaltung bei Koffein.

b) Neutralisation: Säuren in Alkalisalze. Alkalien durch Glyzerinphosphorsäure aus zerfallenden Blutkörperchen.

c) Oxydation: P $\longrightarrow$ Phosphate.
Sulfide $\longrightarrow$ Sulfate.

d) Reduktion: Chlorate $\longrightarrow$ Chloride.

e) Besondere Umwandlung: NH_3 in Harnstoff, bei Vögeln in Harnsäure.

Se-Te-verbb. aus Methylverbb. ausgeschieden.

Chemotherapie (Ehrlich).

Chemische Wirkung und periodisches System.
Typisch Chininwirkung bei Malaria, Salicylate spez. bei Gelenkrheumatismus.

Spezifisch fand Ehrlich ferner:
Farbstoffe (Methylenblau, Trypanrot).
Arsenverbindungen.
Letztere wirken nicht typisch als As-Verbb., da auch Sb-, Bi-Verbb. ähnlich wirken, Wirkung beruht auf besonderer Atomgruppierung.

Organe mit innerer Sekretion: Hormone (Regulierungsstoffe). Vitamine (Fermente s. 992).

Endokrine Drüsen mit innerer Sekretion (Nebennieren, Pankreas-Insulin).

Antigene = Stoffe, die bei Einführung in Tierkörper sofort streng spezifische Antikörper bilden.

Nach Seitenkettentheorie (Ehrlich) zwischen Antigenen und Antikörpern chemische Beziehungen:

1. Spezifische Bindung, und zwar a) Haptophore-Gruppen im Giftmolekül und in der Zelle, b) Ergophore = Antigengruppe, auf der Wirkung beruht. (Haptophoren, an Zellen sitzend, als Rezeptoren bezeichnet.) (Nebenvalenzbindungen?)
2. Dieselben chemischen Gruppen, die, an Zelle sitzend, das Antigen verankern und dadurch seine Wirkung ermöglichen, können nach Abtrennung von der Zelle als Antikörper wirken, da ihre spezifische Konfiguration auch jetzt noch mit Antigen reagiert.

Antigene:

a) Einfachere mit 1 haptophoren, 1 ergophoren Gruppe,
b) kompliziertere, aus dem unwirksamen Ambozeptor und dem wirksamen Komplement; ersterer zuerst gebunden, dann das 2. gebunden (also 4 Haptophore nötig). Ambozeptoren = Zellprodukte verschiedener Organe, gebildet beim Eintritt fremder Zellen (Bakterien, Blutkörperchen) in Körper; Komplemente = Bestandteile normaler Sera, Zusammenhang mit Leukozyten.

Einfache Toxine:

Antigene von Diphterie, Tetanus,
Rizin, Abrin.
Schlangentoxin: a) Nervengift Neurotoxin, b) Gefäßgift Hämorrhagin.
Schlangengift z. B. atemlähmend. (ME = Mäuseeinheiten = Menge, die 1 g Maus in 24 Std. tötet. 1 g Trockengift etwa 1 bis 2 Mill. M E, also dosis letalis minima $\sim$ 0,001 mg [Ch. Ztg. 1936, 754].) Viel stärker wirkend als alle anderen Gifte, auch als Tetanustoxin. (Vgl. damit z. B. Phosgen — Stettb. 434.)
Vgl. mit Fisch-, Pfeil-, BienenAplysiagift.

Agglutinine (bringen im Serum Fremdkörper zum Verklumpen), Präzipitine (schlagen spezif. Fremdeiweißstoffe nieder).

Komplexe Toxine:

Cytotoxine, veranlaßt durch Eindringen von Bakterien und fremden Blutkörpern, Hämolysine verändern Erythrozyten, daß Blutfarbstoff austritt und sich Lösg. rot färbt.
(Spezif. Blutuntersuchung),
Serumteste. Aktive, passive Impfung. Inkubationszeit.

Physiologische Wirkung und Gegenwirkung bei Augenreizstoffen. **974**

Stoffe nach 940, 941. Sämtliche Stoffe halogenhaltig!

Chlorkohlensäureester (bei Substitutionen im Laboratorium).

Bromessigester, Bromazeton, Chlorazetophenon hauptsächlich (bei Cl-Azetophenon Erhitzung über 58°).

Ermittlung der Werte für: Reizzahl, Unerträglichkeitszahl, Tödlichkeitsprodukt, Warnzahl. (Reiz steht im Vordergrund. Konzentration für Vergiftung im Felde nicht erreicht, noch angestrebt.)

Polizeiangriffswaffe. Prüfstoffe für Festsitz und Funktionieren der Gasmaske (s. 982).

Kombination von Augenreizstoffen.

Spezifische Wirkung auf Mensch:

Augen: Äußere, innere Teile. (Tränendrüsen als Ausscheidungsorgane. 998.)
Bezeichnung: Tränengas.
(U. U. Noxe als Betriebsgase 939.)

Wirkung auf Tiere:

Warmblüter, Kaltblüter, niedere Tiere (979). Unterschied gegenüber Mensch. Besonders Tierausnahmen, weil besondere Organe denen des Menschen gegenüber verschieden:
Meerschweinchen besonders empfindlich, da sie mehrere Minuten, ehe Gaswolke herankam, unruhig wurden.
Katzen ähnlich; Hunde jaulten vorher und schlossen Augen ganz dicht. Ratten, Mäuse vernichtet; liefen schon vorher zum Feinde über, da sie wohl das Gas witterten.

Eulen begannen zu schreien.
Pferde jagten die Anhöhen hinauf, waren gegen Gas hin nicht weiterzubringen.
Hinter der Front Hühner und Enten unruhig, drückten sich in Mauernischen.
Schmetterlinge, Raupen, Kreuzottern getötet.
Sperlinge scheinen sehr widerstandsfähig zu sein.
Gegenmittel: Im Laboratorium, im Kriege.
Spülungen (Alkali, Milch) (s. chemische Reaktionen 944).
Wirkung auf Pflanzen, höhere, niedere (979).
Bäume, Sträucher, Gras, Getreide, Nutzpflanzen — Rüben usw.
Pflanzen im Sommer, Winter, Herbst, Frühling — welche am meisten gefährdet? Warum?
Wirkung auf Bakterien.

975 Physiologische Wirkung und Gegenwirkung bei Nasen-, Rachenreizstoffen (Blaukreuz).
Stoffe nach 942, 943. Arsen — halogenhaltige Stoffe.
Flüchtigkeit aller Kampfstoffe genügend groß, um Unerträglichkeitsgrenze zu erreichen, nur bei den Diphenylarsinhalogeniden zu niedrig, aber durch Verstäubung erreichbar. (Versuche mit durch Thermit verdampften As-Verbb. 962, 979.)
(Eigenart des Arsens s. Chemotherapie Ehrlichs 973).
Reiz im Vordergrund. Konzentrationen für Vergiftung im Felde nicht erreicht, noch angestrebt.
Werte für Reizzahl, Unerträglichkeitszahl, Tödlichkeitsprodukt, Warnzahl.
Spezifische Wirkung:
(U. U. Noxe als Betriebsgase 939.)
Durchschlagen der Gasmaske früher möglich, daher Maskenbrecher genannt.
Hustenerzeugung: Mechanismus dieser Reflexbewegung. (Vgl. mit Niesstoffen — Veratrin, Dianisidin [970].)
Diphenylarsinycanid wirkt auf die sensiblen Nerven erst der Nase, dann des Rachens und Kopfes.
Zuweilen Latenzperiode von einigen Minuten zwischen Aufnahme des Stoffes und Beginn der Reizwirkung.
Mit Aufhören der Reizwirkung verschwinden meist die Wirkungen.
Kombination mit Lungengiftstoffen — Buntkreuz.
Gegenmittel: Physikalisch. Schwebstoffilter (s. 982).
Chemische Gegenmittel.
Wirkung auf Tiere, Warmblüter, Kaltblüter, niedere Tiere (979).
Unterschiede gegenüber Mensch. Hundeaugen empfindlicher als Pferdeaugen.
Wirkung auf Pflanzen, höhere, niedere (979) (974).
Wirkung auf Bakterien. (979.)

976 Physiologische Wirkung und Gegenwirkung bei Hautgiftstoffen (Gelbkreuz).
Stoffe nach 944, 945. Halogenhaltige Verbindungen. — Ätzende Kampfstoffe.
Ermittlung von Reizzahl, Unerträglichkeitszahl, Tödlichkeitsprodukt, Warnzahl; ebenso bei Kombinationen.
Vorwiegend Wirkung auf äußeren Körper(auch auf Lunge 977).
Besonders starke Aufnahme durch schwitzende Hautstellen.
(U. U. Noxe als Betriebsgase 939.)
Besonderes: Entstehung von Brandblasen:
Wie entsteht Brandblase durch Feuerverbrennung? Absonderung von Blutwasser — Hautatmung hier unterbunden.
(Anm.: Bei Lewisit entsteht Blase viel schneller als bei Lost, also Überraschungsmoment fällt weg!) H_2O_2 löst Hautpulver.
Vergleich mit Verätzungen durch Mineralsäuren, z. B. HNO_3!
Lost-, Mustardgas durchdringt Kleiderstoffe, Gummi, Leder, Billrothbattist (947, 981).
Infizierung mittels Kleider möglich, die Lost enthalten!
(Gasschleuse an Gasschutzräumen!)
Behandlung der Verletzten: Chlorkalk, Brom. Chloramin (Losantin).
Einwirkung von U-V-Licht günstig?

(allgemein: wie wirkt U-V-Licht auf besonders präparierte Haut, also auf Haut, imprägniert mit Chemikalien, mit Farbstoffen, besonders solchen, die ultraviolettempfindlich sind?)
Untersuchung nach Guttadiaphotverfahren: Tropfbild vom Blut! (991).
Milch gegen Gelbkreuz (Augenwaschmittel) (Lipoidwirkung) (952).
Vgl. Haut und Öle, Fette. (Prophylaktische Behandlung mit Chlorkalk.)
Wirkung auf Tiere: Warmblüter, Kaltblüter, niedere Tiere (979).
Unterschied gegenüber Mensch. Hunde können nicht schwitzen, also besondere Hautreaktion!
Wirkung auf Pflanzen, höhere, niedere (979) (974).
Wirkung auf Bakterien.

Physiologische Wirkung und Gegenwirkung bei Lungengiftstoffen (Grünkreuz). **977**

Stoffe nach 946, 947. Stoffe durchweg halogenhaltig.
Erstickende Kampfstoffe. (F-Katastrophe im Lütticher Industriegebiet.) (Phosgenunglück in Hamburg.)
Alle giftigen Kampfstoffe, auch die ätzenden, sind Lungengifte; ihre gemeinsame Angriffskomponente ist das Halogen.
Ermittlung von Reizzahl, Unerträglichkeitszahl, Tödlichkeitsprodukt, Warnzahl.
Industrielle Vergiftung (Noxe 939) durch Stickoxyde (Methämoglobinbildung 321). CO.
Dazu chronische Vergiftung, etwa durch CO beim Rauchen. (Nikotinvergiftung meistens CO-Vergiftung.) (Muskelverkrampfung bei CO-Leuchtgasvergiftung, s. 036.)
(Vgl. besonders stark schädigende Wirkung von N_x-O_y + CO — s. 973.)
Akute, chronische Vergiftung bei CO. Formel von Deckert (Z. Sch. Spr. 1937 Nr. 1).
Besonders Blausäure:
Hier muß das Tödlichkeitsprodukt variiert werden, weil ein Teil des eingeatmeten Giftes sofort vom Körper chemisch entgiftet wird! Also statt:
$T = c \cdot t$ hier $T = (c - e) \cdot t$.
Von welchen individuellen Faktoren ist diese Entgiftung abhängig?
Besondere Schädigung von Kranken gegenüber Gesunden.
Schädigung stärker bei Arbeitsleistung als bei ruhigem Verhalten.
Kombination mit anderen Stoffen — Buntkreuz.
Offenhalten der Atemöffnung, z. B. bei Anwesenheit von Methylazetat. (Wirth — Muntsch, II. Aufl. 18.)
Lobelininjektion (vor allem bei CO).
Wirkung auf Tiere, Warmblüter, Kaltblüter, niedere Tiere (979).
Unterschied gegenüber Mensch.
Wirkung auf Pflanzen, höhere, niedere (979) (974). Wirkung auf Bakterien.

Physiologische Wirkung und Gegenwirkung, besondere: Giftkampfstoffe neuer Art. **978**

(Neue Stoffe mit neuartiger Wirkung, die im Weltkriege nicht zur Anwendung kamen.) 948, 949.) (O-Gehalt der Luft unter 12% drücken.) Ausländische Versuche.
Brechreizstoffe (die also eventuell zum Abreißen der Maske zwingen).
Stoffe, die auf das Labyrinth einwirken, also durch Verschiebung der Gleichgewichtsflüssigkeit eine Art Brechwirkung wie bei der Seekrankheit herbeiführen.
Vgl. hierzu: Demonstrationen zur Funktion des Gleichgewichtsorgans. (Vgl. dazu: Störungen des Gleichgewichtsorgans durch Explosionseinwirkungen.) (s. 739, 769, 799.)
Stoffe mit besonderer Wirkung auf die Gefäße (s. 977) und den Kreislauf.
Betäubende Gehirngifte (948, 949).
Eisenkarbonylverbb., die beim Zusammentreffen mit Aktivkohle der Gasmaske CO bilden und dessen typische Wirkung erzeugen (s. 977) (948).
Ermittlung von Reizzahl, Unerträglichkeitszahl, Tödlichkeitsprodukt, Warnungszahl.
Gegenmittel.
Wirkung auf Tiere, Warmblüter, Kaltblüter, niedere Tiere (979).
Unterschied gegenüber Mensch.
Wirkung auf Pflanzen, höhere, niedere. (979.) (974.)
Wirkung auf Bakterien.

979 Schädlingsbekämpfung. Infektion. Desinfektion. Konservierung.

Schädlingsbekämpfung.

Bei Methoden der Verstäubung von oben her (mit Flugzeug) durchschnittlich dieselben Giftstoffe wie bei der Menschenbekämpfung, vor allem As-verbindungen.

Bekämpfung z. B. in der Erde zwecks Vertilgung von Feldmäusen:

Ähnliche Methoden wie beim Schützengrabenkampf!

Ausräuchern genügt, da Tiere vielfach nicht getötet werden sollen, sondern aus ihren Löchern zu vertreiben sind! (Verdampfung von As-Verbb. durch Thermite. 962, 975.) (Trockeneis — CO_2-Verwendung s. 039, 942) (s. 523).

Untersuchungen, in welchen Formen resp. in welchen Windungen sich irgendwelche Gase, Nebel, Rauch, Giftrauch in solchen Mausegängen usw. verbreiten. Gesetzmäßigkeiten der Ausbreitung?

Vernichtung, Wegbeizung von Unkraut im Getreide.

Bekämpfung von Pflanzenschädlingen. (Idiosynkrasie bei Hederich gegenüber Chemikalien im Verhalten zu Getreide!) (965, 973.)

Vernichtung von pflanzlichen Parasiten (vgl. 978).

Welche tierischen Lebensmittel verderben durch Giftkampfstoffe?

Seßhaftigkeit von z. B. Lost an tierischen Lebensmitteln.

Wiederbrauchbarmachung möglich? Abwaschen, Umkochen usw.

Dto. Pflanzliche Lebensmittel.

Prinzipien der Desinfektion, Konservierung (081, 095, 914).

Räucherprinzip (Fleischwaren) (s. 969).

Räucherungen im Mittelalter gegen Pest.

Seuchenbekämpfung durch Abbrennen von Holzfeuern in Straßen usw., daraus Sonnwendfeuer entstanden = Notfeuer als Abwehrmaßnahme gegen Seuchen. (Vgl. 095.)

Prinzipien der Desinfektion! (vgl. 095) (s. 982) (s. 939).

U. U. genügt Entziehung des Sauerstoffs resp. Herunterdrücken des Sauerstoffgehalts auf einen bestimmten Wert.

Desinfektion von Schiffen mit HCN + Reizgas.

Welchen O-Gehalt verlangen aerobe Bakterien, bei welchem Mindergehalt gehen sie ein? Verwendung von SO_2, HCN (Zyklon) (s. Tuberkelbakterien). Vapozide. Chinosol.

Desinfektion von Gasmasken (s. 982). — Entseuchung.

98 Giftstoffabwehr durch Gasmaske. Künstliche Atmung. Kollektivgasschutz. Entgiftung.

980 Durchlässigkeit fester Stoffe für Gase.

Für reine Gase: Durchlässigkeit durch poröses Material (Temperatur! Unter-, Überdruck!).

Metalle sind durchlässig, besonders bei höherer Temperatur. Ermittlung der Durchlässigkeitsgrenze bei Formkernen anläßlich des Metallgußverfahrens von Schott (Ledebur: Mech. metallurgische Technologie 1897, 92). CO geht durch rotglühende Öfen, Schiffskessel.

Welche Metallform ist am durchlässigsten? Blech, Schwamm, Spiegel.

Metallanstriche mit Fetten gegen Rost usw. sind nicht gasundurchlässig!

Elektrisch geladene poröse Metallfolien als Filter?

Glas das allein gasdichte Material (Röntgenröhren!).

Durchtreiben von Leuchtgas durch Ziegelstein! (517.) (Nellissens Grubengasnachweis. 041, 722.)

Baumaterial: Backsteinmauern, Kalkputz. Leimfarbenanstrich? Tapeten verringern Durchlässigkeit. Ölfarbenanstrich durchlässig, Wasserglas dichtet ab.

Durchlässigkeit durch Kleiderstoffe, Ballonstoffe (Ib. Mv. 1905, 279).

Durchlässigkeit durch Glasfiltertiegel, Tonfilter (vgl. Pukallfilter).

Besondere Filtertätigkeit: Zeolithe, bei denen dauernde Regenerierung möglich ist.

Durchlässigkeit von Papierfiltern: Porenweite von Filtrierpapier (verschiedene Muster). (Ostwald: Kleines Praktikum der Kolloidchemie, p. 26. Viets-Manegold: Kolloidzeitschr., Bd. 56, Heft 1, 1931.)

Papierprüfung (V. d. I. 1933, 1301): Festigkeit — Pendelschlagwerk, Reißfestigkeit.

Härte. Steifeprüfung. Glätte, Rupffestigkeit — Einreißfestigkeit. Luft- und Wasserdurchlässigkeit. Saugfähigkeit.

Wirkung von Luftfiltern zwecks Zuführung von Reinluft zu Schutzräumen (Gasschutz— Luftschutz 1934, 27): Tuchfilter als trockene Schichtfilter. Typen ölbenetzter Metallfilter, Streichfilter.

(Atemfilter, s. 982. Atemwiderstand.) Faserstoffe für Atemschutzfilter (982).

Besondere Materialien an der Gasmaske: Leder, Zelluloid! Durchlässig.

Besondere Wichtigkeit beanspruchen Kohlearten (s. Gasmaske): Darstellung der Aktivkohle: Je höher Kohle erhitzt wurde, um so schlechter die Aktivität, starke Verdichtung! Verschiedene Kohlen verschiedener Pflanzen, Tiere: Unterschiede hinsichtlich der Aktivität. Kohle in Druckerschwärze (Zeitungspapier) nimmt Brandgeruch übergekochter Speisen fort, ebenso wirksam in Gasmasken!

Kombinationen vorgenannter Stoffe bei Gasmasken!

Oberflächenkatalyse bei fein verteilter Kohle, Asbest, Bimstein ohne chemische Wirkung = Adsorptionskatalyse (s. Adsorption) Hydrierung mittels Ni: (Sabatier-Senderens 1897), Normanns künstl. Fette, Hydrolecithin. (Wandkatalyse).

Durchlässigkeit fester Stoffe für Nebel, Schwebstoffe. **981**

Vernebelte, verstäubte Giftkampfstoffe: Dieselben Materialien wie eben bezüglich Prüfung der Gasdurchlässigkeit! (929, 980, 987.) Erde, Kaffeesatz im Bottle-Respirator. Filterkisten mit feuchter Erde.

Besonders wichtig Baumaterial bei einem Fliegerangriff hinsichtlich des Schutzraumes: Backsteinmauern sind durchlässig, ebenso Kalkputz sowie dicker Zementputz. Leimfarbenanstrich. Tapeten verringern Durchlässigkeit wie bei Gasen. Ölfarbenanstrich ist durchlässig. Wasserglas dichtet ab.

Filter, besser Gasmaskeneinsatz, wird von schweren Blaukreuzstoffen durchschlagen, aber nicht von den (im wahren Sinne!) leichten Kampfgasen: Gasmoleküle gehen einen Zickzackweg, stoßen überall an Filterwandungen, werden also festgehalten, während die schweren Moleküle wenig aus ihrer Bahn durch Zusammenstoß mit anderen Molekülen abgelenkt werden, daher geradenwegs die Maskenkanäle passieren!

Vgl. mit Verteilungssatz, Teilungskoeffizient (629). Flüssigkeitsextraktion. Dialyse. Osmotische Erscheinungen (972, 952, 999). Ultrafiltration.

Gasmaske (für Menschen, Tiere). **982**

Gummi-, Ledermaske. Zelluloidvollblickmaske. (Anliegend an Gesichtskonturen.) Hautatmung bei angelegter Gasmaske beschränkt. (983.)

Moderne Maske ist Rahmenmaske aus weichem Leder bzw. Gummi, Rahmenbreite 2—3 cm, Stärke einige mm.

Leder ist durch Tränken mit Öl gasdicht zu machen. (Besondere Tränkmaschinen.) Gummi direkt verwendet oder mit Trikotstoff überzogen.

Augengläser aus Zellon, splittersicher oder aus splittersicherem Glas. (Ohl, Gas- und Luftschutz 3, 104/1933.) Entweder 1 großes Fenster — Rundfenstermaske — oder 2 kleinere — Brillenmaske.

Klarscheiben = Zelluloid-Gelatinescheiben (Quellung) oder Zellonscheiben, mit Gelatine überzogen. Blickfeld. (647.)

S-Maske: Maskenkörper mit 4 Stofflagen: Zeltstoff, Gummi, dünner Perkal, Gummischutzschicht.

Aufbewahrungsgerät. Desinfektion der Maske. (979.)

Atemeinsatz.

Darstellung der Materialien für Maskeneinsätze: Aktivkohle: Je höher Kohle erhitzt ist, um so weniger aktiv ist sie. Starke Verdichtung. Enorme Oberfläche der Aktivkohle — ihre Graphitstruktur. (031, 953.) (980.) (926.)

Verwendung von Kohle (Blut-Tierkohle) zur Entfärbung von Lösungen, zur Wiedergewinnung von Lösemitteln aus Abgasen; z. B. kann eine gute Gasmaskenkohle aus einem Luftgemisch mit 0,002 g CCl_4 pro l 60% des CCl_4 durch Adsorption herausnehmen (Kolloid-Zeitschr. 68, 381/1934). Adsorptionsfähigkeit = Aktivität der Kohle nicht durch Zusätze bedingt, sondern von der Art der Kohle, ihrer Oberfläche abhängig. Nach J. Meyer (Die Grundlagen des Luftschutzes, 1935, S. 132, Hirzel-Leipzig) ist Aktivität abhängig von Größe der Oberfläche der in dieser Kohle enthaltenen

Graphitkristalle. Die Kristallflächen der Graphitprismen zeigen hierbei nicht gleiche Adsorptionsfähigkeit. Die Vermutung von U. Hofmann (Z. angew. Chemie 44, 841/1931), das aufzunehmende Gas werde nur an den Seitenflächen der Prismen und nicht an den Basisflächen aufgenommen, ist von Wolf und Riehl mit Hilfe von radioaktiven Indikatoren bestätigt worden (Gas- und Luftschutz 2, 164/1932).

Mit Hilfe von Röntgenstrahlen festgestellt, daß auch in äußerst feinem Ruß kleine Graphitkriställchen vorliegen. Unterschied zwischen Graphit und Ruß besteht lediglich darin, daß im Ruß die Kristalle so klein sind, daß sie nicht ohne weiteres mit dem Auge sichtbar sind. Jedes kleine Körnchen Ruß stellt aber immerhin noch nicht einen einzigen Kristall, sondern eine Aneinanderreihung (Aggregation) von vielen noch kleineren Kriställchen dar. Es ist leicht verständlich, daß die Gesamtoberfläche der vielen kleinen Kristalle bei dieser Anhäufung nach außen hin wieder zum großen Teil verschwindet; denn die Kriställchen legen sich mit ihren Oberflächen derartig fest aneinander, daß die Gesamtoberfläche der Kristalle, die in dem Rußkörnchen enthalten sind, nicht mehr voll zur Geltung kommt. Aus diesem Grunde zeigt gewöhnlicher Ruß nicht die Aktivität, die man auf Grund seiner äußerlich feinen Verteilung erwarten sollte.

Bei Darstellung von Aktivkohle muß daher das Zusammenballen zu Kristallaggregaten vermieden werden bzw. muß Aufspaltung großer Kristalle zu kleinen erfolgen. Die so gebildeten Kohleteilchen sind aber, äußerlich betrachtet, nun merkwürdigerweise nicht noch feiner wie Ruß, sondern haben einen Durchmesser von 2—3 mm. (Siehe hierzu Krczil und Wejroch, Abhängigkeit des Festhaltungsvermögens von der Korngröße der aktiven Kohle; Kolloid-Zeitschrift 67, 163/1934.) In diesen Kohleteilchen sind die Kriställchen zu einem lockeren Gefüge derart verbunden, daß auch im Innern dieser Körper alle Oberflächen dieser kleinen Kriställchen erreichbar sind. Die Körner weisen also sehr viele Poren auf, durch die der aufzunehmende Stoff eindringen kann, während die Poren im Ruß außerordentlich eng sind.

Abnutzungsfaktor bei Gasmaskenkohle. Reibungsprüfung.

Silikagel usw. Korkpulver. Faserstoffe für Atemeinsätze. (980.)

Prüfung dieser zusammengestellten Maskeneinsätze gegen Gase, und zwar O-haltige, O-freie, Aufnahme von O allein!

Aufnahme feuchter Gase leichter! Aufnahme unter erhöhtem, vermindertem Druck!

Filtergeräte in geschlossenen Räumen mit giftigen Bestandteilen unbrauchbar (Luft unter 12% O?), gefährlich, weil sie angebliche Sicherheit vortäuschen können (986).

Welche Mengen von Giftkampfstoffen resp. von anderen Fest-Flüssigkeitsstoffen werden festgehalten? (Vgl. mit Quecksilberregen durch Holz an der Luftpumpe.)

Schichtweise Aufnahme der Fremdluftstoffe.

Mehrschichtenfilter:

a) Filter für physikalische Adsorption der Gase und Dämpfe.

b) Filter mit Chemikalien für chemische Zerstörung der Gase und Dämpfe. (Mundschicht.) (983, 985.)

Isotherme Destillation: Adsorbierte Giftkampfstoffe wandern im Atemeinsatz weiter! Bei bestimmter Konzentration des adsorbierten Giftkampfstoffes bricht Stoff durch. Dazu kommt

c) Schnappdeckel zum Abfangen der Schwebstoffe, die als Maskenbrecher (im Weltkriege Blaukreuzstoffe) die Maske durchschlugen. Schnappdeckel aus besonderem Filtrierpapier (vgl. Filtration durch gehärtete Filter).

An Stelle des Schnappdeckels „Schwebstoffilter" (Engelhard, Gas- u. Luftschutz 2, 91, 138, 139/1932; Redlinger, Gas- u. Luftschutz 2, 38/1932) aus einem möglichst langfasrigen, feinporigen Stoff (Filz, Watte, Filtrierpapier). Seine Schutzwirkung, aber damit auch der Atemwiderstand, wächst mit der Dicke des Filters. Wichtig Randdichtung des Filters, weil von deren Güte die Brauchbarkeit des Filters abhängt.

Das Schwebstoffilter Degea ist Kammerfilter (DRP. 482 939). In einem Raum von 10,5 cm Basisdurchmesser und 3 cm Höhe untergebracht, besteht es aus besonderem Filtrierpapier, welches in Stärke von 1,5—2 mm in zehnfacher ziehharmonikaartiger Anordnung in den 266 ccm fassenden Raum eingebaut ist. Man erhält auf diese Weise eine Filterfläche von etwa 700 qcm, im Gegensatz zum Schnappdeckel, bei dem die Filterfläche nur 44 qcm beträgt.

Das Schwebstoffilter der Firma Dräger besteht aus einer weich-elastischen Schicht langfasriger, wollartiger Masse (DRP. 427 796).

Das Schwebstoffilter der Firma Stoltzenberg besteht aus zerschnittenen Daunenfedern (DRP. a.). Bei diesem Filter ist das Verhältnis der Durchmesser von Filtersubstanz und Nebelteilchen berücksichtigt worden. Während bei Verwendung von Zellulosefasern die Größenverhältnisse etwa so liegen, als ob eine Kaffeebohne durch zwei eng nebeneinander liegende Baumstämme zurückgehalten werden soll, ist das Verhältnis bei Verwendung von Daunenfedern bedeutend günstiger. (Das Federfilter will also die Nebelteilchen durch Siebwirkung zurückhalten.) Die Daunenfedern füllen, wie lose Fasern anderer Herkunft auch, infolge ihrer elastischen Eigenschaften den Filterraum vollständig aus, so daß eine besondere Randdichtung nicht notwendig ist. Außerdem geringere Benetzbarkeit durch Wasser gegenüber der Zellulose, wodurch Verstopfungsmöglichkeit des Filters herabgesetzt wird.

Wirkungsweise des Schwebstoffilters (Beobachtungen von Reidlinger, Gas- u. Luft schutz 2, 263/1932):

Die Abscheidung der Schwebstoffe soll im Innern der Filterschicht erfolgen. Das verwendete Filtermaterial enthält eine außerordentlich große Zahl von sehr feinen Röhrchen (Kapillaren), in die die Schwebstoffe eindringen und dann an irgendeiner Stelle aufgehalten werden. Sind die Schwebstoffteilchen größer als die Öffnungen der Kapillaren, dann kommt es bereits auf der Oberfläche des Filters zu einer Ablagerung und damit zu einer nicht erwünschten Erhöhung des Atemwiderstandes und schließlich zu einer Verstopfung. Man wird daher, um das feine Kapillarensystem für die kleineren Schwebstoffteilchen zu erhalten, dem eigentlichen Schwebstoffilter noch ein Vorfilter, etwa aus lockerer Wolle, vorschalten, von dem die gröberen Teilchen zurückgehalten werden. Beispiele für verschiedenes Verhalten sind die beiden Stoffe Clark I und Adamsit: Clark I gibt beim Verschwelen kleinere Teilchen als der leicht kristallisierende Adamsit. Clark I dringt deshalb in das Schwebstoffilter weit tiefer ein als Adamsit. Adamsit scheidet sich großenteils schon im wesentlichen auf der Oberfläche des Filters ab und führt zur Verstopfung. Aus diesem Grunde ist die Anbringung eines weniger dichten Vorfilters gerade bei Adamsit sehr zweckmäßig.

Auf der andern Seite ist Schwebstoffilter gegen Schwebstoffe, welche größere Teilchen bilden, bei hohen Kampfstoffkonzentrationen verwendbar, wo kleine Schwebstoffteilchen infolge zu starker Konzentration durchschlagen.

Prüfung, Abnahme der Masken (Dräger-Atemwiderstandsprüfer):

Durchblasen von Tabakrauch.

Prüfung im Reizgasraum.

Radioaktive Indikatoren zur Durchlässigkeitsprüfung.

Quantitative (zeitliche) Durchlässigkeitsprüfung.

T i e r g a s s c h u t z.

Bei Pferden zu beschränken auf Nüstern und Augen. (Pferd sieht schlecht, riecht dagegen gut — Nasentier.)

Stoffmasken, mit Schutzsalzlösung getränkt, Schutzbrille.

Hundemasken dagegen mit Brillengläsern, da das Hundeauge viel empfindlicher ist.

Brieftauben sind während des Fluges den Gasen kaum ausgesetzt, da sie darüber wegfliegen, aber beim Transport müssen die Kästen geschützt werden.

Gasmaskenatmung. Besondere Maskeneinsätze. **983**

Pendel — Einwegatmung.

Ventil — Zweiwegatmung.

Bei ersterer Ein- und Ausatmung durch das Filter hin und her, bei Ausatmung geht großer Teil der ausgeatmeten Luft nach außen, kleiner Teil bleibt zwischen Gesicht und Maske, wird also beim Einatmen sofort wieder eingeatmet. (Spüleffekt s. 984, 926.)

Vermeidung durch Zweiwegatmung; Einatmungsweg wird beim Ausatmen durch Ventil (Einatmungsventil) geschlossen, die verbrauchte Luft durch ein zweites Ventil (Ausatmungsventil) nach außen befördert. (Gummi- oder Glimmerblättchenventile.)

Hautatmung bei angelegter Gasmaske teilweise beschränkt. (982.)

Atemwiderstand durch Stauung und Reibung der Luft; um so größer, je höher Atemgeschwindigkeit. Prüfapparaturen. (Vgl. mit Atmung eines unter Sandmassen Begrabenen, der nur schwer atmen kann. — Vgl. 980: Durchgang von Gasen, also von Luft, durch poröse Massen.) (Vgl. mit Nasenatmung gegen Sturm 994.)

Atemwiderstand messen: Kleiner bei Zweiwegatmung!

Totraum (bei deutscher Feldmaske 890 ccm, jetzt 250 ccm).
Besonderer Widerstand bei Masken für Stoffe, die als Maskenbrecher fungieren: Blaukreuzztoffe:
Zusatz des Schnappdeckels. (Stettb. 445.) (982.)
Statt des Schnappdeckels Papierfilter. Versuche. (Zunahme des Atemwiderstandes.) Glasfiltertiegelversuche.
Versuche: Papier mit Farbe anstreichen, Durchlässigkeit prüfen! (Bleisalze-Mennige decken gut! Versuche betr. Deckkraft von Farben!)
Vgl. mit Ultrarot bei Nebeldurchdringung. (549.)
Besonderer Atemwiderstand bei Masken mit chemisch aktiven Einsätzen. (Bei CO-Maske Doppeleinsatz [für CO_2] notwendig.)
Besonderer Atmungszustand, wenn neben Maskenträger Brisanzgranate einschlägt — Druckwirkung kann Poren verstopfen (799).
Besondere Einsätze für Industriegasmasken (Noxe).
Konzentrationen der Giftstoffe können höher sein als im Felde, daher leichteres Durchschlagen der Atemeinsätze.

984 Atemeinsatz: Funktionsdauer. Regenerierung.
Die Aufnahme gasförmiger Kampfstoffe durch die Kohle hängt von der Temperatur (Krczil und Wejroch, Über das Dampfhaltungsvermögen aktiver Kohle, Kolloid-Zeitschrift 68, 29/1934) und dem etwa vorhandenen, mitunter beträchtlichen Wassergehalt der Kohle ab. Mit steigender Temperatur ist der Dampfdruck des aufzunehmenden Kampfstoffes größer und damit seine Aufnahmefähigkeit durch die Kohle geringer. Ein zu großer Wassergehalt (Stampe, Wissenschaftl. Mitt. d. Drägerwerkes, Heft 4: „Chem. Filtermassen u. akt. Kohle, Lübeck 1934), also beispielsweise bei Aufenthalt in sehr feuchter Luft, verringert ebenfalls die Aufnahmefähigkeit der Kohle für einen Kampfstoff. (Siehe Engelhard und Püttner, Z. f. Elektrochemie 39, 687/1933.)
Das aufzunehmende Gas wird von der Kohle nicht gleichmäßig, sondern schichtweise (Mecklenburg, Z. f. Elektrochemie 31, 483/1925) adsorbiert, und zwar so, daß die äußere Schicht sich stark mit Gas belädt und die dem Mund zugewandte Kohleschicht die geringste Menge Kampfstoff enthält. Die weitere Sättigung der Kohle erfolgt dann derart, daß von außen her Schicht um Schicht immer stärker belegt wird, aber immer so, daß die Beladung nach der Mundschicht zu geringer bleibt.
Die aufgenommenen Kampfstoffe bleiben uun nicht fest an der Stelle, an der sie zunächst von der Kohle gebunden worden sind, sondern lösen sich von einer Stelle, um sich an einer anderen wieder abzusetzen, d. h. die Konzentrationsunterschiede gleichen sich mit der Zeit aus (isotherme Destillation). Solange ferner die Maske in Benutzung ist, geht durch das Filter mit dem aufgenommenen Kampfstoff ein Luftstrom. (Siehe hierzu Krczil und Wejroch, Abhängigkeit der zurückgehaltenen Dampfmenge von der Strömungsgeschwindigkeit des Austreibgases, Kolloid-Zeitschrift 67, 161/1934.) Unter dessen Einfluß geben die adsorbierten Gasteilchen leichter ihren ursprünglichen Platz auf als im ruhenden Filter. Unter Umständen kann aus diesen Gründen der Fall eintreten, daß bei einer bestimmten Gaskonzentration das der Mundschicht zunächst gelagerte Giftgas in Freiheit gesetzt wird. Es würde in das Innere der Maske gelangen und miteingeatmet werden. „Der Kampfstoff ist durchgebrochen." Ebenso wird die ausgeatmete Luft bei der „Pendelatmung" (s. 983) eine gewisse Menge Kampfstoff aus den äußeren Schichten wieder teilweise herausspülen können. Dieser „Spüleffekt" führt also auf der einen Seite dazu, daß das Filter schon unbrauchbar wird, noch ehe die gesamte Kohle verbraucht ist, andererseits trägt er aber auch zur Verlängerung der Gebrauchsdauer bei, weil die Ausatmungsluft einen Teil des Gases wieder fortspült. (S. Rumpf, Gasschutz, S. 36, 1932.) (983.)
Wichtig ist, daß das Filter beim Durchbruch der ersten Gasmengen durch das Filter noch nicht völlig erschöpft ist. Man beobachtet also nach dem ersten Durchbruch geringer Mengen von Giftgas nicht ein sofortiges Ansteigen zu hohen Konzentrationen, sondern ein ganz allmähliches Ansteigen. Man hat also noch genügend Zeit, das Filter durch ein neues zu ersetzen. Der Durchbruch wird vom Maskenträger um so eher erkannt, je empfindlicher der Geruchsnachweis des Gases ist.
Prüfung, wie lange die verschiedenen Atemeinsätze, einfache, mehrfache, ausdauern
bei verschiedenen Giftkampfstoffen,
bei verschiedenen Temperatur- und Wetterverhältnissen.

Gemessen wurde:

Temperatur:	Maskenschutzdauer in Minuten:
— 10° C	223
0° C	172
+ 10° C	146
+ 20° C	130
+ 30° C	125
+ 40° C	99

Also Dauer umgekehrt proportional der Temperatursteigerung.

Die Gebrauchsdauer der Kohleschicht ist um so kürzer, je höher der Gehalt der Luft an Kampfstoff ist.

Konzentration des Gases auf 100 000 000 Teile Luft:	Maskenschutzdauer in Minuten:
5 000 Teile Phosgen	177
10 000 „ „	112
15 000 „ „	72
20 000 „ „	58
25 000 „ „	25

Mit der Steigerung des Konzentrationsgrades in der Atmosphäre fällt die Dauer der Schutzkraft einer Phosgenmaske.

Ist Dauer dieselbe, ob Atemeinsatz beim Atmen oder ohne Beteiligung des Menschen mit Giftstoff beladen wird?

Woran ist zu erkennen, ob Atemeinsatz verbraucht ist? (Erkennungsmöglichkeit für Laien.)

Erneuerung des Atemeinsatzes.

Regenerierung.

Durchleiten von Frischluft, von reinem Sauerstoff durch Masken, die mit verschiedenen Gasen verschieden lange behandelt, also verschieden vollgeladen sind:

Von welchen Gasen und in welcher Zeit sind Masken zu regenerieren?

Resistenzzeit nach Remy-Stange.

(Vgl. Desorption, Spüleffekt 926.)

Ist Regenerieren durch Behandeln mit chemisch angreifenden Substanzen möglich, also z. B. Maske mit NH_3 durch Behandlung mit Säuren regenerierbar?

Vgl. mit chemischer Umsetzung bei Regenerierung der Permutitfilter.

Behandeln der Maske während der Abwehr mit elektrischem Feld = z. B. Taschenlampenbatteriekombination mit Elektrofilter?

Gasmasken mit chemisch aktiven Einsätzen. 985

(Vgl. die ersten Thiosulfatmasken gegen Chlor.) (Versuche!)

Wichtig besonders Unschädlichmachen des giftigen CO (z. B. in Brandgasen). (Feuerwehrmaske.)

CO gefährlich für Mannschaften, die in geschlossenen Räumen (Tanks) Maschinengewehre bedienen, in Geschütztürmen auf Kriegsschiffen. (Auto-Abgase — Herzschlag.)

Oxyde resp. Oxydmischungen, die bei gewöhnl. Temp. u. relativ schnell oxydieren. (Katalyse?)

J_2O_5, in rauchender H_2SO_4 gelöst, auf Bimsstein getropft, hält in Schichtdicke von 10 cm beim Durchströmen von 500 cm Luft mit 1% CO während 2 Stunden 100% zurück. Kleine Induktionszeit, durch Zugabe von J zu verkleinern. Das aus der rauchenden H_2SO_4 entw. SO_3 wird durch aktive Kohleschicht gebunden. Amerikanisches Hopcalite: 50% MnO_2, 30% CuO, 15% CoO, 5% Ag_2O_4 wirkt nur auf trockne Gase, so daß $CaCl_2$-Trockenschicht vorgelegt werden muß.

Allerdings muß das oxydierte CO_2 auch abgefangen und unschädlich gemacht werden. (983.)

Absorptionseinsatz für CO_2.

Bei dem Filter (DRP. 628 597) strömt nur die Einatmungsluft durch die Filtermasse hindurch. Die Ausatmungsluft wird zwecks mittelbarer Abgabe der in ihr enthaltenen Wärme an der Filtermasse durch diese hindurch oder um sie herumgeführt, ohne die Filtermasse unmittelbar zu berühren.

986 Künstliche Atmung: Frischluftgerät. Sauerstoffgerät.

In geschlossenen Räumen mit Giftgasen (Noxe in Betrieben) (Luft evtl. unter 12% O-Gehalt) Filtergeräte unbrauchbar (982).

Frischluftgeräte.

Schlauchgeräte, durch die Sauerstoff (Frischluft) in die Atemmaske eingepumpt wird.

Künstliche Sauerstoffatmung.

Gasmasken nur brauchbar, solange der O-Gehalt der Außenluft nicht unter 12% heruntergeht, dann Gasmaske unwirksam, weil bei diesem O-Gehalt kein Atmen mehr möglich ist. (Periphere Hyperämie durch zuviel CO_2!) (993.)

Zuweilen, bei absolutem Ruhezustand, reicht Mensch längere Zeit mit 13% O — eingeschlossene Bergleute.

Wie verhalten sich Tiere?

Konstruktion der Sauerstoffbombe für künstliche Atmung! Umfüllapparatur. Druckmessung. Finimeter (Dräger usw.). (Vgl. Meyer: Grundlagen des Luftschutzes 1935, 163.)

Vornahme der künstlichen Atmung. Mitwirkung der Kohlensäure. Wirkung des N., Stickstoffnarkose.

Künstliche O-Atmung bei Vergiftungen gewöhnlicher Art, Erstickungen. Wiederbelebung.

Atembeutel zur Regulierung der Menge und des Druckes. (990 — Walfischlunge.)

Reduzierdruck an der Bombe = 3 atm. Mit Sinken des Gesamtdrucks unter 10 atm geht auch Reduktionsdruck zurück.

Menge O = 1—2 l/min. O-Flasche mit 150 l reicht rund 150 Minuten.

O-Schutzgeräte durchweg Kreislaufgeräte: ausgeatmete Luft nach Auffrischung mit O wieder für Einatmung verwendet. CO_2-Gehalt der ausgeatmeten Geräteluft ca. 4%. Absorption von CO_2 bis auf ca. 0,5%. (Bergbauschutzgeräte).

Nach Meyer: Die Grundlagen des Luftschutzes, enthält vom Menschen ausgeatmete Luft etwa 4% Kohlensäure; Gesamtmenge der ausgeatmeten Kohlensäure je nach der Arbeitsleistung verschieden.

Arbeit	Kohlensäureabgabe 1 min
In Ruhe, liegend	0,15
In Ruhe, sitzend	0,21
Marschieren (125 Schritt/min)	0,70
Laufen (220 Schritt/min)	2,4
Treppenlaufen (111 Stufen/28 sec)	3,2

Der Gehalt der Ausatmungsluft an Kohlensäure muß auf 0,5% herabgesetzt werden, wenn die wieder einzuatmende Luft auf die Dauer unschädlich sein soll.

Umwälzung der Atemgase im Kreislauf durch Lungenkraft des Trägers — Lungenkraftgeräte. Daneben versucht Injektorgeräte: Antrieb der Luftzirkulation im Gerät durch einen Injektor.

Lungenkraftgeräte mit O-Zusatz durch Handbetrieb. Nach dem Weltkriege selbsttätige Dosierung, ausgebildet entweder als konstante oder lungenautomatische (neuerdings Kombination beider) Verminderung des CO_2-Gehaltes durch Alkalipatronen in verschiedener Anordnung. (Nach Mehl in Hanslian, Der chemische Krieg I, 454.)

Atemwiderstand bei 50 Liter pro Minute (Dräger, Vorträge 1933, 65):

	Anfangs mm Widerstand	Nach 1 Stunde mm Widerstand
Schalenpatrone	4,5	16
Röllchenpatrone	3,0	13
Faltensiebpatrone	0,6	2—3

Künstliche Atmung bei Fliegern in großen Höhen. (Auch Motor muß dort zur Verbrennung O haben!). Stratosphärenflug! Höhengrenzen, Tiefengrenzen für Atmung!

Künstliche Atmung bei Tauchern — jedenfalls Regulierung des Atmungsdruckes ganz besonders wichtig! Druckentlastende Kammer — Einatmung von Sauerstoff — Helium! Tauchretter!
Stratosphären-, Taucherluft zu ebener Erde. Hier Atmung unter besonderen Druckverhältnissen.

U-Boot-Aktionsradius — O-Vorrat. Flugzeugaktionsradius in großen Höhen.

Besondere Atmung von künstlichem Sauerstoff: Künstlich aktivierter Sauerstoff. (Pt aktiviert?) O-Bombe reicht dann weit länger.

Künstliche Atmung mittels parfümierten Sauerstoffs.

Wirkungen von Arzneimitteln (Lobelin).

Künstliche Atmung bei Tieren.

Chemische Sauerstoffgeräte zur Atmung. **987**

Geringere Bedeutung dieser Geräte gegenüber den Geräten mit O-Flaschen (986).

Alkalisuperoxyde geben bei Anwesenheit von CO_2 und H_2O Sauerstoff ab, gleichzeitige CO_2-Bindung.

Superoxydmassen, wie Oxylith, Proxylith, Proxylen. (Degea-Proxylengeräte, Dräger-Proxylithgeräte in Deutschland.) Schwierig ist Überbrückung der Zeit bis zum Anspringen der chemischen Umsetzung des Superoxyds; erfolgt beim Proxylengerät durch Einführen von CO_2 aus besonders mitgeführter Flasche, beim Proxylithgerät durch Einführen von O. Bei niederer Temperatur Wirkung unzuverlässig.

Naszogengerät (Firma Inhabad-Berlin): O-Erzeugung nicht durch Atemtätigkeit, sondern durch thermische Zersetzung eines Chloratpreßstabs, durch Schlagzündung entzündet. Regulierung des Zerfalls und des thermischen Effekts, Entstaubung des O durch keramische Filterkerze. (Nach Mehl in Hanslian, Der chemische Krieg I, 465.)

Kollektivschutzräume gegen Giftkampfstoffe. **988**

Anlage der Räume — Unterkellerung.

Gasschleuse (Anlage, Zweck derselben).

Größe der Räume: Bezogen auf Zahl der Menschen (ev. + Tiere).
Notwendiger Atmungsraum (s. Atmung 990), pro Person mindestens 1 cbm/h.
Ruhiges Verhalten, um O zu sparen.
(Keine O-verzehrenden Stoffe wie Petroleumlampen usw.)

Lufterneuerung: Kreislüftung = fortdauernde Regeneration der Atemluft unter Bindung der Atemsekrete.
Maschinelle Einrichtungen zur Lufterneuerung. (989.)
Vgl. Luftreiniger in Arbeitsräumen:
Raumlüfter für Gasschutzräume. (989.)

Besonderes:
Zerschelldächer auf Häusern gegen Fliegerbomben (895).
Luftsperre für Flieger. Sprengballonsperre.

Entgiftung. **989**

Unterschied, ob Giftkampfstoffe im Freien oder in begrenzten Räumen (Gebäuden) verbreitet sind.

Entgiftung durch Luftbewegungen, Wind = Entgasung.

Natürlicher Wind.

Wolke von Giftkampfstoff bleibt in Talmulde liegen, wenn Luftbewegung fehlt. Schwere hat kaum Einfluß.

Zugluft durch angezündete Feuer erzeugt. Ventilation durch Schornstein.

Ventilatoren in Räumen. — Raumlüfter. (988.) Grabenfächer. Handluftwedel.

Anwendung von Ventilatoren, die Giftstoffe herausdrücken sollen, dto. von Staubsaugern, die Giftstoffe ansaugen und durch Absorption in Lösungen usw. unschädlich machen sollen.
Vgl. Luftreiniger in Arbeitsräumen (s. 988).

Vernichtung von Giftkampfstoffen durch Wasser, Feuer.

Verhalten der Giftkampfstoffe zu Wasser s. bei chemischen Eigenschaften.

Vernichtung durch Regen. Vernichtung durch künstliche Wasserbespritzung.

Berieselung mit Salzlösungen. (Gasabsorption s. 953, 955.)

Schnee, Eis als Adsorbens.

Wasser: Zerstörung durch Luftfeuchtigkeit. O-haltige Giftkampfstoffe beständiger als S-haltige. (Chlorpikrin, Jodazeton kaum angegriffen, Dichlordiäthylsulfid durch Regen, Wasser in Stunden zerstört, während Nebel langsam einwirkt. Dibrommethylsulfid in einigen Minuten, Phosgen, Diphenylarsinchlorid momentan zerstört.)
Hydrolyse besonders in Körperflüssigkeiten, z. B. auf Atemweg, wobei meistens Halogensäuren entstehen. Daher verzögernde Abwehr durch Alkalien.

Anwendung von Feuer zwecks Verbrennung der Giftkampfstoffe. Verbrennlichkeit der organischen Stoffe s. bei chemischen Eigenschaften! Feuerkörbe in Schützengraben.

Besondere Art der Verbrennungsvernichtung: Art Flammenwerfer nach Stoltzenberg. Chemische Umwandlung der Giftkampfstoffe, wenn sie verbrannt werden: Können daraus andere giftige Produkte entstehen?

Kann beim Zusammentreffen von Giftkampfstoffen aller Aggregatzustände mit Feuer Explosion — Staubexplosion, Nebelexplosion, Gasexplosion — entstehen? (Vgl. Explosion, wenn Brisanzbombe auf unaufgeräumten Hausboden fällt und aufgewirbelten Staub entzündet.)

Besondere Vernichtung von Geländestoffen wie Lost durch Feuer — Geländebrücken.

Besonders: Adsorptionserscheinungen an Rauch (werden Giftkampfstoffe festgehalten?) (533. 916. 926. 953.)

Chemische Entgiftung.

a) Alkalien (ätzende Alkalien, Karbonate wie Soda, Seife, Borax), um Verseifung von ersterartigen Giftkampfstoffen herbeizuführen. Pyridin.

b) Oxydationsmittel: Chlorkalk (Perchloron), Brom, Bromgur-Aufsaugpräparate, Wasserstoffsuperoxyd, Kaliumpermanganat, Chloraminpräparate (Aktivin, Mianin, Losantin). Zerstäubungsgeräte — Hydropulte. — Entgiftungstrommel, Streumaschinen.

Sowohl äußerlich zur Reinigung der Haut, Kleider, wie innerlich als Gurgelmittel.

In Schutzräumen Tücher mit Kalkmilch usw.

Entgiftung der Lebensmittel (problematisch!).

Entgiftung von Gelände und Material: Kleidungsstücke, Waffen, Geräte, Unterstände. Entgiftungstrupp.

99 Atmung. Wärmehaushalt der Lebewesen. Thanatologie.

Die Probleme der biologischen Oxydation gehören zu den dunklen Oxydationen.

990 Normalatmung der Warmblüter, der Menschen.

Kreislaufprozeß zwischen Pflanze — Tier, zwischen O und CO_2. (Pflanze primär.) (996.) (Vgl. Atmung der Kohle 031.)

Mechanismus der Atmung:

Atemzentrum im Gehirn = Zündeffekt beim Motor.
Toter Punkt — Überwindung (Lobelin). (933.)
Rolle der CO_2: Narkosemethode mit Äther, der zusammen mit der eigenen ausgeatmeten CO_2 eingeatmet wird: Ombredan-Riedalon-Verfahren!

Zusammenhang zwischen Atemzentrum, Lunge, Herz, Zwerchfell! Nerven zum Zwerchfell: Bei Gerüchen Dehnung, Kürzung! Richtige Atmung: Bauch-, Zwerchfell! (Beim Hineinstürzen mit vollem Magen ins Wasser u. U. Schlag, weil durch Magenfülle, ferner durch entwickelte CO_2 Druck auf Zwerchfellnerven ausgeübt wird. Ebensolcher Druck bei Genuß von Obst und Wasser.) (Nervus splanchnicus, sympathicus.)
Tiefschlag beim Boxen!)
Künstliches Herz.

Lungenkrankheit: künstlicher Pneumothorax (Lunge unter N).
Wüstenstaub gegen Tuberkulose.
Nebenlunge des Walfisches (Lungenfisch); Luft kann in einer Art Atembeutel (s. 986) bis zu 100 at verdichtet werden, um Seetiefendruck auszuhalten. (942, 943.)
Atemmodell. Atemmaske = künstliche Lunge.
Atmung kann kleine Turbine betreiben.
Respirationsversuche von Lavoisier betr. Atemmechanismus (625).

Atmungsgröße

Zahl der Atemzüge pro Minute.
Neugeborene im Mittel 44mal.
Erwachsene 12- bis 24mal (Durchschnitt 15).
(Frauen häufiger als Männer.)
Atemfrequenz in Ruhe beim Liegen am kleinsten, Muskeltätigkeit erhöht.
Tiefe der Atemzüge steigt mit Muskeltätigkeit, bei Erhöhung der Außen- u. der Körpertemperatur.
Atemtiefe bei Schlaf — O-Bedarf (993, 999).
Atemtiefe bei Angstgefühl.
(Maus bei Grubengasnachweis [991].)
Luftmenge:
Bei ruhigem Atmen mit jedem Atemzug 500 ccm in Lunge = Respirationsluft, bei Ausatmung 500 heraus.
Bei tiefem Einatmen können 1600 ccm mehr eingeatmet werden = Komplementärluft.
Nach ruhigem Ausatmen obiger 500 ccm können noch 1600 ccm bei tiefem Ausatmen ausgeatmet werden = Reserveluft.
Folglich: nach tiefem Ausatmen bei tiefem Einatmen atembar: 500 + 1600 + 1600 = 3700 ccm Luft.
Dieses Quantum heißt Vitalkapazität und entspricht
= $^1/_7$ des Rumpfvolumens (3700 · 7 = 25 900 ccm).
Rumpfvolumen = Inhalt eines Zylinders, dessen Grundfläche gleich dem Querschnitt des Brustkastens in Höhe der Brustwarzen, dessen Höhe gleich Abstand der Steißbeinspitze vom Nacken ist.

Brustumfang	=	1 m
Radius	=	16 cm
Querschnitt	=	804,2 cm^2
Höhe	=	33 cm
Rumpfvolumen	=	26 539 cm^3.

Auch bei tiefster Ausatmung enthält Lunge noch Luft, etwa 800 — 1200 ccm = Residualluft; davon entfallen auf den Raum von Nasenöffnung bis Ende der Bronchien = schädlichem Luftraum — 140 ccm, so daß in den Alveolen 660 — 1060 ccm bleiben. Bei tiefster Einatmung kommen obige 3700 ccm hinzu, von denen 140 im schädlichen Raum enthalten waren, also kommen frisch in die Alveolen 3560 ccm.

Verhältnis von $\frac{\text{Frischluft in Alveolen}}{\text{Residualluft in Alveolen}} = \frac{3}{1}$

Bei ruhiger Atmung sind in Lungen

1600 ccm Reserveluft + 1200 ccm Residualluft = 2800.

Hinzu kommen 500 ccm, von denen 140 im schädlichen Raum abgehen, also 360 bleiben.

$$\frac{\text{Lungenluft}}{\text{Frischluft}} = \frac{8}{1}$$

Quotient $\frac{CO_2}{NaHCO_3}$ im Blut fast absolut konstant. Aufnahme von CO_2 durch Blut bedingt durch Gehalt an leicht dissoziierenden Alkalieiweißverbb. O_2-Bindung im Blut entspricht bei Hämoglobin genau dem Massenwirkungsgesetz bezw. der Gleichung $\frac{[O_2 \cdot Hb]}{[Hb] \cdot p} = K$ (p = Sauerstoffspannung), im Blut selbst dagegen Änderung durch chem. Einflüsse, und zwar ist besonders bei Anwesenheit von CO_2 (steigend mit ihrem Partialdruck) die Dissoziation des $O_2 \cdot Hb$ bedeutend gesteigert. Arterielles Blut O_2-reicher, venöses CO_2-reicher. (Mittelzahl bei Mensch, Hund 20 Vol % O_2 im

arteriellen Blut, bei Vögeln, Herbivoren 10 bis 15%.) CO_2Gehalt im Arterienblut bei Hund 35 — 45%, Mensch, Wiederkäuer, Vögel 45 — 50%. O_2-Gehalt in venösem Blut bei Mensch, Hund usw. 9,3% (CO_2 = 45%), bei Wiederkäuern, Vögeln 6% (55%). (991.)

Körperzellen und direkte O-Aufnahme:
Oxydations-Reduktionsorte. (992.)
(Nachweis durch Farbstoffe — Methylenblau.)

Anormale Atmung:
Asthma. Expektorantien.
Atmung in Ohnmacht.
Medikamenteinfluß auf Atmung.
Schlangengift atemlähmend. (973.)

991 Blutuntersuchungen.

Blutmenge u. Tierkörpergröße bei Warmblütern.

Herz: Zahl der Pulsschläge pro Min. u. Körpergröße (bei Erwachsenen etwa 70). Pulsschlag und Blutdruck (normaler 130 — Messung nach Riva-Rocchi [771, 890, 991]).

Herztätigkeit u. Poiseuilles Ausflußgesetz.

Schlagader bricht bei 20 at Druck, Herz = $\sim$ $^1/_{200}$ des Körpergewichts = $\sim$ 300 g braucht $^1/_{20}$ der Nahrung, also 10fach mehr als die anderen Organe.

Herz schlägt $\sim$ 100 000mal am Tage,
$\sim$ 40 Millionenmal im Jahr,
$\sim$ 3 Milliardenmal in 70 Jahren.

In einem Tag pumpt es etwa 150 000 l Blut. Herz ein Motor von rd. $^1/_{375}$ PS. Sympathikusnerv erregt, Art Peitsche für Herz. Vagusnerv hemmt, Art Zügel für Herz.

Verlangsamen des Herzschlages durch Reizen des Vagus:

Goltzscher Klopfversuch.
Knock out-Schlag beim Boxen.

Durch Zusammenschnüren mittelst Brustmieders bei Frauen Herz gebremst.

Druck auf Solarplexus. (799.)

Gegenmittel: Haut massieren, Bürsten, Kampferspritze.

Haargefäße für Blut mit Querschnitt von 0,00008 mm², Radius r = 0,005 mm.

Gesamtquerschnitt der Haargefäße etwa 550mal größer als Querschnitt der Aorta.

Blutdruck in Arterien hebt eine Hg-Säule auf 100 bis 200 mm Höhe.

5 l Blut enthält ein erwachsener Menschenkörper mit etwa 22 bis 25 Billionen Blutkörperchen von 0,007 mm Durchmesser.

Poiseuilles Ausflußgesetz. (Girard 1816.)

$$v = \frac{\pi}{8} \cdot \frac{p\, r^4\, t}{l \cdot \mu}$$

v = das in der Zeit t ausfließende Flüssigkeitsvolumen in ccm,
p = Druckdifferenz an Enden des Rohres in Dynen pro cm²,
l = Länge des Rohrs in cm,
r = Radius des Rohrs in cm,
μ = Reibungskoeffizient
(für Wasser = 0,0114,
für Blut = 0,05),
(1 : n Fluidität).

Welche Blutmenge spritzt pro sec aus einer angeschlagenen Arterie von 30 cm Länge, 0,03 cm Durchmesser? In welcher Zeit verblutet der Mensch (tödlicher Blutverlust 3 l)?

Arteriendruck = $^1/_{375}$ PS.
1 PS = 75 mkg = $75 \cdot 9{,}81 \cdot 10^7 = 7{,}35 \cdot 10^9$ erg = Dynen.
Arteriendruck = $0{,}02 \cdot 10^9$ Dynen.

$$v = \frac{\pi}{8} \cdot \frac{0{,}02 \cdot 10^9 \cdot 0{,}03^4}{30 \cdot 0{,}05}$$

v = 4,24 ccm pro sec,
= 254,4 ccm pro min,
3 l Blut werden verloren in 11,8 min.

(In Wirklichkeit ist die Zeit länger, da der Arteriendruck nachläßt; man kann 15 bis 30 Minuten rechnen.)
Verhältnis zwischen Blutkörperchenmenge u. Blutwasser.
Blutkörperchenform.
Menge der roten, weißen Blutkörperchen (Bildung in Milz, Knochenmark!)
(Anämie, Chlorose) Senkungsgeschwindigkeit (s. 920).
Farbe — Hämoglobingehalt — Kolorimetrie! O-, S-, CO-, N_xO_y-Hämoglobin!
(weibliches Blut heller als männliches).
Spektroskopie bei normalem, vergiftetem Blut (s. Blutgifte).
(Spektrogramm im Ultraviolett.)
Blutuntersuchung an Ohr mit Photozelle (Lichtdurchlässigkeit).
(Änderung bei Vergiftungen: Weiße Maus in Grubengasluft 990.)
Guttadiaphotmethode: Tropfbild von auf Buntpapier getropftem Blut (s. 976).
Durchblutungsstörungen bei großen Fluggeschwindigkeiten und Flughöhen. Augen blutleer — Vorhang des Sturzfliegers. (Kauerstellung im Flugzeug.) (872, 799, 829, 994.)
Bluttransfusion — physiologische Kochsalzlösung. — Ringers Lösung: Isotonie, Hypo-hyperisotonisch. Blutgruppenfrage?
Uhlenhuths Individualnachweis von Menschenblut.
Chemische Blutreaktionen:
Reaktion — alkalisch. Gerinnungsreaktion: Thrombin. (Wesen der Thrombose: Das normalerweise an der Luft gerinnende Blut gerinnt schon in der Ader, weil der O hier das Ferment betätigt!)
Reaktion des Blutes mit Wasserstoffsuperoxyd.
Aktivierende Rolle bei Gleus Lumineszenzrektion mit Aminophthalsäurehydrazid. (Blutnachweis — 598.)
Besondere Blutuntersuchung: Nachweis von Alkohol in Blut (Chauffeure) (998).
Blutuntersuchung an Kaltblütern (s. 995).

Atemferment. **992**

Verbrennung der Nahrungsmittel durch eingeatmeten O erfolgt in den Geweben. Untersuchungen von Halliburton!
O-Strom in den Geweben. Änderung bei Gewebserkrankungen?
Welche Menge u. welche Arten der aufgenommenen Nahrungsmittel werden verbrannt?
Allgemeine Rolle von Fermenten (vgl. 973, 998, Hormone u. Vitamine).
Organische Katalyse: Fermente (geformte, ungeformte), Enzyme (Diastase, Emulsin, Lipasen).
Spezif. Wirkung: Fermente und Razemate. (Schloß und Schlüssel.) Wahrscheinlich sind sie selbst asymmetrisch gebaut.
Fermente nur von lebenden Zellen gebildet, z. T. Kolloide. Alle Fermente thermolabil, die meisten bei 50° bis 70° zerstört, nur wenige vertragen 100°. Bei 0° hört Wirkung auf, kehrt beim Erwärmen wieder. Säuren, noch mehr Alkalien in geringer Konzentration, verringern Wirksamkeit bedeutend, ebenso Alkohol, Chloroform, während kleine H-Konzentrationen fördernd sein können; H-Zahl ausschlaggebend für quantiative Fermentwirkung. (Fermentkatalyse = Adsorptionskatalyse?) (Bezügl. der Geschwindigkeitsbeeinflussung sog. Fermentgesetze?)
Notwendig u. U. Co-Fermente als Aktivatoren, z. B. für Zymase ein aldehydartiges, kochbeständiges Co-F.; Trypsinogen des Pankreas verdaut Eiweiß erst bei Gegenwart der aus der Darmwand stammenden Enterokinase, ebenso wird Proferment der Thrombase bei Blutgerinnung durch eine Kinase aktiviert. (U. U. können Neutralsalze aktivieren.) (Thrombasewirkung durch Hirudin aufgehoben.) Antifermente hemmen sich: Serumalbumin z. B. Trypsin. Grund: Entspr. der allgemeinen Katalysatorenwirkung können Fermente statt zu spalten auch synthetisieren, z. B. kann Maltase, das spaltende Maltoseferment, aus Traubenzucker auch Maltose synthetisieren; Lipase spaltet Fette, kann sie aus Glyzerin und Fettsäure auch aufbauen.
Hydrolasen = hydrolytische Fermente.
Oxydoreduktasen = a) reine Oxydasen (intermediäre Peroxydbildung),
b) Spaltung von Wasser, teilweise Oxydation und Reduktion.
Zymasen = Gärungsfermente.

Katalase (in jeder Zelle vorhanden) spaltet H_2O_2.
Abwehrfermente (Abderhalden) = eiweißspaltende Fermente, die im Blut auftreten, aber nur, wenn körperfremdes Eiweiß in Blutbahn gelangt.
Gleichzeitige Wirkung zweier Katalysatoren ist größer als Summe der Einzelwirkungen.
Ferment — Lichtkatalyse?
Eosinhaltiges KJ gibt bei Belichtung J ab = O-Übertragung. (s. Katalyse.) (Schädigende Lichtwirkung auf Eosinmäuse.) (Farbenphotographie. Vogel. Lippmanns, Lumières Verfahren.) Zeozonpasten (Aesculin, Cumarinderivate besitzen großes Absorptionsvermögen im violetten und ultravioletten Gebiet: Sonnenbrand, Schneeblindheit.) (Porphyrine = Abwandlungsprodukte des Blutfarbstoffes sind starke Sensibilisatoren der photodynamischen Wirkung, steigern unschädliche Lichtwirkung bis zur Vernichtung lebender Gewebe; bei Porphyrinurie schwere Nekrosen.)
Luciferase 599.
Atemferment nach Warburg:
Rolle des Eisens.
Vgl. mit Fe-Carbonylverbindungen.
Versuche zum Vergleich mit Rubren, Indigoküpe, Anthrahydrochinon.
Vergleichsversuche mit Oxydationen organischer Verbindungen an Oberfläche von Fullererde usw.: Oberflächenkatalyse? (998.)
Gibt es O-aktivierende Vitamine?
Besondere aktivierende Wirkung von Methylenblau bei der Atmung, z. B. als Gegengift bei Vergiftungen, also als Rettungsmittel?
Oxydations-Reduktionsstellen am Körper (s. 990, 998).
Lyochrome und Zellatmung (s. 990). Schlangengift, atemlähmend. (977, 990.)

993 Atmung bei anormalem Sauerstoffgehalt, Druck — Temperatur normal.

Grenze der Atmung = 12% O. (Licht erlischt bei fast demselben Wert!) Feststellung, ob Reaktion die gleiche, je nachdem, ob Luft mit 12% O und restlichem N, oder ob Luft mit 12% O und normalem N-Gehalt von 78% und 10% CO_2 vorliegt, also ob Unterschied vorhanden, je nachdem, welche anderen Gase neben den 12% O vorhanden sind! In Luft mit viel CO_2 tritt periphere Hyperämie auf. (986.)
Verhalten sich alle Tiere (Warmblüter, Insekten) bezügl. der O-Grenze, Atmungsgrenze gleich? Vgl. Luftbedarf bei Verbrennungen!
Toter Punkt (990). Zweite Luft. Milzstechen, Spleen.
Rolle der Edelgase bei der Atmung! (Scheinbar ist ihre Gegenwart belanglos.) Aufklärende Versuche. Stickstoffnarkose (986) (vgl. bei Giftkampfstoffen: Mehraufnahme von Giftgasen, wenn diese parfümiert sind, da dann die Atemwege geöffnet werden!).
Atmung von Luft mit höherem O-Gehalt als normal! Größere Beweglichkeit des Körpers, des Geistes.
Besondere Rolle der Kohlensäure (986, 990). Verschlechterung der Raumluft.
(Küche bei Gasbenutzung.) (Gaslicht im Zimmer.)
Elektrischer Tod (999).
Situationen, in denen Warmblüter größeren O-Bedarf haben als normalerweise: Gähnen = Ermüdungserscheinung. Es wird vom Körper mehr O verlangt, weil bei Ermüdung
a) Atmung flach ist,
b) Ermüdungsgifte verbrannt werden sollen.
Atmungstiefe bei Schlaf (990).
Vgl. Frühlingskrankheit — Frühlingsmüdigkeit — Ermüdung durch im Zimmer bleibende CO_2, weil Außen- = Innenwärme! (Dazu eventuell Einatmung von Pflanzensporen!)
Luft mit künstlich aktiviertem Sauerstoff (s. bei künstlicher Atmung bei Gasmaske!).
Atmung durch Einspritzen von Blut, das mit O bei 3 atm beladen ist.
Atmung — Lebensmöglichkeit auf anderen Planeten usw.? (759, 719, 578.)

994 Atmung bei anormalen Druck-, Temperaturverhältnissen.

Allmählich entsteht in geschlossenem Raum Unterdruck bei gewöhnlichem Atmen, da mehr O ein- als CO_2 ausgeatmet wird. (990.
Zur Unterdruckatmung gehört auch das Atmen der in die Erde eingegrabenen Fakire, das Atmen der Verschütteten, da z. B. der Atemwiderstand in Sand groß ist. (s. 999.)

Vgl. dazu: Atemwiderstand im Winter, wenn man gegen einen Sturm ankämpft. Wasserstrahlpumpenwirkung an den Nasenlöchern! (983.)
Atmung bei Hochflug — Stratosphäre (nur möglich mit O-Apparat). Besondere Atmungseinrichtungen dafür! Bergkrankheit.
Gleichzeitig Unterdruck und niedere Temperatur.
Hohe Fluggeschwindigkeiten (799, 991).
Atmen bei Überdruck: Taucher. Taucherglocke — Luftzuführung! Ausgleichsraum — Heliumeinatmung — s. Blutgase, Abgabe! (s. 991). (986.) (799.)
Wie gestaltet sich Atmung bei Sommer-, Wintertemperatur? Welche qualitativen, quantitativen Unterschiede sind vorhanden? Vergleiche dazu besonders Winterschlaf von Warmblütern, wie Bären, Murmeltiere usw. (vgl. 998, 999).
Atmung von erwärmter Luft, von Heißluft.
Blutfarbe der Orientalen gegenüber den Abendländern: Entdeckung Robert Mayers (Gesetz von Erhaltung der Energie 629.)
Untersuchungen an orientalischen Tieren, die nach dem Abendland verpflanzt sind. (996.)

Atmung der Kaltblüter, der niederen Tiere (Insekten). **995**

Atmung der Kaltblüter, im Gegensatz zu den Warmblütern. (990.)
Blut der Kaltblüter, seine Zusammensetzung, Farbe usw. (991.)
Gasstoffwechsel wie bei Warmblütern? Respirationsversuche. (Luft in Wasser enthält 35% O!)
Kiemenatmung der Fische, Schwimmblase.
Atmung bei anormalen Verhältnissen:
Zu hoher O-Gehalt (Verbrennung in reinem O?). (993.)
Zu niederer O-Gehalt.
Anormaler Druck, anormale Temperaturverhältnisse. (993.)
(Vgl. mit Walfischlunge, Lungenfisch 990.)

Pflanzenatmung — Assimilation. **996**

Bei Pflanze ist Atmung nicht nur wie beim Tier eine Art Regulierfaktor, sondern bei Pflanze kommt in erster Linie Aufbau in Frage. Deshalb wichtig, weil Pflanze das Primäre in der Natur ist; denn Tiere konnten sich von Pflanzen nähren, während die Pflanzen keinen solchen Nahrungsmittellieferanten vorfanden. (Pflanzenatmung: Aufbau, Tieratmung: Abbau!)
Assimilation = endotherm verlaufende Aufspeicherung potentieller Energie. Strahlungsenergie der Sonne ⟶ chemische Energie. (Rolle des Pflanzen-Mg = Rolle der metallorganischen Mg-Verbb.?)
Pflanzenassimilation (entdeckt von Ingenhouß, Saussure); am wirksamsten rotes Licht: Bedeutung der roten Farbe (vgl. Blutfarbstoff, Chlorophyll).
(Gegenwart von Eosin, anderen Farbstoffen.)
$n\,CO_2 + m\,H_2O = C_nH_{2m}O_m + n\,O_2$ (thermonegativ, da umgekehrt Verbrennung im Umkehrungsprozeß großen Energiebetrag liefert.) (Nachweis der Stärkebildung im Sonnenlicht.) Assimilation gebunden an Gegenwart gewisser Metalle (Ca, K, Mg) und Metalloide (N, S, P, Cl). (Leichte Spaltung in Pflanzen gegenüber 4000° in Technik.) (628.)
Maximum des Nutzeffekts $= \frac{\text{gewonnene Arbeit}}{\text{absorbierte Strahlung}}$ liegt mit 23% bei 570—610 $\mu\mu$; 1 absorbierte g cal zersetzt in diesem Bereich $0{,}2 \cdot 10^{-5}$ Mole CO_2.
Insbesondere vgl. Heliotropismus der Pflanzen. Gewisse Bakterien sind phototaktisch, d. h. von bestimmten Spektralfarben angezogen. (Purpurbakterien.) (Narzisse dreht sich immer zur Sonne hin = photophil.) (Gegs. photophob.) (Etiolierte Pflanzen.) Besonders lichtbedürftig Grünalgen: 1 Stunde Dunkelheit zeigt bereits deutlich Wachstumsverzögerung. (Blaue Blüten in Minderzahl.)
Assimilation der CO_2 bei chlorophyllfreien Nitrit- und Nitratbakterien erfolgt anders: durch Oxydation von NH_3 oder H_2S wird Energie zur CO_2-Reduktion gewonnen.
Nachweis, daß O-Gehalt im Zimmer durch Pflanzenanwesenheit zunimmt, aber nur im Licht.
Wie geht Pflanzenatmung im Dunkeln vor sich?
Besondere Untersuchungen betr. orientalischer Pflanzen, die nach dem Abendland verpflanzt sind (s. o. Tiere! 994).

Dissimilation (wie die meisten Abbauprozesse) = exotherm verlaufend: Atmung infolge Oxydation = Verwandlung der potentiellen in kinetische Energie. (Am Tage in der Pflanze Assimilation und Atmung nebeneinander, nachts nur Atmung.)

Proteine: Auf-, Um-, Abbau über Polypetide, Aminosäuren; letztere vielleicht aus Aminozuckern? (Zucker + NH_3-Anlagerung.) (HCN einfaches Assimilationsprodukt?)

Abbau der Aminosäuren:

a) Desaminierung (Ausscheidung des NH_3 als Harnstoff, evtl. Aufbau von Glykokoll), die zerfällt in Hydrolyse, Dehydrierung, intermediäre Aldehydbildung durch Fermente: Aminoacidasen, Tyrosinase.

b) Bei Sauerstoffmangel (Fäulnis) Abbau zu einfachen Carbonsäuren; teilweise Aminbildung unter Carboxylabspaltung.

c) Hefen überführen in Alkohole. (NH_3 der Aminosäure dient zum Aufbau des Hefezelleiweißes.)

d) Pflanzen spalten keinen Harnstoff ab; Überschuß an Aminosäuren zur Betainbildung oder Bildung heterozyklischer Ringe: Alkaloide benutzt oder Abspaltung von N_2 zur Stickstoffreserve und Bildung von Alkoholen = Grundlage von Riechstoffen und Harzen. (Vgl. tierfressende Pflanzen: drosera) (Alge spirogyra bildet aus Aminosäuren Stärke.)

Kohlehydrate: Synthetische Bildung nur in grünen Pflanzen. Formaldehyd → Zucker → Stärke → Cellulose.

Kondensation des Zuckers zu Stärke:

$$n\,(C_6H_{12}O_6) - n\,H_2O = n\,(C_6H_{10}O_5).$$

Zwischen Zucker und Stärke Dextrine, Seitenabzweigung bei der Kondensation ist Cellulose. (Versuche.)

Zucker kristallin: Diffundiert durch pflanzl. Membranen; Dextrine zeigen allmählichen Übergang zu Kolloiden. Stärke, Zellulose indiffusibel, da wasserunlöslich.

Der Kondensation entgegengesetzt ist Hydrolyse:

$$n\,(C_6H_{10}O_5) + n\,H_2O = n\,(C_6H_{12}O_6)$$

(ähnlich bei Proteinen und Fetten). Zucker, durch Dehydrierung zerfallend

→ Akrolein

→ Isopren (Kautschuk, Harze)

Abbau durch Fermente resp. Muskelarbeit, schließlich zu CO_2 und H_2O.

Gärungsformel: $C_6H_{12}O_6 = 2\,CO_2 + 2\,C_2H_5OH$ (aufgestellt von Gay-Lussac 1815). Carboxylase spaltet aus Brenztraubensäure CO_2 ab; Zwischenprodukte durch Sulfitbindung faßbar.

Fette: Synthese im Tier- und Pflanzenkörper (Zwischenglieder die Zucker; vgl. Fettlager in Samen, Fettanlagerung bei Mast von Tieren, Milchfett aus Grünfutter.) Aldolkondensation? Fermentative Zusammenkoppelung durch Carboligase?

Abbau im Stoffwechsel:

a) Spaltung in Glyzerin und Fettsäure durch Lipasen. (Auch Fettsäureester anderer Alkohole werden abgebaut.)

b) Übergang in Zucker durch Oxydation und Kettenverkürzung.

c) Abbau über Azetessigsäure bzw. Bernsteinsäure.

d) Schließlicher Übergang in CO_2 und H_2O.

Fettsäuren enthalten stets gerade Anzahl von C-Atomen; biologisch besonders wichtig, daß Abbau immer am β-Atom einsetzt, so daß immer wieder Verbb. mit gerader C-Zahl entstehen, zuletzt Azetessigsäure mit 4, Essigsäure mit 2. (Künstliche C_{17}-Fettsäure wird abgebaut ohne Azetessigsäurebildung: wichtig für Diabetiker.)

Pflanzen, fleischfressende, 998.

Praktische Assimilationsverbesserungen: Auflockerung des Erdreichs in der Landwirtschaft, um der Luft-CO_2 den Zutritt zu gewähren! (Bodenimpfung. 048.) (Stimulation!) (Rohstoffmomente — Ertragsteigerung durch Düngung.)

Mitwirkung von Vitaminen, Hormonen bei Atmung und Assimilation (998).

Überwinterung der Pflanzen = Ruhepause in Assimilation (999).

In welcher Form geht das Erwachen der Pflanzen vor sich? Überwinternde Pflanzen (s. Tierwinterschlaf)! Bildung von Zucker bei erfrierenden Kartoffeln usw.

Pflanzenlebenselixier. (998, 999.)
Giftatmung der Pflanzen: Atmung von CO im Gaslicht? (Pflanzen besitzen keine Abwehrmaßnahmen, noch Gasmasken!)

Atmung niederer Pflanzen — Bakterienatmung. **997**

Je nach dem O-Bedürfnis Unterscheidung in aerobe, anaerobe Bakterien.
Dissimilation ohne Sauerstoff: Anaerobe Bakterien erlangen Energie zur Dissimilation durch Spaltung:
durch Hefepilz Traubenzucker in Alkohol + CO_2,
durch Spulwurm Glykogen in Valeriansäure + CO_2.
Essigälchen wirken auf Bier, Wein, nicht auf reinen verdünnten Alkohol.
Biologische Abwasserklärung durch atmende Bakterien. (999.)
Wegoxydation von CO (s. 041) aus Leuchtgas: Leuchtgasentgiftung.
Besondere Atmungsverhältnisse der Tuberkelbakterien in der Lunge.
Abtötung der aeroben Bakterien durch O-Abschließung. (vgl. Feuerlöschung durch O-Abschluß.)
Tuberkulosebakterien und Phosphorsäure. Abtötung durch Wüstenstaubatmung, Bindung der Phosphorsäure (Gehrke-Verfahren) (s. 910, 926). Asthma. (990.)
Desinfektion, soweit sie mit der Bakterienatmung zusammenhängt: Wegnahme des O-Bodens, der für die Bakterien notwendig ist! (vgl. 979.)
Vgl. dazu: Verbandstoffe, die unter dem Einfluß von Feuchtigkeit Sauerstoff abgeben! Hier handelt es sich um Stoffe, die O liefern, durch welche infolge Wegoxydation des Bakterienbodens resp. der Bakterien selbst die Desinfektion durchgeführt wird.

Verdauung als dunkle Oxydation. **998**

Kreislauf von Kraft und Stoff: es wird ein Mensch gemacht!
Zusammenhang der Verdauung mit Atmung!
Ernährungslehre: Kalorimeter. (Berechnung der Kalorien in bezug auf Oberfläche des Lebewesens!) (s. 600.)
Verdauung = tierische Oxydationen (Gegensatz zu Pflanzen) (s. 996). Wichtig ist die Speisetemperatur. (Gilt für Warmblüter. Wie bei Kaltblütern?)
Nahrungsmittel bestehen durchweg aus Ketten, sind also schneller spaltbar als Ringkörper (vgl. Sprengstoff). Medikamente dagegen meistens Ringkörper.
Gesetz der Isodynamie der Nährstoffe (s. 999).
Proteine, Kohlehydrate, Fette alle ineinander umwandelbar (beiderseitig), bei Kohlehydratmangel z. B. entsteht Zucker aus Eiweiß. Fette nicht nur Energieträger, auch Eiweißsparer. Relativ großer Fleischverbrauch bei Sportlern — vgl. Fleischverbrauch bei der Olympiade!
Fettgenuß an Polen, im Orient Schweinefleisch verboten.
In allen Zellen finden sich stets folgende Substanzen: Proteine, Kohlehydrate, Fette, Lipoide, Nukleinsäuren; letztere charakteristische Substanz der Zellkerne.
Allergie: Nicht alle Speisen werden gleichmäßig verdaut — bei Widerwillen versagt Verdauung.
Überempfindlichkeit nach Fischgenuß: Haffkrankheit.
Chemismus der Verdauung:
Speichelsekretion.
Magensekretion. (Magensäure) (Magengase).
Pankreassekretion.
Gallensekretion.
Darmdrüsensekretion. (Darmgase.) (Darmlänge.)
Verdauungsfermente: Oxydasen, Peroxydasen! (973, 992.)
(Versuche mit Meerettichsaft.)
Verdauung unter Mitwirkung von Vitaminen?
Anaerobe Tätigkeit des Muskels: Tätigkeit in Ruhe und Bewegung tatsächlich gleich, im letzteren Fall viel lebhafter. Muskel verbraucht dauernd Glykogen und erzeugt Milchsäure, vielleicht über Hexosediphosphorsäure, welche bei Sauerstoffversorgung zu CO_2 und H_2O verbrannt wird.
Bioautokatalyse (428) Reaktionskopplung durch stoffliche Induktion, z. B. in chemischen Vorgängen der Muskelarbeit. (425, 626.)

Resorptionsfördernde, -hindernde Mittel: Freßfarbe (549) (971).
abführend: Glaubersalz, Mg-oxyd, Mg-Chlorid. (Bittersalz.)
dünndarmerregend: Rizinus, Krotonöl, Koloquinten, Tubera Jalap.
dickdarmerregend: Senna, Aloe, Cascara, Rheum, S, Phenolphtalein.
Mitwirkung von oligodynamischen Metallspuren im Körper?
Oxydationsorte, Reduktionsorte am Körper: Nachweis mit Farbstoffen (Unnas Methode) (990, 992.)
Hungergefühl! Wie lange können Menschen, Tiere hungern? (Reservestoffe.)
Rolle des Wassers bei der Verdauung wie bei allen chemischen Reaktionen: Ionisation! Fehlen von Wasser = Durst bedeutet nicht nur einen Mangel bzgl. Ernährung, sondern ist schlimmer als Hunger: denn durch Wassermangel kommen wichtige chemische Reaktionen im Körper zum Stillstand: daher Durstvergiftung (vgl. Vergiftung bei Verbrennung!)
Wachstumserscheinungen — Größenverhältnisse bei Menschenrassen, Tieren. — Assimilatorische Reize.
dto. bei Pflanzen (Vitamineinfluß) (Auxin) (996).
Besondere Verdauung: Selbstverdauung (Magen dagegen geschützt durch Antipepsinferment?).
Verdauung bei Krankheiten der Verdauungsorgane: Magen, Galle, Darm.
Krebswucherung bei Pflanzen (Gallen), Tieren, Mensch. (Teerkrebs.)
Gallensäuren — krebsfördernd? (Wissen u. Fortschritt 1936, 531.)
Virus-Krankheitserreger.
Giftverdauung: Entgiftungsreaktionen des Körpers: gepaarte Glukuronschwefelsäuren usw. Alkohol im Blut — Alkoholiker. Nachweis.) (991.)
Bleicherden-Magnesiumtrisilikat (s. Oberflächenspannung — 926, 953). (Kohle.) (992.)
Fleischfressende Pflanzen! (996.)

999 Wärmehaushalt der Lebewesen, Thanatologie.

Pflanzentemperaturen. Selbsterwärmung der Pflanzen.
Verschiedenes Gedeihen je nach Standort!
Todespunkt (Tod durch Kälte): höhere Pflanzen zwischen — 2° u. — 65° C; gewisse Diatomeen schadlos bis — 200° abkühlbar. (Chlorophyllkörner verschiedener Pflanzen verhalten sich verschieden.) Kolloidveränderung durch Kälte (Wasser friert aus Gallerten aus.)

Tier-Körperwärme, Körpertemperatur.
Licht- u. Wärmewirkung (U-V-Licht als heilender, zerstörender Faktor).
Mensch, Tier als Maschine — Motor. (Umsatz, Nutzeffekt) Isodynamiegesetz s. 998.
Anoxybiose. Ruhewert.
Kalorimetrie bei Lebewesen (s. 604, 628) (vgl. 506 Wärmehaushalt der Erde).
(Gewisse Ähnlichkeit zwischen Biogenen und Explosivstoffen bzgl. des labilen Gleichgewichtszustandes? Verworn.)
Wärmepunkte, Kältepunkte am menschlichen Körper (Zentren) (972).
Temperaturmessung (630) (Fieberthermometer).
(Temperatur gegenüber der Außentemperatur in Sommer, Winter.)
Blutverbrennungsquote des Gehirns. (Wärmezentrum!)
Temperaturregulierung im Gehirn. Temperaturgrenze des Lebens.
(Hautwärme s. 972) Hauttemperatur sinkt durch Rauchen.
Absinken der normalen Körpertemperatur bei Nacht. (Kosmische Einflüsse?)
Rolle des Fiebers (Fieber ∾ fervere — glühen) = Abwehrmaßnahmen (Ionenreaktion)
Antipyrese, Antipyretika. (Chinin.)
Erzeugung von Hitzewellen = künstliches Fieber im Tierkörper durch elektr. Kurzwellen = Diathermie 458, 492, 096. (Kurzwellendiathermie — Wärmewert dabei.)
Dauermotor mit konstanter Temperatur von 37°.
Hitzschlag.
Leben bei extremen Temperaturen:
Welche Hitze verträgt Mensch, welche Kälte? (095, 096).
(Rassen: Orientalen, Eskimos.)
Todespunkt — Tod durch Kälte (vgl. eben bei Pflanzen). Kolloidveränderung durch Kälte (Wasser friert aus Gallerten aus).

Wärmeschutz.

Kleidungsstoffe (Wärmeleitvermögen 660, 663, 669).

Wärmeschutz durch Fette:

Fettansatz, Fettverbrauch bei Eskimos.

Speckschicht bei Walfischen.

Wärmeproduktion bei Kaltblütern besonders hoch. Getötete Wale zeigen nach 3 Tagen noch über 30° Körperwärme.

Einfetten bei Ozeanschwimmern (669).

Schlaf, Winterschlaf.

Ermüdung: Atmung, Verdauung im Schlaf. (990.)

Schlaf-O-Bedarf — Atemtiefe 993, 996.

Ermüdungsgifte in den Muskeln (Milchsäure) (998).

Gähnen (s. o. bei O-Bedarf bei Atmung!), weil durch Müdigkeit

a) Atmung flach wird,

b) Ermüdungsgifte durch Verbrennen unwirksam gemacht werden sollen.

Schlaf-Temperatureinfluß.

Winterschlaf der Pflanzen, dto. der Tiere!

Blattgrün verzögert Wärmetod. (994.) Pflanzenelixier 996.

Schlaf der eingegrabenen Fakire (994).

Tiere (Menschen?) vorübergehend in Kälteschlaf versetzbar — durch flüssige Luft. (Kaltblüter gegenüber Warmblütern.)

Alter und Tod.

Alterserscheinung an Lebewesen (vgl. mit Alterung b. Lebensmitteln.)

Altersgrenze bei Tieren, Zellenerneuerung nimmt mit Alter ab; Wundheilung.

Lebensdauer der einzelnen Tiergruppen.

Tod u. Todeseintritt: Thanatologie. (Todesarten allgemein.) Elektrischer Tod. (994.)

Scheintod. (Neugeborene.) (Elektr. Hautreizung.) (Schläfenschlag!)

Lebender Leichnam.

Totenstarre.

Wann tritt Totenstarre spät ein? (Vergiftungen.) (O verhindert.)

Wärmestarre, Wasserstarre durch dest. Wasser im Muskel! (s. 095.)

Nach dem Tode dauern Dissimilationsprozesse an: Auflösung der Totenstarre (s. Kolloide) durch Autolyse oder Selbstverflüssigung = Abbau von Eiweißstoffen zu Aminosäuren, von Kohlehydraten zu Monosacchariden. Vgl. die biologische Selbstreinigung von Flußläufen, Abwässern. (997.)

Wiederbelebung von Organen (Herz)!

Mumifizierung. (s. 095) (081) (978). Fäulnis, Verwesung s. 095.

Chemische Leichenzersetzung 095.

Alphabetisches Stichwortverzeichnis.

Vorliegende Wehrchemie schließt sämtliche historischen Versuche mit ein, da diese in der Praxis zwar überholt, ihrem Wert nach aber unvergänglich sind. Deshalb mußte teilweise auch die historische Schreibweise gebraucht werden.

Man sehe aus diesem Grunde nach:

c	auch	unter	k, z (cc unter kk)	ph	„	„	f
k	„	„	c, z	i	„	„	j
z	„	„	c, k	ä	„	„	ae
ch	„	„	x	ö	„	„	oe
x	„	„	ch	ü	„	„	ue
f	„	„	ph				

A

Abbau, thermischer 080(0)
— beim Verbrennen 621
Abblasedauer (Blasverfahren) 963
Abblaselinie (Blasverfahren) 963
Abbremsung von Splittern 879
Abbrennen, geometrisches, bei Pulver 343
—, schichtenweises 752
Abbrennprobe in Eisenschalen 774
Abbruch von Reactionsketten 626
Abdampfen von Äther (Drahtkorb) 682
Abdichten mit Alaun 483
Abdichten der Bohrlöcher gegen Feuchtigkeit 860
Abdrehen auf Drehbank, Satzentzündung 563, 583
Abdrehversuche 890
Abdrücke von Pflanze, Tier im Gestein 081, 095
Abels Gleichung (Gasdruck) 768
— Lehre vom Wellensynchronismus 793
Abfärben auf Papier 285
Abfallverbrennung (Müll) 097
Abfangen des Bodendrucks (Geschoß) 808
Abfließen der Luft am Geschoß 804
— der Sprengstoffgase 795
Abgangsfehler 835
Abgebrochene Verbrennung 131, 522
Abgesackte Torpedos und ihre Erkennung 886
Abgeschlossenes Luftvolumen, Explosion in 864
Abgleiten auftreffender Geschosse 852
Abhorchgerät 741
Abklingungszeit (Lichteindruck) 548
Abkühlung von Bleiblock-Bomben-Reaktionen 773
— bei Explosionen zur Verhinderung von Sekundärreaktionen 739, 773
Abkühlung bei Feuerlöschung 670
— von Gasen 739
— von Gasteilchen 967
— in Glühlampen — Wendellampen 671
— bei Unterwasserexplosion 881
Abkühlungsgeschwindigkeit (Feuerlöschung) 670
Abkühlungsgesetz (Newton) 669, 670
—, Gültigkeit beim Schoop-Verfahren 905
Abkühlende Oberfläche (Muraour) 739
Abkühlungstemperatur der Erde 670
Abkühlungszeitkurve 670
Ablenkung fliegender Geschosse 838, 856
— von Lavaströmen 867
— der Passate 651, 757, 758
Ableuchtlampe 683
Abnahme von Sprengkapseln mittelst Phlegmatisierungsprüfung 778
Abnormer Gasdruck bei Herausschuß steckengebliebener Kugel 808
Abnutzungsfaktor bei Gasmaskeneinsatz 982
Aboxydation von Seitenketten 622, 757, 758
Abprallschüsse 856
Abpraller 838, 856
Abregnen — Sprenkeln aus großer Höhe 964
Abregnungsverfahren unter Druck 965
Abreibung (Rohr) 801
Abreißen von Flammen (H) 524, 526
Abreißfunken (elektrisch) 155, 430, 437
— (mechanisch) 432
Abreißwinkel 926, 955
Abreißzündung (Motor) 437
Abschabung (Rohr) 801
Abschirmung der U-V-Strahlen der Stratosphäre 494
Abschleifen der Züge 801, 835
Abschnellmaschine 830
Abschlußplatte, Gasdruckmessung 760, 766
Abschüttelbarkeit von Pulver 965
Abschußrohr, Signalbomben 588

Abschußvorrichtungen 830
Abschwächung des Rückstoßes 818
Absetzgeschwindigkeit von Staub aus Luft 920, 926
Absinken der Körpertemperatur, bei Nacht 999
Absorbierende Gläser 579
Absorption, besondere (Nebel) 906, 907
— von Gasen 987
— der Giftstofftröpfchen 953
— des Knalls 749
— von Methan in Kohlengruben 722
Absorptionsfilter (Geräuschdämpfung) 159, 749
Abstand und Stoßwucht bei Explosion 791
Abstandsgräben, Eisenbahndämme 698
Abstand, feuersicherer 698
—- und Maximaldurchschlag der Geschosse 850
Abstände bei Munitionsgebäuden 798, 791
Abstäuben aus großer Höhe 964
Abstäubungsversuche 964
Absteigender Ast d. Flugbahn 835
Abstimmungszeit — Verzögerungskapsel 741
Abteufsprengung in Schächten 867
Abtrift durch Wind 830, 831, 832, 835
Abwässerreinigung, biologische 997, 998
Abwehrmaßnahme durch Vakuum 787
Abwehrwirbel, Wasser 883
Abweichung vom Aktionsradius (Flugzeug) 872
— d. Geschosses bei aufgestecktem Seitengewehr 835
— des Geschosses nach Durchschlag 854
—, westöstliche 835
Abwurfhöhe — Flugzeuge 831, 872
Abzugseinrichtung 475, 800
—, Handgranaten 475
Abzuschreckende Metalle u. Explosionsstoß 797
Abzuschreckender Schwefel u. Explosionsstoß 797
Acardit 341
Accelerationskanone 801
Accumulator (Pressung durch) 285
Acetanilid 073, 216
Acetatseide 049
Aceton-Äther 272
Acetonbestimmung 341
Aceton-Hautwirkung 972
Acetonnatrium 045
Acetonitril usw. (Buntfeuer) 572
Acetonperoxyd 302
Acetylcellulose 049, 694
Acetylcellulosefilme 049, 631
Acetyldinitroglycerin 327
Acetylen 042, 104
—, thermexplosiver Zerfall 111, 398
Acetylenbrenner, -lampen 524, 534, 545
Acetylendampf mit Halogenen lumineszient 593
Acetylenderivate 429
Acetylen, festes 172
Acetylenhomologe: Crotonylen 042
Acetylenide 398, 455
—, Feuer bei 716
Acetylen-Kohlenw. mit 3facher Bindung 042
Acetylenkupfer 398, 455
Acetylenkunststoffe 042
Acetylenlampe 683
Acetylen, Rauchbildung 731
Acetylen-Sauerstoff-Signale 104, 551
Acetylensilber 398, 715
Acetylensicherheitslaterne 545
Acetylenverbindungen 398
Acetylperoxyd 302
Achat (Feuerstein) 432
Achilleus-Schild 897
Achsenstabrakete 823
Acridin, Acridon 075
Acrolein 045, 996
Acrylester 046
Acrylharze 046
Acrylkunstharze, Explosivprüfung 897
Active Brennstoffe 000
— Explosionstemperatur, äußere 785
— Explosionstemperatur, innere 419, 785
Adäquate Reize 972
Adamsit 945
Additionsverbindungen, Ringnitrokörper 365
Adhäsion 926, 953
— bei Durchschuß durch Stoffe 850
— (Materialprüfung) 890
Adiabatische Kompression 581, 720, 786, 796
— —, Bergwerkssprengstoffe 403
— —, Raketen 821
— — u. Wellenentstehung 780, 781
Adiathermane Körper 492, 493, 668
— Linsen 492
Adipocire 095
Adobeziegel 798
Adsorption, allgemein 920
— u. Fadenmoleküle 621, 926
Adsorptionsanalyse, chromatographische 080(6)
— nach Wislicenus 926
Adsorption, NH_3 durch Kalksalze 926, 953
— von Giftgas durch Rauch 916, 926, 953, 987
—, Gerüche 970
Adsorptionskatalyse 926
Adsorption, Nebenvalenzen 926
Adstringentien 971
Aehrenfeld-Welle 789, 796, 797
Äolische Staublagerung 910
Äquidistante Schichten 752
Aerosole (Nebelerzeugung) 900, 920, 950
Aerostatische Lampen 544
Aeselglühen 522
Äthan 041, 103
Aether 044, 050
—, Abdampfen (Drahtkorb) 682
— -Acetylenkerzen 206
— -Autoxydation 044, 428
— im Rschw. Pulver 341
Aetherdampf (Thermolumineszenz) 593
Aetherexplosion und Initiierwirkung auf Pulver 753
Aether, flammenlose Verbrennung 044
Aetherkerze (Faradays) 537
Aetherknallgas 813
Aetherlösungen 428
Aether u. Nitrosylverbindungen 272
Aetheroxydcarbonsäure (Anis-, Kresotin-) 063
Aetherperoxyde 428

Aether, Schleichbrand 130
Aethylarsindichlorid 945, 974
Aethylbenzol 061, 351
Aethylen 042, 104
— in Flamme 538
Aethylendiaminchlorat 304
Aethylenkunststoffe 042
Aethylenoxyd 673
Aethylnitrat 356
Ätzfiguren beim Brennvorgang 623
Äußere Ballistik 830
Äußere Emissionsspektren 575
Äußere Organe, Giftkampfstoffwirkung 926, 973, 975
Äußere Zündung 430
Affinität 621, 626
Agfa-Bitzlicht 555
Agglutinine 973
Akne 972
Aktinitätsbestimmung 548
Aktionsradius (Flugzeuge) 872
— u. O-Vorrat im U-Boot 985
Aktive Dosis 973
Aktive Einsätze in Gasmasken 517, 985
— Explosionstemperatur 419, 785
— Maskeneinsätze 985
— Sauerstoffatmung 985, 993
Aktiver Sauerstoff 204
Aktiver Stickstoff 597
— Zündwirkung (Zündhütchen) 464, 475, 489
— Zünd-Initialwirkung 489
Aktivierung durch Fremdoxyde 233, 239
Aktivierte Halogene 005
Aktivierungsenergie, Formel 622, 785
—, Übertragung der 622, 787
Aktivin 987
Aktivkohle, Graphitstruktur 031, 982
Akustische Dampfdichtebestimmung 740
— Eigenschaften (Giftkampfstoffe) 930, 956
— — von Rauch, Staub 731, 930
Akute chemische Vergiftung 973
Alabasterlaternen 540
Alarmfeuer, historisch 540
Alarmvorrichtung für Feuermeldung 697
Alaunabdichtung 483
Albocarbonbeleuchtung 534
Alchemistenherd 174
Aldehydammoniak 054
Aldehyde, einfache (mehrwertige) 045
— von Phenolen 062
— aus Ringen 062
— — Ring und Kette 062
— von Ringen, Heteroketten 050
— mit Seitenketten, besonderen 062
— mit Seitenketten, ungesättigten 062
Aldehydharz 045, 350
Aldehydringnitrokörper 368, 378
Aldehydsäuren 046
Aldosen 048
Aldoxime, Ketoxime 054
Alizarin 068
Alkaliazide 385
Alkalichloride 295
Alkalifulminate 381
Alkalihalogenide lumineszieren 594
Alkalimetalle 020, 234, 238
—, Wasser (Rückstoß) 810
Alkalimetalle u. C, C-Verbb. 058
—, Stoßexplosion 429
Alkalinaphthaline (Nitrokörper) 355
Alkalinitrate 298
Alkalinitrite 274
Alkalipersalze bei Verbrennung von Metallen 220
Alkaliseife, Mündungsfeuer (Dämpfung) 689
Alkalisuperoxyde 220
Alkalisuperoxydpatronen 220, 986
Alkaliwasserbomben 020
Alkaloide 075
Alkaloidnitrate 311
Alkamine = Oxyamine 054
Alkarsine 056
Alkohole 043
— (höhere 1wertige) 043
— (Hartspiritus) 043
—, mehrwertige 043
— (ungesättigte 1wertige) 043
Alkoholdämpfe u. Explosivstoffstaub 726
—, brennend, u. Initiierung von Pulver 753
Alkohol-Destillate 047
Alkoholexplosion u. Initiierwirkung 753
Alkohol, Hautwirkung 972
Alkohol, Nachweis in Blut 991, 998
Alkoholnitratester 321
Alkoholnitritester 320
Alkohole u. Nitrosylverbindungen 272
Alkoholseife 043
Alkylamine (Nitrokörper) 372
Alkylchinolin 075
Alkyldichloramine 898
—, explosiv, Sprengkapsel 898
Alkyle von Metallen 059
Alkylhydroxylamine 054
Alkylhydroperoxyde 302, 303
Alkylidenperoxyde 302, 303
Alkylperoxyde, Stoßexplosion 429, 783, 785
Alkylpyridine 075
Allantoin für Brandwunden 096
Allen 042
Allergie 998
Allgegenwartsanalyse (Noddack) 577
Allseitige Aufschlagszündung 872
Allylalkohol 043
Allylen 042, 104
Aloe 998
Altern der Dynamite 781
Alterserscheinungen 999
Alterungsverfahren (Schmieröle) 080, 090
Aluminium 023, 236
— für Zielfeuer 343
Aluminiumalkyle 059
Aluminiumamalgam zur C-Abscheidung 050
Aluminiumaryle 078
Aluminium, explosiv mit Sulfaten, Phosphaten 238, 552
Aluminiumheizblock 109
Aluminiumoxyd — Thermite 236
Aluminium, Ser-Photoverfahren 023
Aluminiumstaub mit Fett 197
— auf Ozean für Flugorientierung bezgl. Wind 910
Alveolen (Lunge) 990
Amalgame 026
Amalgamkugeln 808, 848

Amarin 598
Amboßschlagprobe 383, 388, 405
Ambra-Moschus 970
Ameisensäure 046
Amerikanische Brisanzmessung (Sandzerschmetterung) 775
Amide 350
Amikronen 920
Amine von Ketten 054
— — Nitrokörpern 371
— und Nitrosylverbindungen 272
— — Ringen 073
Aminoderivate, 1- u. mehrwertige Phenole 073
Aminoringaldehyde, -ringketone, -ringchinone 073
Aminoringverbindungen 073
Aminosäuren 054
Aminozucker — Glucosamin 054
Ammonale 295, 379
— im Bleiblock 773
— für Geschoßladungen 350
Ammonbichromat, Beiladung zu Schwarzpulver 344
Ammoniak mit Knallmetallverbb. 395
— an Luft 013
— und Natrium 395
— und Quecksilber 395
Ammoniakate 267
— von Bromaten, Jodaten 268, 269
Ammoniaknitrate 297, 310
Ammoniakschüsse zur Entseuchung 987
Ammoniaksynthese 007, 427
Ammoniakverbrennung 427
Ammoniumalkyle 073
Ammoniumaryle 073
Ammoniumazide 385
Ammoniumbichromat 247
— als Beiladung 343
Ammoniumchlorat 253, 254, 258, 265
Ammoniumnitrat 295
Ammoniumnitrite 274
Ammoniumperchlorat 261, 265
Ammoniumpermanganat 241
Ammoniumpikrat (Nitrokörper) 350
Ammoniumpulver 294
Ammonsalpeter 294
—, Det.-Geschw. 756
Ammonsalpetergemische 294
Ammonsalpetermischung mit Ringnitrokörpern 350
Ammonsulfatsalpeter 294
Ammonsulfatsprengstoffe 295
Ampullenexplosion (Brenztraubensäure) 706
Amylalkohol 043
Amylnitrit — Selbstexplosion 706
Anämie 991
Analyse explosiver, phlegmatisierter Stoffe 239, 778, 788
— von Rauchgasen 108
— von Schwaden 737, 738
— bei Zersetzung von Sprengmitteln 769
Anarchistenbomben 869, 870
Anarchistenbombenzündung 450
Anbohrung von Rohr, Gasentnahme 738
Anderson-Explosionsspektrum 574
Anemometer 760, 796
Anfallendes Gestein 865
Anfangsstadien bei Gasexplosion 110, 111
Anfeuchten von Erddeckungen 857
Anfeuerung (Leuchtsterne) 469, 561, 581
Angelis Mischungen 274
Angleichverfahren von Kast (Explosionstemperatur) 719
Angstgefühl, Atemtiefe bei 990
Angström-Einheit 578
Anhydro-ennea-heptit-pentanitrat 328
Anilin 073, 350
Anilinchlorat 304
Anilindampf, Sieden in 642
Anilinexplosion 272
Anilinnitrat 311
Anilinperchromat 309
Anissäure 063
Anklingungszeit (Lichteindruck) 548
Anlauffarben (Stahl) 029, 719, 864
Anlaufzeit (Zündung) 166, 484, 700, 785
Anlegen eines Brandes (Nachweis) 084
Anorganische Phosphore 591
Anoxybiose 999
Anregung von Spektren, chemisch 574, 575
— von Spektren, elektrisch 573
Anreicherung flüssiger Luft mit Sauerstoff 205
— von Sauerstoff in Raumluft 203, 205
Ansaugen von Frischluft mit Gebläse 174
Ansengapparate für Webereien 097
Ansteckungsgefahr 973
Anstrich, Feuerschutz, Feuergefährlichkeit 690, 691, 692
Antagonismus 973
Anthocyane 074
Anthracen 068
—, — -Verbb., Mehrringe mit P, As, Sb 076
Anthracenderivate (hydrierte) 068
Anthracenring mit O-Atomen 074
Anthracenrauchpfanne 915
Anthracen, Nitroverbb. 350, 378, 392
Anthracensäure 068
Anthracene mit Seitenketten 068
Anthrachinon (-oxychinone — Alizarin) 068
Anthracit 031
Anthrole 068
—, 1- u. mehrwertige Nitrokörper 350
Anthrolsäure (Nitrokörper) 350
Antiferment 998
Antigene 973
Antiklopfmittel (Motor) 169
Antimon 017
— in Chlor 501
—, explosives 017, 707, 787
—, glühend, Zündwirkung 434
— -Kohlenstoff-Verbb. 056
Antimonnitride 017
Antimonoxyde 017
Antimon auf Papier 017, 503, 640
Antimonselenide 017
Antimonsulfide 017
— im Zündsatz 472
Antimonverbindungen. Giftkampfstoffe 948
Antimonverbindungen von Ketten 056
— — Ringen 076
Antimonwasserstoff 017
—, Dissociation 530
—, Flamme 536
Antipyrese 999

Antipyretica 999
Anti-Zeppelins 237
Antrieb durch Gasexplosion 119, 159
Anwürgzange 464
Apfelsinenschale — Brennbarkeit 087
Apomorphinwirkung 949
Apparat zur Flammpunktprüfung von Baader 446
— zur Flammpunktprüfung von Langhans 446
— zur Flammpunktprüfung von Marcusson 446
— zur Flammpunktprüfung von Pensky 446
Apparative Einrichtung zur Vernebelung 908
Apparatur, chemische, u. Druckentwicklung 760
— zur Druckaufzeichnung u. Geschwindigkeitsmessung 752
— zur Gasdruckmessung 760
— zum Öffnen der Zündhütchen 472
— zur Rauchbeseitigung 928
Apyrinstärke 694
Aquatische Staublagerung 910
Arbeitsdichte 770
Arbeit des Geschosses 842
Arbeitsleistung = Brisanz 770
— u. Stoßvorgang 770
Arbeit bei Lungenschädigung 976
Arbeitsraum, Luftbefeuchtung in 903, 905
Arbeitsraumsicherung 895
Ardexin 673
Ardometer 636
Argon 009, 202
— bei Atmung 993
Argonadsorption an Kohle 926
Argon in Glühlampen 671
— bei Tetranitromethanfeuer 710
Argyrie 972
Armbrust 830
Arsen 016
Arsenbleikugeln 805, 859
Arsenbleischrot 805, 859
Arsen in Chlor 501
Arsenide 236
Arsenik-Thermite 962
Arsenik, Lumineszenz bei 592
Arsenkohlenstoffverbb. 056
Arsen, Lumineszenz 597
Arsengiftkampfstoffe 974
Arsennitride. Arsenphosphide 016
Arsenselenide, -telluride u. Luft, O, Halogene, S-, N-Gruppe 016
Arsensulfide 016
Arsenoxyde 016
Arsenverbindungen von Ketten 056
— — Ringen u. Ketten 076, 945
Arsenvergiftung durch Schrot 809
Arsenwasserstoff in Flamme 536
—, Spaltung in Flamme 530
Arsine, primäre, sekundäre, tertiäre, quaternäre 056
Artilleriegeschoß 874, 875
Artilleriewaffe, Rückstoß 816
Arylharnstoff, Arylsulfoharnstoff 073
Aryle von Metallen 078
Arzneigeruch 970
Arzneigeschmack 971
Arzneikorrigentien 971
Arzneiwirkung u. Korngröße der Arznei 539
Asbest bei Bleiblockmethode 773
—, Explosivprüfung von 895
— als Filtermaterial 929
—, Kapillarität bei 575, 902
Asbestpapier 574
Asbestplatte, Zersetzung auf 373
Asbeststäbchen für Spektren 575
Asbestschutzzwischenwände 895
Ascaudruck 088, 094
Asche 082, 288, 694
Aschenskelett — Glühen 546
Asche — Gluthalten im Ofen 174, 660
Asche u. Stoßverschleiß 174
Aschenspektrum 031, 578
Aschenuntersuchung 331
Asphalt 094
Asphalt-Geschoßfestlegemittel 805
Aspirinprinzip 064
Assimilation 996
— bei Farbstoffen 996
Asthma 990, 993
Astrospektographie 574, 579
Atemapparat 990
Atembeutel, O-Regulierung 986, 990
Atemeinsatz 982, 980
—, chemisch aktiv 985
—, Haltbarkeit 984
Atemferment 992
Atemgeschwindigkeit 983
Atemgifte 942, 943, 977
Atemöffnungen, Offenhalten der 976
Atemtiefe — Schlaf 990, 999
Atemwiderstand 983
— bei eingegrabenen Fakiren 994, 999
Atemzentrum im Gehirn 990
Atemzüge, Zahl der 990
Atmosphäre der Planeten 993
Atmosphäre, Sauerstoff in 200
—, Tornadowirkung auf 796
—, Zusammensetzung der 200
Atmung 986, 990
— bei anormalen Druck-, Temperaturverhältnisen 994
— unter Gasmaske 983
— der Kaltblüter (Insekten) 995
— der Kohle 032, 990
—, künstliche 986
—, Medikamente und 990
— bei Ohnmacht, Narkose 993
— der Pflanzen 996
— Pflanzen, niederer 997
— bei Sauerstoffgehalt, normalem 993
— gegen Sturm 994
— mit Superoxydpatrone 986
— mit sauerstoffhaltigem Blut 993
Atmungsdruck, Regulierung 986
Atmungsgrenze 986, 990, 993
Atmungsluft-Staub 910
Atmungsturbine 990
Atmung — Unterdruck 990, 994
Atomare Bildungswärme von Kohlenstoff 627
Atomare Wasserstoffschweißung 004, 109
Atombahnen 899
Atombau 620, 621
Atome, Bindungsenergie 627
—, freie, bei Explosion 783, 899

Atomschwingungen 899
Atomspaltung unter Druck 899
Atomwärme, Abweichung nach Quantentheorie 646
Atomzertrümmerung 499
— Durchdruck (Bridgemann) 785, 898
— durch Elektronenstoß 518
— durch Explosion 783, 899, 490
—, Höhenstrahlen durch 497
Atrium 174, 031
Atropinisiertes Auge 548, 549
Attentatsbomben 870
Attentate mit ruhenden Sprengstoffen 868, 869
Attentatssprengungen 869
Auerlicht — Inkandeszenzlicht 547
Auerzündmetalle 432
Aufarbeitung von Rückständen (Rohstoffrage) 011
Aufbauchungskurven 773
Aufbau, thermischer 080(0)
Aufbereitungsverfahren 920
Aufblasen von Rohren 718
Auffangapparatur nach Kast 737, 738
Auffangen der lotrechten Kugel 835, 838
— von Sprengsplittern 864
Auffinden von Blindgängern 809
Aufgestecktes Seitengewehr, Geschoßabweichung 835
Aufglühen von Luft durch adiabatische Kompression 796
Aufkohlung 615
Aufladung des Bombenzünders 872, 456, 458, 475
— von Schw.-P. 934
Auflageschuß 862
Auflagesprengung 770, 862, 863
Auflösung von Kristallen 623
Aufnahme, photographische, von Rauch 731, 932
Aufprallende Geschosse, Beugungswirkung bei 850
Aufschlagzünder 475
—, empfindlicher 872
—, Splitterart 877
Aufschrumpfen (Rohr) 800
Aufschußhöhlung bei Geschossen 850
Aufspringstift-Indikator 168
Aufstäuben auf Flüssigkeiten 910, 964
Aufstellung der Zersetzungsgleichung 739
Aufteilung des Sauerstoffs (Mallard-le Chatelier) 201, 203
Auftreffende Bombe 872
Auftreffenergie und Eindringtiefe 850
Auftreffen, schiefes, beim Schuß 855
Auftreffgeschwindigkeit der Bombe 872
Auftreffknall 849, 746
Auftreffwinkel bei schiefem Schuß 855
Auftreffwucht von Weichgeschossen 852
Aufwärtskrümmung des Rohres 800, 838
Auge, atropinisiert 548, 549
—, Reizschwelle 711
—, Sichtbarkeit für 920, 950
— beim Sturzflug 991, 799, 829, 872
Augen Farbenblinder 549
Augen, Rauchen aus 924
Augenreizmittel 972
Augenreizstoffe, anorganisch 940, 974
Augenreizstoffe, organisch 941, 974
Augenwaschmittel 976
Augendres Schießpulver mit Blutlaugensalz 256
Augustsche Geschoßspitze 804
Auroazetylid 398
Ausbläser 879, 700
Ausblasen von Feuer 672
Ausblasesystem 770, 779, 797, 798, 895
— bei nachgiebiger Wand 779
Ausbreitungswinkel (Blasverfahren) 963
Ausbrennerscheinungen 890
Ausbrennmessung im Eis 773
Ausbrennofen für Zündhütchen 475
Ausbrennungen durch Explosivgase 612
— bei Explosionsversuchen 613
Ausbrennungen in Kalorimeterbomben 610
—, Metallplatten 613, 771
— von Motorhauben 611
— enger Öffnungen (Nobles Versuche) 612
— bei Sprengkapselversuchen 613
— in Waffenrohren 615
Ausbrennwirkung im Bleiblock 773
Ausscheidungsorgane 974, 998
Ausschlagen von Flammen durch Explosionsstoß 679, 796
— an Grubengasflamme 683
Ausschwefeln des Weins 011
Ausdehnung durch Wärme 660
Ausdehnungsthermometer 630, 631
Auseinanderzuhaltende Knalle 741
Ausflußapparat 921, 951
Ausflußgeschwindigkeit b. Gasen 770
Ausflußmenge von Gasen 524
Ausgeworfener Trichter 865
Ausgeschwenkte Dämpfe 150
Ausglühen von Messing, Schlagzündschrauben 472, 892
Ausgrabungen — Brandschichten 084, 096
Auskochen bei Sprengstoffen 700, 879
— der Nitrocellulose 330, 788
Auskristallisieren auf Paraffinpapier 350, 805
Auskultation beim Herzschlag 741
Auslöschung der Fluoreszenz 359, 590
Auslösung von Beleuchtungsfunken 501, 508, 755, 836, 837
— der Explosivstoffe 785
Ausnützen des Rückstoßes 817
Auspuffgase (Motoren) 158
— und Knalldämpfer 749
Auspuffgeräte (Flugzeuge) 908, 915
Auspuffgeschwindigkeit beim Motor 158, 789
— bei Raketen 158, 789, 821
Ausräuchern 914, 978
Ausräucherung — Menschen im Kriege 939
Ausräucherung (Ungeziefer) 914, 939, 978
Ausscheidungsorgane im Körper 998
Ausschlagen von Flammen durch Explosion 796
Ausschmelzöffnungen in Eis 773
Ausschuß — Ausstülpung 850
Aussehen von Schießwolle, makroskopisch, mikroskopisch 285, 336
Außenbesatz 861
Außer Gefecht setzende Wucht 895, 877
Außenladung — Auflagesprengung 862
Außenluft (Einfluß) 288

Außenzündung 430
Aussprengungen von Schützengräben 868
Ausspülung des Besatzes 861
Ausstoßen von Sternchen aus Signalpatronen 588
Ausströmungsdruck bei O-Bombe (Atmung) 986
Ausströmungsgeschwindigkeit v. Gasen 796
— aus Gasflaschen 789
Ausströmung von Leuchtgas 963
Austreiben von Säuren 691
Auswaschbarkeit 952
Auswirkung bei Sprengung 865
— von Gasexplosionen 109, 119
— von Nebelexplosionen 159
Auswirkung von Staubexplosionen 189
Auswuchten der Geschosse 804
Ausziehen des Bleirohres bei Detonationszündschnur 785
Autofrettage 800, 890, 891, 893
Autogenes Schneiden 501
— Schneiden unter Wasser 502
Autokatalyse 428
— bei Chloraten 252
— bei Schwarzpulver 287
Autolaternen (in Nebel) 508, 575, 584
Autolyse 999
Automatische Elementaranalyse 239
Automatischer — Gaszünder 425, 547
Automatische Reibvorrichtung 405
Automobilrakete 828
Autoreifen-Knall 701, 740
Auto — Schwanzwelle 836
Autoxydation 428
— von Äther 044, 428
Auxin (Pflanzenwachstum) 998
Auxotherme Gruppen 621
Azide 608
—, Feuererscheinung 716
—, Wirkungsunterschied, Konstitution 785
Azidkapsel (Vernichtung) 387
Azidothiokohlensäure 390
Azofarbstoffe 073
Azokörper in Chloratmischungen 256
Azoverbindungen 073
Azoxyverbindungen 073
Az-Zünder 475

B

Baaders Flammpunktapparatur 446
Backkohle 031
Backsteinmauer 980
Bacterienatmung (Pflanze) 997
Bacteriengärung bei Nitrocellulose 330
Bacterien und CO-Oxydation 036
Bacterientötung durch Ultraschallwellen 783
Bärlappsamen, Theaterblitz 551, 187
Bahn von Alkalimetall auf Wasser 020
Bahn bei Geschoß 839
— des Geschosses aus Kartusche allein 832
— des brennenden Leuchtsterns 832, 838
— der Raketen 825
— beim Wurf aus Flugzeug 831
Bahnablenkung der Geschosse durch Widerstände 856
Bahndämme, Petunien an 082, 690
Bahnpunkte der Raketen 822
Bakelit, Darstellung, Eigenschaften 062
—, Explosivprüfung 897
Bakelitzünder 475
Bakelitzwischenschicht bei Holzimprägnierung 690
Baku-Naphthene 090
Ballerbüchse 830
Balletkleider, Imprägnieren von 690
Ballistik, äußere 830
—, innere 800
—, innere (Hauptgleichung) 768
Ballistisches Galvanometer 755, 840
— Handchronometer 755, 757
Ballistischer Kinematograph 833, 836, 837
Ballistische Kurve 835
Ballistisches Pendel (Brisanz) 779, 840
Ballistischer Widerstandsgrad 833
Balloelektrizität 934
Ballograph (Edelmann) 840
Ballone, elektrische Aufladung 431
Ballongeschoß (Blutlaugensalz) 256
Ballonhöhen 986
Ballonhüllen (Feuerschutz) 690
Ballonminen 868
Ballonsperrzone 988
Ballonstoffe-Prüfung 980
Ballontheodolith 831
Balsaholz 084
Balsam 088
Bandenspektrum 532, 575, 578
Bandform der Alkalimetalle 020
Barium 021
Bariumnitrat und Guanidinnitrat 310
Bariumpermanganat 241
Bariumsalze und HNO_3, Lumineszenz 597
Bathoflore Stoffe 590
Batteriezündung 437
Bau von Brennstoffen 620
— von Explosivstoffen 700
Bauers Küstenbrander 886
Baumaterialien und Explosionsstoß 797
Baumbestand und Schall 749
Baumlochsprengung 866
Baumverbrennung durch Blitz 084
Baumwolle 330
Baumwollfäden zu Lunten 461
Bauwerk, splittersicheres 864
Bdz-Zünder 474.
Beanspruchung der Geschosse 808
Beaufort-Skala 651
Beckers Ansicht von Gasexplosion 110.
Beckers Brisanzformel 770
Becker — Schwadengeschwindigkeit 789
Beckmann-Brenner 526
—-Geheimfarbensignale 579
—-Zerstäuber 575, 902
Beers Gesetz 579, 933
Begriffsbestimmung der Autokatalyse 428
Behandlung der Gasverletzten 975
Behensäure 046
Behm-Zeitmesser 840
Beiladung von Schwarzpulver 343, 344
Beispiele für Farblichtsätze 580
Beleuchtung (historische) 540
— mit Auerprinzip 547
— mittels fester Stoffe 546
— mit Flüssigbrennstoffen 544

Beleuchtung mittels therm. Zersetzung 545
Beleuchtungsfunkenauslösung 508, 755, 836, 837
—, Lichtmessung 500
Beleuchtungsmethoden 540
Belichtungsmesser, photographischer 548
Bengalisches Feuer 580, 584
Bengalische Hölzer 454
Benzanilid — Bügeleisentemperatur 633
Benzin (auch festes) 091
Benzinlötlampe 148
Benzoine und Derivate 066
Benzol in Benzin 091
Benzol und Homologe 061
—-Nitrokörper 350
Benzole mit ungesättigten Seitenketten 061
Benzoesäure (Nitrokörper) 350
Benzoltriozonid 300
Benzolverbindungen mit P, As, Sb, 076
Benzorbonverfahren 926
Benzothiazol 075
Benzothiophen (kondensierte S-Ringe) 074
Benzoylperoxyd 303
Beobachtungsmine 868
Berechnung des Abstandes von Munitionshäusern 798
— der Aufschußhöhlung bei Geschossen 850
— der Detongeschwindigkeit 759
— der Explosionstemperatur 719
— der Explosionswellen-Geschwindigkeit 780
— der Gasmengen aus Zersetzungsgleichung 769
— der Geschoßgeschwindigkeit 840
Beregnen eines Geländes 903
Berginverfahren (Hochdruckhydrierung) 040, 080, 427
Bergius-Kohle 031(6)
Bergkrankheit 994
Bergleute, eingeschlossen, Atmung 986
Bergteer 094
Bergwerksleuchtspäne 540
Bergwerksschwärmer 461
Bergwerksprengstoffe, adiabatische Kompression bei 403
Bergwerkszündung 443
Bernstein 049(9)
Bernsteinsäure 046
Berthelots charakteristisches Produkt 770
Berthollets Schießpulver 256
Berührungsflächen mit Luft 449
Beryllium 022
Berylliumkarbonat (Staubwirkung) 910, 912
Beryllium-Kupfer, funkenlos 432
Besatz 861, 687
Besatzausspülung 861
Besatzbeseitigung 861
Besatz bei Bohrlöchern für Sprengung 687
— und Brisanz 861
—, Prüfung mit Sanduhr 861
— in Schläuchen 861
Beschlagproben-Metalle 020 usw.
Beschleunigungsdruck (Geschoß) 808, 876
Beschußprobe 405, 406
Beschußprüfung in Zündern 473
Beschwerung von Faserstoffen, Papier 086
— von Wolle, Seide 097
Beseitigung des Besatzes 861
— von Nebel, Rauch 935, 731
Beseitigungssprengung 867
Besondere Arten von Zündhütchen, ohne und mit Kapseln 479
Besondere Blitzlichtmischungen 553
— Blitzlichtwirkungen 559
Besonderes Brennen der Dochtflammen 522
— Brennstoffbau 620
— Buntfeuerwerke 589
Besondere chemische Löschung durch Flüssigkeiten 677
— Dynamite 338
— Dynamite mit Ringnitrokörpern 379
— Explosionsmomente der Nitrokörper 350
— Explosionsfeuermomente 719
— Feuererscheinung 718
— Flugbahn 564, 832
— Friedensbuntfeuerwerke 587
— Friedensfeuerwerkerei 568
— Funken (Feuererscheinung) 502
— Geschosse 875
— Geschwindigkeitssteigerung, Zentrifugenverbrennung 134
— Giftkampfwirkung 978
— Granatsignale 568
— Kapseln 481
— Kapselmaterialien 481
— Kriegsfeuerwerkkörper 568
— Luft 202
— Methoden der Elementaranalyse 239
— Momente bezügl. der Brenn-Explosionsgrenzen in Luft 151
— Momente der Kohlenstaubverbrennung 178
— Nitroverbindungen von Ketten 319
— Reibzündung 401
— Saugverbrennung beim Rauchen 083
— Schußkurven 142, 146, 838
— Sprengkompositionen mit Nitrokörpern 350
— Strahlung 933
— technische Abkühlung 671
— Verdauung 998
— Wärmestrahlen 666
— Winderzeugung 652
— Zündhütchen 477, 478
— Zündgrenzen von Flüssigkeiten 160
— Zündholzarten 454
— Zündpillen 459
Bessemer Birne 174
Bestimmungsmethoden von Feuchtigkeit 647
Bestimmung des Kohlenoxyds 239
— von C, H 232
Bestrahlung mit U-V-Licht 342
Betäubende Gehirngifte 948, 949, 977
Betonladeröhre 861
Betonpfähle (Explosiv-) 861
Beton, Tarnung von 549
Betriebsgase — Noxe 973—976
Beugungsbilder (Ultramikroskop) 920
Beugung der Explosionswelle 782, 794, 796
— des Geschosses nach Durchschlag 854
—, Himmelsblau 917, 920
— bei Knall 748
— des Lichts 548
— bei Nebelteilchen 920
— von Schallwellen 748

Beugungsspritzer bei Bleigeschoß 852
Beugungswirkung bei aufprallenden Geschossen 850
Beurteilung der Nebelfeinheit 920
Beutelkartusche 802
Beutelmischer 254, 560
Bewegung von Gasen — Brisanzbestimmung 770
Bewegungskristallisation 351, 386
Bewegung von Panzern beim Schuß darauf 893
Bewegte Brandmunition 807
Bewegtes Feuer (Flamme) 510
Bewegte Feuerwerkskörper 567, 587
— Sprengmittel, Wirkung 870
— Stahlplatten, Schuß gegen 893
Bewetterung 652
— im Versuchsstollen 652 727, 728,
Beyersdorfers Staubexplosionsuntersuchungen 400, 430
Bichels Brisanzformel 770
— Druckversuche 761, 770
— Formel des Stoßkraftausdrucks (Brisanz) 761, 770
Bichromate von C-Verbb. 309
Bichromatester 309
Bichromate und Schwefelsäure 248
Bichromate als Pulverbeiladung 343, 344
Bichromatsalze für Buntrauch 918
Biegeprobe (Brisanz) 777
Biegeprüfung von Eisen (Materialprüfung) 890
Bienenwabensystem der Schiffe gegen Unterwassertreffer 886, 890
Bienenwachs 098, 541
Bjerknessche Polarfrontfläche 653, 662
Bildung von Nitroglyzerin durch Wismutnitrat 299
Bildungswärme 623, 624
Billrothbattist, Lost dringt durch 947, 981
Bimstein 132, 686
Bimsteinkies zum Abregnen 964
Bimsteinpulver (Reibzündung) 405
Bindungsenergie der Atome 627
— des Kohlenstoffs 627, 628
Bioautokatalyse 998
Biochemische Synthese 043
Biologische Abwässerreinigung 997, 998
Biologische Selbstentzündung 420
Biolumineszenz 599
Biosennitrate 328
Birne, Bessemer 174
Bisaccharide 048
Bittergeschmack 971
Bitterstoffe 089
Bitterwasser und Verdauung 998
Bitumene 094
Blaseangriff (Giftkampfstoffe) 963
Blasebalg 109, 174
—-Flammenwerfer 146, 523
Blasen ins Feuer 174
Blasengröße (PH_3) 015
Blasensilber (okkludierte Luft) 204
Blasverfahren (Giftkampfstoffe) 963
Blätterkohle 031
Blättchenpulver 330, 341
Blattgrün 996, 999
Blauer Dampf 917
Blaues Intensivlicht (CO-Leuchtröhre) 573, 575
Bläulicher Zigarrenrauch 083, 917
Bläuung von Schriftzügen (Hygrometrie) 647
Bläuung von wasserfreiem $CuSO_4$ (Hygrometrie) 647
Blaufeuer 580
Blaugas 041(3), 547
Blauglut (Temp.-Messung) 636
Blaukreuzkampfstoffe 974, 981
Blaupauspapier 086
Blausäure 396, 943
— (Explosivität) 396
—-Kombinationen 976
— im Zigarrenrauch 083, 914, 971
Blaue Stahlanlaufstellen. Temperaturmessung 719, 864
Blech, Gasdurchlässigkeit 980
Blechform der Alkalimetalle 020
Blechrinne 288, 350
Blei 025
Bleiacetat 386
Blei, allgemeines Sprengstoffprüfmaterial 771
Bleiarsenkugel 805, 859
Bleiazid 208, 386
Bleiazidkapseln 481
Bleiazid, -spritzer 771
Bleiblock, Interferenzerscheinung 773, 782
Bleiblockprüfung (Trauzl) 773
Bleichung des Sehpurpurs 548
Bleizylinderstauchung 776
Bleichromat 247
—-Elementaranalyse 239
Blei — Dauerdeformation 771
Bleidosendruckmesser 761, 762, 772, 790
Bleidraht zur Geschoßführung 807
Bleidruckdosen 761, 762, 790
Bleieisencyanür-Zündschnur 461
Blei, Feuererscheinung an Luft 194
—, Fußbodenbelag 771
— im Geschoß 804, 805
Bleigeschoß, Beugungserscheinung im Schlitz 852
Bleikrater 771, 860
Bleikugel gegen Stahl 890
Bleimaterialprüfung, explosiv 890
Bleinitrat, Feuerwirkung 299
—-Hypophosphit 278, 299, 472, 477, 785
Bleiperoxyd 230
Bleiplatten, Ausbrennung von, bei Beschuß 613, 771
—, Interferenzbild 771
Bleiplattenprüfmethode 771
Bleiplattenrückseite, Reflexion 771, 782, 793
Bleipikrat 455
Bleirhodanid 455, 477
Bleirohr bei Detonationszündschnur. Ausziehen, Grenzdichte 785
Bleisalze, Deckkraft 983
Bleispritzer, Bleistaub von Bleiazid 771, 782, 784
Bleistiftanspitzer, Reibeprobe 375
Bleisuperoxyd 230
Bleistiftanspitzer-Drallversuch 834
Bleistifte, Brandmunition 256

Bleitetraäthyl (Antiklopfmittel) 947
— (zu Giftmord) 947
Bleitetrachlorid 231
Bleitetrazetat 302
Bleithiosulfat 394, 472, 477
Bleitrizinat 363
—, Knallsatz 389, 481
Bleiuntersuchung bei Schußverletzung 809
Bleiwasserstoff 102
Bliden 830
Blickfeld — Gasmaske 982
Blinde und Geschmacksempfindung 971
Blindgänger 878
Blindgängerauffindung 809
Blindgängersprengung 868
Blinde und Riechvermögen 970
Blitz 705
Blitzableitersystem 287, 798, 697
Blitzähren, japanische 566
Blitzeinschlag (Zündleitung) 456
Blitzenergie 499
Blitzfarbe 573
Blitzlampen, Zündverzug 166, 551
Blitzlicht 234, 432, 500, 550, 552
Blitzlicht, Agfa 555
Blitzlichtsätze (Eigenschaften) 554
— (therm. Zersetzung) 555
Blitzlichtzünder 455
Blitzlichtzündung, elektrisch 455, 555
Blitzschläge 343
Blitz zündet Glühzünder 456
Blitzschutz 697
Blitzverbrennung von Bäumen 084
— von Tieren, Menschen 096
Blitzzündung 287
Blizzard 650, 657
Block durch Luft gewirbelt 797
— aus Ton, Paraffin, Sprengstoff-Prüfung 773
Blockprüfung mit Blei 773
Blocksprengung 865
Blonde Menschen und Hautgifte 972
Blütenstaub (Stauberzeugung) 910
Blütenstaubexplosion 187
Blumengerüche 970
Blumenkalender 970
Blumenspritzenversuche 905
Blut — Alkoholnachweis 998
Blutdruckmessung 990, 991
—, Gegendruck — Riva 771, 890, 896
Bluten (Reiboxydation) 618
Blutfarbstoff 075
Blutgasanalyse 991
Blutgefäßschlag 799
Blutgifte 942, 943, 949, 976
Blutgruppenfrage 991
Blutkörperchenform 991
Blutkohle 031
Blutlaugensalz 256, 268
Blutlaugensalzpapier — pyrographische Pulveruntersuchung 288
Blutmenge und Tierkörpergröße 991
Blut, Senkungsgeschwindigkeit 991
Blutspritzer beim Schuß 141, 643, 859
Bluttransfusion 991
Blutumlauf bei hoher Flugzeuggeschwindigkeit 799, 991
Blutuntersuchungen, Kaltblüter 995
—, Warmblüter 991
— von Mayer 994
Blutuntersuchung mit Photozelle 991
Blutverbrennungsquote 999
Blutwasser 975, 991
Blutwirkung 973
Bobbinit 292
Bodenabstandszünder 872
Bodenarten und Leichen 095
Bodenbewegung bei Sprengung 866
Bodendruck (Geschoß) 808
Bodendruckmesser 766
Bodenerschütterung 792
Bodenimpfung 048, 996
Bodenkammershrapnel 807
Bodenknall 742
Bodenkultur, besondere 048
Bodenluft, brennbare Gase 604
Bodenräume, Imprägnieren von 690
Bodenwelle 792
Bodenzünder 475, 806
Böiger Wind 657, 963
Böotischer Flammenwerfer 146, 523
Bogenlampenkohlen nach Krämer 575
Böschungswinkel (Messung) 285, 328, 798 920, 965
Bogenschlag — Schnellzündschnur 756, 811
Bogenspitze am Geschoß 804
Bogenstrecke, Det-Geschwindigkeit 757
Bohrloch 714, 717, 721, 722, 725, 738
Bohrlochabdichtung gegen Feuchtigkeit 860
Bohrlochherstellung 860
Bohrloch mit Innenbeschieferung 861
—, Kohlenstaub aus 729
Bohrlochmine 860
Bohrlochsprengung 867
Bohrlochweiser 860
Bollés Kasemattenversuche 782, 794
Boliden 506, 784, 833
Bologneser Glastränen 707, 715
— Glastränen unter Flüssigkeiten 880
— Glastränenstoß 707, 789, 790
Bolometer (Wärmestrahlung) 636, 665
Bombenattentate 869, 870
Bombenbahn aus Flugzeug 831
Bomben gegen Einbrecher 869
Bombenexplosion in Wasser 885
— vom Flugzeug 872
—, vom Flugzeug geschossen, größere Anfangsgeschwindigkeit 872
Bombenform (Torpedo) 872
Bombe, Gas, Reduzierdruck 986
Bombe (Gasdruckmessung) von Rumford 766
Bombenofen — Ullmannofen 350
Bombenrohr 701, 702
—, Druck darin 760
Bombenrohrexplosion 701, 702
Bombenrohr, Splitterwirkung 864
Bombe, Splitterzerlegung 872, 875
Bombenschutz durch Drahtnetz 895
Bombensicherheit 893
Bombensprengung, Einschluß 864
Bombensplitter gegen Panzer 862
Bombe, Thermit 237
Bombenzünder, allgemein 474, 872
—, chemische 450

Bombenzünder, elektrische Aufladung 872
Bone-Schnabels Oberflächenverbrennung 517
Bor 254, 278
Bora (Wind) 650, 651
Boralkohole 075
Boralkyle 057, 105
Borane 019, 150
Boraryle 077
Boraxperle, Flammenfärbung 571
Borkarbid 057
—, Explosivprüfung von 895
Boride 236
Borneol, (rauschw. Pulver) 065
Borsäure bei Nitrierung 330
— (Buntfeuer) 572
Borsulfide 019
Bortrimethyl 057 105
Borwasser 026
Bottle-Respirator 981
Boulengé-Apparat 840
—-Methode 755
Bourdons Röhre, Druckmessung 766
Bovistmehlexplosion 187
—-Theaterblitz 551
Boys Schattenverfahren 836, 840
Bradleys westöstliche Abweichung 657, 658, 757, 758, 835, 838
Bradshaws Versuche 720, 722, 780, 782
Brandblasen 975
Brandbomben 237, 315
— mit Chloratmischungen 256
— zur Feuerlöschung 675
— mit Phosphor 014
Brandbombensprengung 872
Branderscheinungen an Holz, Gebäuden 084, 085, 086
Brandfliegerpfeile 014, 237, 872
Brandgeschosse (Rilke) 832
— gegen Luftschiffe 256
— mit Phosphor 014
Brandgranaten 807, 875
Brand, großer 084, 512, 514
Brandkuchen aus Naphthalin 915
Brandloch im Zünder 474
Brandmalerei 084
Brandmauer 798, 895
Brandmittel mit Ammonalen 295
— mit Ammoniakchloraten 267
— mit Ammoniaknitraten 297
— mit Ammonsalpeter 294
—, bewegte, historisch 807
— mit Bromaten 268
— mit Chloraten 254 bis 259
— mit Chlorkalk 250
— mit Chromaten 247
— mit Chromylchlorid 248
— mit Chromsäure 246
— mit Erdalkalinitraten 298
— mit flüssiger Luft 206
— mit griechischem Feuer 092
— mit Jodaten 269
— mit K-Permanganat 242
— mit K-Salpeter 281, 283
— mit niederen Mn-Verbb. 244
— mit Natronsalpeter 291
— mit Nitriten 274
— mit Nitrosylverbindungen 272
— mit Percarbonaten 228
Brandmittel mit Perchloraten 262 bis 266
— mit Perhalogenen 231
— mit Permanganaten 242
— mit Persulfaten 228
— mit Schnellfluß 284
— mit Superoxyden, echten 222, 223
— mit Superoxyden, unechten 230
— mit Schwarzpulver 288
— mit Schwermetallnitraten 299
— mit Stickoxyden 275 bis 279
— mit Wasserstoffsuperoxyd 217, 218, 219
Brandpäckchen 237
Brandpfeil 237, 830
Brandprüfmethoden 695
Brandraketen 821, 826
Brandringversuch (Gasflammenzone) 525
Brandsatz u. Zündpille 479
Brandschiefer 094
Brandschwaden 084, 900, 914
Brandserum 096(5)
Brandspurennachweis 084
Brandstellengase 084, 914
Brandstifte in Bleistiftform 256
Brandtechnik, Holz 084
Brandwirkung, Explosionswirkung zwischen Metallen u. Carbonaten, Sulfaten, Phosphaten usw. 238
Brandwunden u. Allantoin 096
Brandzeichen (Pferdestempel) 096
Braune Reagensgläser, Splitterwirkung 864, 877
Braunkohle 031
— (Nachbildungsprozeß) 031
—, Schmieröle 093
Braunkohlensprengstoffmischung 292
Braunkohlenteer 080
Brauner Rauch 917, 918
Braunsche Röhre 159, 755
Braunstein 252, 257
Braunsteinkatalyse 252, 477, 481
Brausen beim Fallen brennender Siegellacktropfen 141
Brausende Flammen 512, 514
Brecherreger, Giftkampfstoffe 948
Brechreizmittel 972, 977
Brechung der Explosionswelle 782
Brechung bei Knall 748
— des Lichts 548, 578
Breitsprengkapsel 484, 785
Breitung (Bleiplatte) 770
Bremse für Mündungswucht 818
—, chemische 169
Bremsstoß bei Lafetten 818
Bremsung durch Rückstoß 819
— durch Explosivrückstoß an Flugzeugen 819
Bremswiderstand an Geschossen 807
Bremswirkung bei Kappengeschossen 852
Brennbare Dämpfe 150
— Flüssigkeiten mit unbrennbaren 680
— Gase 720, 722, 724
— Gase in Bodenluft 604
— Nebel 726
Brennbarer Staub 727
Brennbare Stoffe, gemischt mit unbrennbaren 680
Brennbarkeit u. Konstitution 620

Brennbarkeit, periodisches System 620
Brennbeize (Holz) 084
Brenndauer bei Pulver 343
— bei Raketen 821
Brenneigenschaft d. Nitroglycerins 319
Brenneisen 096
Brennen der Dochtflamme 523
— der Kerze 541
— von O-haltigen Stoffen in luftleerem Raum 625
— in porösen Tonzylindern 133, 544
Brennende Flüssigkeit, Cadets 056
— Flüssigkeit, Zündung durch 440, 441, 442
— Leuchtsterne, Bahn 832, 838
Brennen in Luftleere 625
Brenner 544
Brennfläche 510
—, kaustische 492
Brennerform 524
Brenngeschwindigkeit, Brenndauer 350, 463
— und Explosion 130
— von Feststoffen bei Verstäubung mit Ausschluß einer etwaigen Explosion 179
— von Flüssigkeit, adsorbiert an festen Stoffen 132
— von Flüssigkeiten in porösen Tonzylindern 133, 138
— von Flüssigkeiten mit Halogenen usw. 139
— bei Treibmitteln 752
Brenngrenzen bei Festbrennstoffen 170
—, Flüssigkeiten 133, 680
—, bei Gasen 100, 101, 102, 115
—, in gasigen Halogenen 162
— von Knallgas 114
— bei Kohlenstoff, Kohlenarten 171
— bei festen KW-Verbb., Ketten, Ringen 172
—, in besonderer Luft, in indifferenten Gemischen 152
—, an Luft unter Druck 153
—, im Motor 150
— von Nitrokörpern 172
— von Pulver 172
—, in Sauerstoff, ohne Druck 160
—, in Sauerstoff, unter Druck 161
Brennglaszündung 493
Brennoberfläche der Raketen 821
Brennpunktbestimmung bei Feststoffen 449
— bei Flüssigkeiten 448
Brennschere 096
Brennschiefer 094
Brennstoffe, Abbau 621
—, Bau 620
—, Kalorimetrie 607
Brennsteine 094
Brennstoffnebel, graphitierte 180
Brennvorgang und Ätzfiguren 623
— und Lösungsvorgang 623
Brennweise 294, 295, 300, 343, 453, 456, 458, 463, 471, 475, 556
— der Leuchtsätze 564, 569, 584
— des Zündpillenmaterials 456
Brennzeit (Leuchtsätze) 564, 569, 584
Brennzeitberechnung 474
Brennzeitbestimmung (Kerzen) 542
Brennzeitmeßapparat 288, 469, 475, 745, 752
Brennzeitmessung 288, 469, 475
Brennzünder 469, 475
Brenztraubensäureexplosion 706
Bretter, Schuß gegen 851
Bridgemanns Explosionseinleitung 709, 785
Bridgemanns Höchstdruckversuche 890, 898, 899
Brinellprobe 890
Brisanzausdruck nach Becker 770
— nach Bichel 761, 770
— nach Kast 770
— nach Reil 770
— nach Rüdenberg 770
— nach Taffanel 770
— nach Wöhler 770
Brisanz und Besatz 861
Bombe zur Feuerlöschung 675
Bromate von Ammonnitraten 268
—, Lumineszenz 592
Brombenzylcyanid, Zersetzung durch Explosionsstoß 898, 968
Brom, Diffusionsversuche 925
Bromnitrosomethan 312, 382
Bromoform, C-Abscheidung aus 050
Bronzestaub Fließen von 889
Browns Molekularbewegung 177
— Molekularbewegung (Rückstoß) 810
Brucin-Schwefelsäure und Nitrokörper 372
Bruchfestigkeit bei Zündern 474
Bruchwiderstand beim Reagensglas 815
Brückenglühzünder 456
Brückensprengung — Gründungssprengung 867
Brünette Menschen u. Hautgifte 972
Brunnenpatronen 863
Brunnensprengung 863
Brunnenschachtsprengung 866
Bruyèreholz 082, 084
Bügeleisen, Benzanilid für 633
—, Wärmestoff für 256, 291, 503
Bügeln d. Wäsche 341
Bürgis Potenzgesetz 973, 976
Bürzeldrüsensekret 098
Bunakautschuk 088
Bunsens Ausflußapparat 921, 951
Bunsenbrenner 001, 525
—, Maches Untersuchung 510
—, Zündgeschwindigkeit 525
Bunsens Explosionsverfahren (spez. Wärme) 646
Bunsenflamme 574, 804
—, Variationen 526
Bunsens Gasdruckmessung 760, 766
Bunte Dämpfe 917
Buntes Gasverbrennungsversuche 510
Bunte Schatten 548
Buntfeuer 500
— neben Weißfeuer 584
Buntfeuerwerkerei 580
Buntfeuersätze 580, 582
Buntkerzen 542
Buntkreuz 975, 977
Buntkreuzschießen 966, 968
Buntlacke 690
Buntleuchtfeuer 587
Buntlicht bei Bogenlampenkohlen 575
— bei Kerzen 542
Buntlichtmessungen 548, 549, 584

Buntlicht neben Weißlicht 584
Buntpapier 086
Buntraucharten 917
Buntrauchgeschosse 967
Buntrauchkörper 918, 919, 968
Buntreklamelicht (Buntfeuer) 573
Buntschatten 548, 549
Buntstaub 918
Butan 256
Butadien (Kautschuk) 088
Buttersäure bei Kaltrauchen 083
Buttersäure (Schweiß) 472
Butylen 104
Buys-Ballots Windgesetz 651
Byzantinische Flammenwerfer 146, 523
Bz-Zünder 475

C

(siehe auch unter K oder Z)

Cadets brennende Flüssigkeit 056
Cadmium 022, 575
Cadmiumazid 386
Cadmiumdampf in Leuchtröhren 573, 575
Cadmiumfulminat 381
Caesium 575
Caesiumamid 020(5)
Caesiumdampf in Leuchtröhren 573, 575
Caesiumhydroxyd 213
Caesiumtetroxyd 220
Calcium 021, 234
Calciumcarbid 398
Calciumpermanganat 241, 243
Cahücit 292
Campfangruppe 065
Campfer, in rschw. Pulver 341
Canna (Kanone) 800
Candles (Kerzen) 541
Cantharidin 972
Carbazol 075, 350
Carben aus Azetylen 042, 208
Carbide 058
Carbonate, explosiv mit Metallen 238, 552
Carbonsäuren von Ketten 046
— von Ringen 063
Carbonylverbindungen 037, 169, 948
Carborundum 057
Carburierung nichtleuchtender Flammen 530
Carcassen von Leonardo da Vinci 092, 288
Cardanos Definition (Flamme) 510
Cardol 980
Carius Elementaranalyse (Nitrierung) 321, 350
Carosche Säure 229
Cascara 998
Cassiopeium 024
Cavitation 657, 662
Cellon 049, 694
Cellon-Explosivprüfung 897
Cellophanabdeckung bei Zündhütchen 472
Celluloid 339
—-Brandgeschosse 339
— bei Explosivprüfung 897
— bei Sicherheitsglas 896
Celluloidstreifen 384
Celluloidtrommeln 431
Cellulosen 049
Celluloseacetat 049
Cellulose-ester mit Benzoesäure 049
— mit Essigsäure 049
Cellulosenitrate 330
Cellulose, regeneriert 330
—-Umfällungen 049
— und Wasserstoffsuperoxyd 217
Cement 350
Cement, Explosivprüfung 895
Centralheizung 653
Centralit 341, 345
Centrifugalmaschine-Drall 896
Centrifugalmaschinenversuche zur Reibzündung 402
Centrifugalschleuder 830
Centrifuge 285, 981
—, Dochtflamme auf 134, 522
—, Explosion 877
—, Gasflamme auf 524, 526
—, Reagensglasexplosion 877
—, Untersuchung mittelst 920, 921
— Verbrennung auf 134
— Zündversuche auf 402, 403
Cerealien 082
Cereisenfeuerzeug 432
Ceresin 295
Cerini 454, 541
Cerium 024
—-Verbindungen für O-Aktivierung 204
Ceriumsalze (Auer) 556, 559
Cetenzahl 166
Cetyl-Alkohol 043
Champagnerflasche, Pfropfenflug aus 830
Chapmanns Berechnung d. Expl.-Geschwindigkeit 780
Charakteristisches Produkt Berthelots 770
Chateliers, Le, Prinzip 201, 621
Chattertonüberzug (Glühzünder) 455
Cheddite 257
Chelidoniumarten 980
Chemikalien und Explosionsstoß 797, 798
— und Hautwirkung 972
—, Nahstoß 898
— und Ultraschallwellen 898
Chemilumineszenz 595, 596, 597, 598, 667
Chemische Abreißfunken 432
— Absorption (Raucherscheinung) 937
Chemischer aktiver Atemeinsatz 985
Chemische Analyse der Gase 769
— Angriffe durch Nebel 938
— Apparatur, Druckentwicklung in 760
— Beleuchtungsmethoden 540
— Bremse 169
— Carburierung durch anorganische Mittel 533
— Carburierung durch organische Mittel 534
— Eigenschaften der Blitzlichtsätze 554
— Eigenschaften der Leuchtsätze 562
— Eigenschaften der Raucherscheinung 936, 937
— Explosion 700, 710, 743
— Explosionsstoß 790
— Feuerlöschung 677
— Feuerzeuge 424
— Glut 505
— Harmonika 529

Chemische Konstitution und Geschmack 971
— Konstitution und physiologische Wirkung 973
— Leichenzerstörung 095
— Momente der Explosion 700
— Nebel 907
— Panzerverstärkung 898
— Prüfung von Zündhütchen 472
— Reaktion in Gasmaskeneinsätzen 983
— Reaktion und Spektrenerregung 594, 595
— Reaktion, Stillstand bei tiefer Temperatur 672
— Reaktion unter Explosionsdruck 898
— Sauerstoffgeräte 987
Chemischer Stoß bei Explosivstoffen 788
— Vernichtung von Aziden 387
Chemische Vernichtung von Zündhütchen 472
— Zündung 388, 387, 383
— Zündung mittelst Kalk 408
— Zündung mittelst konz. Säuren 407
— Zündung von Zündsätzen 472
Chemismus der Verdauung 998
Chemokohle 310
Chemotherapie 973
Chinesische Feuerlanze 820
Chinesischer Schnee 280
Chinesische Stinktöpfe 948
Chinhydron 062
Chininstoffe, Bittergeschmack 971
Chinin (Antipyrese) 999
Chininchromat 309
Chinit 065
Chinolin 350
Chinolinchromat 309
Chinolin, nitriertes 379
Chinon 062
Chinosol 979
Chinoxaline 075
Chitingehalt 097
Chladnis Klangfiguren 742
— Klangfiguren bei Explosion 796
Chlor zum Blasangriff 942
—, Explosion darin 720
— und Kerzen 542
Chloräthyl 050, 105, 411
Chloräthyl, Kühlwirkung 673
Chlorazeton 941
Chlorazetophenon 941, 973
Chlorazetylen 429
Chloramin 976, 987, 989
Chlorameisensäureester 941, 943
Chlorate allein, Kaliumchlorat 258
—, Katalyse 252, 477
—, Lumineszenz 592
— in Brandbomben 256
Chloratmischungen, Feuer 715
Chloratmischung mit Al, Mg 762
— mit Phosphor 762
— mit Kohlenstoffarten 256
— mit Metallen 255
— mit Nichtmetallen 254
Chlorat-Knallsätze 455
—-Rhodanatsätze 455
— zur Schädlingsbekämpfung 428
Chloratotrimercuraldehyd 306
Chloratschießpulver 256
Chloratsprengstoffe 256
—, Det.-Geschw. 756
Chlorazid 390
Chlordioxyd 251
Chloressigsäureester, grüne Flamme 572
Chlorhydrindinitrat 327
Chlorige Säure 250
Chlorite 250
Chlorkalk 250, 350, 975, 987
Chlorkalkexplosion 706
Chlor, Kerzen in 542
Chlorknallgas 121
—, Lichtzündung 493
—, ruhige Verbrennung 511
Chlorkohlenoxyd 036(9)
Chlorkohlensäureester 941, 943, 974
Chlormethyl 050, 105, 411
Chlorogensäure 063
Chlorophyll 075
—, Fluoreszenz 590
Chlorophyllrest in Kohle 031
Chlorose 991
Chloroxyde 250
Chlorpikrin 314, 316, 350, 370, 941
Chlorquecksilberazetylid 398
Chlorsäure 239, 251, 260
Chlorsaure Salze von C-Verbb. 304
Chlorstickstoff 393, 716
Chlorsulfonsäure 241, 251, 254, 383, 388, 407, 450, 350
— (Nebelerzeugung) 906
Chokwirkung bei Explosionen 799
Chokwirkung bei Granatladungen 876, 808
Cholesterin 088, 099, 599
Cholin 054
Christbaum, feuersicher 690
Christbaumwunderkerzen 566
Chrom 028
Chromatleim 343
—, Bildung bei Man-Pulver 753
Chromate und Schwefelsäure 248
Chromatographische Adsorptionsanalyse 080(6)
Chrom-Bichromatsätze (Buntrauch) 918
Chromchlorür 203
Chromioxyd 233
—, Staubwirkung 910
Chromone 074
Chromsaure Salze 309
Chromsäure 240, 245
—-Eisessig 245
Chromsäureester 309
Chromsäuremischungen 245
Chromsäure in statu nascendi 246
Chromstahl 893
Chromylchlorid und Feuerreaktionen 248
—-Leuchtflammen 533, 535
— (Buntrauch) 917
Chronograph, optischer (Det.-Geschw.) 755
— mit Kerr-Effekt 840
Chrysen 069
Cigarrenanzünder (elektrisch) 435
Cigarrengeruch 083, 914
Cigarrengeschmack, HCN-Nachweis 971
—, Bestandteile 083, 914
Cigarrenrauch, Farbe 083, 914, 932
—, Desinfektion 939
—, Gifte in 083, 914

Cigarre mit Mundstück 083, 914
— mit Strohhalm 083, 914
Cisternenflugzeug 964
Claire-Devilles kaltwarme Röhre 036, 739, 769
Cobalt 029
Cobaltglas 579
Cobaltkaliumnitrit 274
Coehns Regel 934
Cofermente 992
Cognac 047
Cohärer 456, 458, 496
Cohäsion bei Durchschuß durch Stoffe 850
— (Materialprüfung) 890
Collectivgasschutz 988
Collidin 075
Collodiumwolle 331
— und Ringnitrokörper 379
Coloquinten 998
Colorimetrie 579
Colloide, 177, 920, 952
Colloide und Ultraschallwellen 491
Concavspiegel, rotierend, Explosionsflamme in 711
Concentrische Schichten, Pulver 753
Congrèves Stabrakete 823
Conradsonsche Zahl 087, 156
Conservierung 979
Conservieren — Räuchern 914, 979
Contaktscheibe (Boulengé) 840
Continuierliche Welle 780
Contraktion beim Schmecken 971
Convexspiegel, rotierend, Explosionsflamme in 711
Corpuscularstrahlen 497, 498
Cottrell-Verfahren 731, 935
—-Filter, Vergiftung beim 935
Coulombs Reibungsgesetz 400
Covolumen 760, 768, 781
Cracken 080
Cracken — Petroleum 090, 350
Crackers 567, 745, 820
Cranz's optischer Rücklaufmesser 767
Cronquist-Flammpendel 343
Crotonöl 998
Cremes 970
Crotonölwirkung 349
Crotonylen 042
Crusher gauge 761, 766
Crushards Berechnung d. Expl.-Geschwindigkeit 780
Cumaron 074
Cumulativzündung 489, 785
Cupren 042, 208
Cupronitride 395
Curativa dosis 973
Cyamelid 053
— (Melamin) 053
Cyanamid, Metallverbindungen 396
Cyanamid, Stabilisator 341
Cyanamide — Pulverzusatz 341
Cyanazid 390
Cyanflamme 719
Cyanide, Feuererscheinung bei 715
—, komplexe 350
— und Ringnitrokörper 364
Cyanphosphor 055
Cyansäure 053
Cyanursäure 053
Cyanurtriazid 390
—, Feuer bei 716
Cyanverbindungen 396, 947
Cyanwasserstoff 053
Cyanwasserstoffester, Isonitrile 053
Cyanwasserstoffsäure, Explosivität 396
Cybulskis Phlegmatisierungsmethode 778
Cyclische Terpene 076
Cyclohexan-Derivate 352
Cyclohexanol 365
Cyclohexanon 065
Cyklon (Verstäubungseinrichtung) 657
Cyclotrimethylentrinitramin 318
Cylinderbenutzung bei Kerzen, Lampen 543
Cylinderchronograph 840
Cylinderdurchschuß (Geschoß-Geschw.) 840
Cylinderformen 543
Cylinder für Lampen 543
Cylindermaterial 543
Cylinderversuche mit brennbaren Gasen 110
— mit Schwefel 011
Cylinder von da Vinci 543
Cystin, Cystein 054
Cytobaktische Zustände (Schmiermittel) 080

D

Dachpappe 690
Dämmerungsschatten 548
Dämmstuhl 862
Dämpfe, brennbare 150
—, Explosion 701
—, Entlastung 702
— des Rückstoßes 817
— innen erhitzt, Spektrum 574
—, kriechende (Benzin) 091
Dämpfung von Feuer bei Sprengung 688
— des Mündungsfeuers 689, 724
Dahmenit 295
Dampf, blauer 917
Dampfdichtebestimmung, akustische 740
Dampfdruckmesser 760
Dampfelektrizität 797, 899
Dampfkessel, Explosion in 864
—, Wasserschlag 880
Dampfkesselexplosion 702
Dampfmine 860
Dampftopf (Papin) 702
Dampfschleierfeuerung 174
Darmdrüsensekretion 998
Darmgase 998
Darmlänge 998
Dauer des Atemeinsatzes 984
Dauer der Erstarrung von Schmelzen 641
— der Explosionsflamme 710
— von Funken 430, 432
— von Gerüchen 970
— der Sauerstoffbombe bei Atmung 986
Dauerbrandofen 174
Dauerdeformation von Blei 771
Dauerspektren 574, 575, 577
Dauerschlagwerk 890
Dauerstoß — Erschütterung 890
Dautriche-Methode 755, 756
—-Platte, Zusammenschlag 782

Davys Grubenlampe 682, 683, 861
Deboos Methode der Geschoßgeschwindigkeitsmessung 840
Decalin 067
Decantation 920
Decarburierung leuchtender Flammen 530
— durch Zugabe von reinem Sauerstoff 535
Deckers System von C-Verbb. 620
Deckkraft von Bleisalzen 921, 950
— von Farben 983
— von Rauch, Nebel 921, 932
Deflagration 700, 714, 744
Definitionsbegründung der Explosion 700
Deformation von Blei, dauernd 771
— durch Detonat.-Wellen 782
— von Kugeln, Schrotkörnern 808
— der Ringkörper und Festigkeitslehre 850
— durch Geschoßaufprall 857
Deformierung von Streckwellen 857
— von Geschossen 808
Degustative Prüfung 971
Dehnbarkeit u. Geschoßdurchschlag 850
Dehnungsformel (Rohr) 800
Dehnung der Haut bei Einschuß 859
Dekalin 356
Denkmälerschädigung (Rauch) 938
Denitrierung (Schießwolle) 330
Dennstedts Elementaranalyse 239
Dentadolorgerät 905
Deprez — Manometerwaage 766
Depside 063
Desaminierung 996
Desinfektion von Schießwolle 330
— durch Ausräuchern 914, 979
— durch Rauch 914, 939
— von Gasmasken 979, 982
Desintegrator 252, 910
Desodorierung (Kohle) 953, 970
Desorption 926, 984
Desoxydationsmittel 234, 235
Destillation, isotherme (Gasmaske) 982
Destillation, allgemeine 642, 643
— in Anilindampf 080
— fractionierte 642
—, Geschwindigkeit der 642
— von Giftkampfstoffen 960
—, isotherme 984
— von Nitratestern 321, 323, 324
— von Nitroglycerin 324
— von Nitroringkörpern 370
—, Oberflächenverdampfung 642
—, Siedeanalyse 150, 155, 642
—, trockene 031, 080
—, Vakuum 080
—, Wasserdampf 080
Detonation 700
—, Druckspektrum 575, 770
— zündloser Granaten 876
— in Rohren mit Flüssigkeiten 881
Detonationsbremsung durch Metalle 793
Detonationsdruck 575, 770
—, Stauchungsmessung 776
— u. Detonationsgeschwindigkeit 750
Detonationsgeschwindigkeit, Berechnung 759
— bei Bogenstrecken 756, 757
— dünner Detonationszündschnur 489, 756
— von Gasen 750, 751
Detonationsgeschwindigkeit bei Metalleinschluß 756
— von Nebel 750, 751
— u. Schwadengeschwindigkeit 759
—, Sprengmittel 755, 756
— von Stäuben 750, 751
— von Zündschnur 489, 756, 757
— von Zündmitteln 755, 756
Detonationsknall 473
Detonationsstab 485, 489, 785
Detonationsübertragung in einer Richtung 793, 860
— bei Sprengkapseln allein 485, 793
— bei Zündhütchen allein 473, 793
— von Initiatoren 785
Detonationswelle, Nachweis 782
— u. Schallwelle 780
—, Unhörbarkeit 780
—, Widerstand gegen 757
Detonationswellenentwicklung 781
Detonationswellengeschwindigkeit 780
Detonativer Zerfall, Feuer 716
Detonation zerlegt Brombenzylcyanid 968, 898
Detonationszündschnur 487
— bei Baumsprengung 782
— u. Flüssigluftsprengstoffe 208
Detonatorstab 485, 489, 785
Deuterium 004, 100, 110
Deuteriumflamme 524
Devilles kalt-warme Röhre 036
Dewargefäße, Implosion 704
Dextrin 329
Dextrinexplosion 187
Dextrinnitrate 329
Diabetes-Geruch 970
Diäthylbenzole 351
Diäthyldiphenylharnstoff 338
Diäthylperoxyd 302
Dialkylarsine 056
Dialkylperoxyde 302, 303
Dialkylphosphine 055
Dialkylstibine 056
Dialyse 952, 972, 981
Diamant 030
Diamantenbildung in Explosionsbombe 632, 898
Diamantglanz 548
Diamanten, künstliche 030, 031, 058
Diamagnetismus der Flammengase 518
Diamine (Nitrokörper) 350
Dianisidin 970, 974
Diaphanol u. Ligninsubstanzen 251
Diathermane Stoffe 492, 496, 999
— Linsen 492
Diathermie 096, 458, 492, 999
— mit Kurzwellen 496
Diazoäthoxan 391
Diazobenzolimid, -bromid 392
Diazobenzolnitrat 392
Diazobenzolperbromid, -imid 392
Diazobenzolsulfosäure 392
Diazoessigester 391
Diazole 075
Diazomethan 391
Diazoniumperchlorat 272, 715
Diazotetrazol 391

Diazoverbindungen, Feuererscheinung bei 715
Diazoverbindungen von Ketten 391
— von Ringen 392
—, Zündschnur 465
Dichloracetylen 398
—, Stoßexplosion 429
—, Feuer bei 716
Dichlorodifluoromethan (Feuerlöschung) 673
Dichlordiäthylsulfid — Lost 945
Dichlormethylamin 050
Dichroismus 549
Dichtemessung, interferometrisch 731, 921
— von Nebel, Staub, Rauch 731, 921
Dichte u. Detonationsgeschwindigkeit 756
— Giftkampfstoffe 951
— des zu initiierenden Körpers 485
— der Materialien u. Explosion 798
— der Nitrokörper 353
— d. Pulvers u. Brenngeschwindigkeit 752
— von Rauch 731, 921
— der Sprengladungen 485
— d. Sprengstoffs u. Welle 781
— der Umgebung bei Explosion 770
— u. Zusammenschießbarkeit 876
Dichtigkeitsprüfung v. Verschluß, Kartusche 803
Dick (Äthylarsindichlorid) 945, 974
Dickdarmerregende Mittel 998
Dickenmessung bei Staub 950
Dicke Sprengstoffstrecken 865
Dickspülung 860
Dictampflanze 087
Dicyan 053
— (Buntfeuer) 572
Dicyanamide 341
Dicyandiamid 689
— -Ammonnitrat 295
— -Perchlorat 266
Dicyanflamme 719
Didymglas 549, 579
Didymglasbrille 579
Dien-Synthese 042
Dieselmotor-Flammenbilder 156, 710
— -Schwerölmaschine (Kompressionszündung) 156
— -Zündung 090
Differenzwägung (Bleiplatte) 771
Diffusion bei Gasen 980
Diffusionsversuche mit Brom 925
— mit Flüssigkeiten 952
— mit Nebel, Rauch 925
Diffusionspotentiale 952
Dihydrobenzol 065
Diketone 045
Dillinger Tiegel 223
Dimethyläther 105
Dimethyläthylen 104
Dimethylanilin 073
Dimethylarsincyanid (Kakodylcyanid) 945, 974
Dimethylbenzol 351
Dimethyldiacridiniumsalz, nach Gleu 598
Dimethylsulfat 943, 977
Dimensionen v. Initiator u. zu intiierendem Stoff 785
Diminoflore Stoffe 590
Dinitroalkyloxamide 317
Dinitrobenzol 278, 350
Dinitrochlorhydrin 327
Dinitrodiäthanolnitratoxamid 322
Dinitrodiazobenzol 392
Dinitrodiazophenol 392
Dinitroformin 327
Dinitroglycolpulver 347
Dinitroglycerin 327
Dinitroglycerinnitrolactat 327
Dinitromethoxyäthoxychinolincarbonsaures Kalium (doppelfarbige Signalpatronen) 379
Dinitrophenole 360
Dinitrophenylglycoläthernitrat 362
Dinitrotoluol 257, 351
Dioxyalkylperoxyde 302, 303
Diphenyl u. Derivate 066
Diphenyl-Diphenyloxyd (Wärmeübertragung) 660
Diphenylacetylen 066
Diphenyläthylen 066
Diphenylamin 073, 313, 341
Diphenylaminprüfung 313, 331
Diphenylamin (Nitrokörper) 350
— -Schwefelsäure, -Chlorsulfonsäure, -Sulfomonopersäure 372
— stabilisiert Phosphor 014, 401, 477
Diphenylaminarsinchlorid 945
Diphenylarsinchlorid 945, 974
—, -cyanid 945, 974
Diphenylbutadien 066
Diphenylmethan u. Derivate 066, 077
Diphenyloxyd-Diphenyl (Wärmeübertragung) 660
Diphenylpolyene 066
Diphenylsulfid (Nitrokörper) 350
Diphenyl-Derivate (Nitrokörper) 353
Diphenylthiocarbazon (Dithizon) 809, 850, 859
Dipentaerythrit 328
Diphosgen 943
Dirace, Elektronendrall 834
Direkte Geschoßgeschwindigkeitsmessung 840
Discontinuierliche Druckwelle 780
Discontinuität d. Druckwelle 791
Discuseffekt 834
Disperse Gasphase 902
Dissimilation 998
Dissipator 175
Dissociation 628, 769, 773
Dissociation — Verhinderung 536
— in Elementen 624, 637
— von AsH_3, SbH_3 in Flamme 145, 146, 530, 536
Dissociationskonstante 739
Dissociationswärme 628, 769, 773
Dissousgas 042, 524, 534
Disteln (z. Pulverherstellung) 349
Distelwolle 332
Dithizon zur Metallprüfung 809, 850, 859
Dixons Wellenmessung 119
Dochtflammen von Feststoffen 137, 521, 522, 542
— von Flüssigkeiten 136, 544
— in Chlor 522

Dochtform (Kerze) 447, 541
Dochtimprägnierung (Kerze) 541
Dochtschnauzenlampe 544
Dochtverzehrung (Kerze) 541
Dochtwirkung 447
Döbereiners Feuerzeug — Luftlampe 425
Dolanbrenner 525, 526
Donans Lumineszenzreaktion 591
Donarit 379
Donner 705, 742
Dopingmischungen 150
Doppeläugiges Sehen 549
Doppelbrand-Aufklärung 084
Doppelbrenner 526
Doppelbrechung von Glas — Druckmessung 766
Doppelfarbige Lichtspurgeschosse 589, 837
Doppelflammer 718
Doppelfulminate 381
Doppelmantelgeschosse 805
Doppelmaske 983
Doppelgeschosse, ineinandergesteckt 805
Doppelgeschoß-Rückstoß 816
Doppelgewehrgeschosse 805, 807
Doppelhülsen bei Sprengkapseln, Durchschlag 484, 771
Doppelknall 746
Doppelmetallhülse bei Sprengkapsel 484, 771
Doppelnetze (Feuerlöschung) 683
Doppelohriges Hören 741
Doppelspektralflamme nach Stock 575, 578
Doppelsprengwirkung bei Rohrkrepierern 876
Doppelthermoskop (Looser) 660, 662, 665, 669
Doppelte Übertragung (Initiierung) 785
Doppelwände, Metall, Panzerschutz 892
Doppelwirkung, Unterwasserexplosion 881
Doppelzünder 475
Doppler-Effekt 578, 579, 742
Doves Schwingungsversuch 505
Dräger-Apparat für CO 738
— -Kohlenoxydmesser 036(8)
— -Schutzpatrone 119
— -Schwadenentwickler 908, 915
Dränagesprengung 866
Drahtform der Alkalimetalle 020
Draht, glühender 287
Drahtgeschoß 815
Drahtgitter-Explosion 796
Drahtglas, Explosivprüfung 896
—, Feuersicherheit 699
Draht, glühend, zündend 434
Drahthindernissprengung 867
Drahtkorb für Abdampfen von Äther 682
Drahtnetze, Bombenschutz 895
Drahtnetz, Feuerlöschung 328, 683
—, Flammenfänger 682, 683
Drahtnetze, Gebäudeschutz 798, 895
—, glühend, zündend 434
— als Rückschlagsicherung 525
Drahtstühlchenmethode 776, 786, 793, 890
Drahtversprühung (elektrisch) 509, 575
Drahtwolle 119
Drahtzündung bei Pringsheim-Methode 434
Dralldüse (Geräuschdämpfung) 159, 749, 834
Drall beim Geschoß 834
— bei gedrehtem Garn 834
Drall, gleichbleibender, zunehmender 834
Drallfreiheit 834, 659
Drallkurven 834
Drallunge 834
Drallprüfer 834, 659
Drallwinkel 834
Drapers Gesetz 548
Drehbank, Entzünden von Sätzen auf 563, 583
Drehbohrmaschinen 860
Drehbühnen, Wurfbahn aus 831
Drehrost 174
Dreiergemische 276
Dreifuß 174
Dreiwertiger Kohlenstoff 066
Drehschwingung am Lauf 815
Drehspiegelrücklaufmesser 766
Drehzahl, kritische (Motoren) 154, 155, 156
Dreischichtenseismik 392
Dreschmaschine (Windsichter) 830
Druckaufnahmen 890
Druckaufzeichnung u. Geschwindigkeit bei Pulvern 751
Druckausgleich, interferometrischer 816
Druckberechnung für Rohre nach Ostwald-Luther 768
Druck beim Drahtgeschütz 815
— beim Fernstoß 798
— im Kippschen Apparat 760
—, oszillierend 767
— zum Pressen in Züge 808
—, statischer (Brisanz) 770
— thermexplosiv zerfallender Stoffe 763, 764
Druckvergleiche, verschiedene 890
Druck in Waffe u. Geschwindigkeitssteigerung 467, 808
Druckdestillation 808(0)
Druckdiagramm von Unterwasserexplosion 765
Druckdosen aus Blei 761, 766
Druckentlastung (Ausblasesystem) 798
Druckentwicklung in chemischen Apparaturen 760
Druckentwicklung (Zeit) 770
Druckerschwärze 980, 031
Druckfortpflanzung in Flüssigkeiten 880
Druckgaszerstäuber 575
Druckgrenze bei Zündung v. Gasen 403
Druckimprägnierung (Feuerschutz) 690
Druckindikator, magnetoelastischer 761
Druck, innerer, bei strömendem Gas 768
Druckkompensation (Ullmann) 760
Druckkurven bei Zünd-, Sprengmittel 765
Drucklampe 574
Druckluft für Torpedos 830
Druckluftgasbrenner 526
Druckluftspritzen 965
Druckmessung mit Bourdons Röhre 766
— mittelst Doppelbrechung d. Glases 766
— am Einschlußglas 896
— bei Explosion von Gas, Nebel, Staub 760
—, Finimeter 986
— an Sprengmitteln 761
Druckmessungen, Variationen 768
Druckmethode, dynamische 766
—, halbstatische 766

Druckmethode nach Kirner 761, 766
— nach Nernst 761, 766
—, nach Petavel 761, 766
— nach Pier 761, 766
—, statische 766
Druckoxydation der Kohle 032(2), 080
Druckpapier, Brennbarkeit 031, 086
Druckpapier, verbrannt, Wiederlesbarmachung 031
Druckpendelung bei Flaschenexplosion 765
— bei Waffen 808, 815
Druckproben, hydraulische 890
Druckprüfung, statische 761, 766
Druckreaktionen nach Ipatiew 898
Druckreiz auf Körper 817
Druckschreiber 790, 796
Druckschrift auf verbranntem Papier 086
Druckschwankungen am Rohr 808, 815
Druckspaltung in Atome 899
Druckspannungen beim Eindringen von Geschossen 850, 872, 890
Druckspektrum bei Detonation 575
Drucksteigerung im Rohr 754
Druckstempelgeräte 760
Druckströmung 623
Drucküberwindung bei Gasentwicklung 015, 524, 760
Druckverhältnis 767
Druckverbrennnung, Druckströmung u. Kristallösung 623
Druckverlauf bei Spreng-Zündmitteln 765
— bei Treibmitteln 767
— bei Unterwassersprengung 765
Druckverlegung nach Rohrmündung 767
Druckwelle 780
—, Diskontinuität 791
Druckwellen, Vieillesche 786, 808
Druckwellenpendelung 766, 808
— im Geschütz 767
— am Gewehr 803
Druckwiderstand bei Einschlußglas 896
Druck bei Lösung von C—C-Bindung 628
Druckzone (Minen) 860
Drümmonds Kalklicht 546
Drüsenfunktion 972, 998
Düneberger Salzvorlage 689
Düngemittel, Abregnen von 964
Düngemittelsprengung 865
Dünndarmerregende Mittel 998
Dünne Drähte, Durchschmelzen 635
— Sprengstoffstrecken 489, 756, 865
Dürrs Fackellicht 145, 146, 905
Düsen für Flüssigkeitsverspritzung 965
Düsenform u. Tropfenform 964, 965
Dum-Dum-Geschoß 858
Dunkeladaption 548
Dunkle Entladung 421, 495
— Entladung, Zündung 421
Dunkle Verbrennung (CO) 517, 985
Dunst 730, 900, 998
Dunstputzmaschine 924, 926
Duplex-Mono-Apparat 036(8)
Duralumin 023
Durchblutung bei Sturzflug 799, 829, 872, 991
Durchbrechen der Giftkampfstoffe 982
Durchdringung von Nebel 549, 983
Durchflußpyrometer 636
Durchgelatinierte Pulver aus hochnitrierter Cellulose 341
Durchlässigkeit von Gasmasken 982
Durchmesser, Gasmaskenkanäle 982
— d. Initiators 785
— d. Sprengstoffs u. Entstehung d. Welle 781
— d. Sprengstoffs u. Deton.-Geschwindigkeit 756
Durchscheinende Stoffe 548
Durchscheinen infolge Drucks 898
Durchschlag von Flintenschrot 851
— von Kartätschkugeln 851
— durch Papierscheiben 854
— von Schrapnellkugeln 851
— der Sprengstücke 864
— bewegter Sprengstücke 877
— beim Ultrageschoß 850
—, Walzeisen 850, 890
Durchschlagen von Bleiplatten 771
Durchschlagskraftmesser 850
Durchschlagsexplosion 525
Durchschlagsicherung bei Flammen 525
Durchschlagsstellen im Dampfkessel 864
Durchschlagsvermögen (Geschoß) 850, 851
Durchschmelzen dünner Platindrähte 635
Durchschuß bei Gewehr 852
—, Erwärmung bei 850, 857
— mit Lehm durch Eisen 852
— durch Pappscheiben (Geschoßgeschwindigkeit) 840
Durchsichtigkeit 548
Durchstanzen, Vergleich mit Durchschießen 850
Durchstanzdruck für Eisenplatten 890
Duroskop 472
Dynamisches Auswuchten der Geschosse 804
Dynamische Druckmethoden 766
— Gasstoßmessung 659, 770, 790
Dynamischer Stoß 760
— Stoß (Brisanz) 770
Dynamite 337
—, besondere mit Ringnitrokörpern 379
—, Altern 781
Dynamitexplosion und Fischfang 884
Dynamoelektrische Zündapparate 430, 456
Dysprosium 024

E

Echo 748
Echolot 747, 748, 782
— unter Wasser 883
Echolotmessung 782
Echte Explosion 700, 710
Edelerden 024
Edelgase 009
Edelgase, Rolle bei Atmung 993
—, Rolle bei Verbrennung 202
Edelmetalle 026
—, Gewinnung aus Nitrokörpersalzen 371 378
—, Katalysen mit 425
— u. C-C-Verbb.058
Edelmetalloxyde 233
Eder-Valenta-Zerstäuber 574
Edison-Verfahren für Glühlampenkohlen 031

Effekt nach Munroe 890
Effektbogenlampenkohle 575
Ehrenbergs Luftuntersuchung 920
Ehrlichs Seitenkettentheorie 621, 973
Eichenholzdurchschuß mittelst Kiefernholz 797, 852, 869, 894
Eierhandgranaten 871
Eigenbeweglichkeit von Rauch, Nebel 924, 929
Eigendrall bei Elektronen 834
Eigengeruch 970
Eigenschaften der Buntfeuersätze 582
— der Detonationszündschnur 488
— der Fulminate 382
— der Giftkampfstoffe 956, 957, 958, 959
— der Leuchtsätze 562
— von Nebel, Rauch, Staub 930
— der Schwermetallazide 387
Eigenschwaden 731 bis 736
Eigenschwingung bei Lagerstättenschichten 792
Eigentarnung 915
Einäugiges Sehen 549
Einatmungszeit 973
Einbau von Thermophoren 918, 919
Einbettungslösung (mikroskopisch) 285
Einbrecherabwehr durch Bomben 869
Einbruchmine 860
Eindringen, tiefstes, von Geschossen 850
— von Geschossen in Stoffe, Verschiebungslinien 850, 872, 890
—, Splitterwirkung nach 879
Eindringtiefe von Feuerimprägnierungsmitteln 690
— von Flintenschrot 851
— von Geschossen 850
— bei Geschossen aus besonderem Material 852
— von Kartätschkugeln 851
— von Kugeln hintereinander 851
— lotrecht fallender Kugeln 851
— von Shrapnellkugeln 851
— beim Ultrageschoß 853
Eindrücken durch Minen 868
Einfache Aldehyde — teilweise verbrannter Alkohol 045
Einfluß von Preßluft 288
Einfrieren durch flüssige Luft (Lebewesen) 999
— von Gleichgewichten 036, 739, 769
Einheitsgeschoß 875
Einheitszündschnur 487
Einkittung von Giftkampfstoffgefäßen 966
Einkristalle 890
Einlaborierung der Giftkampfstoffe 966
Einlegeverfahren (Feuerschutz) 690
Einloch-Brenner 544
Einohriges Hören 741
Einpreßdruck in Züge (Waffe) 808
Einpreßwiderstand 808
Einrichtung von Nebelgeschossen 909
Einreißfestigkeit 980
Einsätze, chemisch-aktive, in Gasmasken 517, 988
Einsatzhülse 480
Einsatzkapsel 480
Einschießgeschosse 807
Einschießverfahren 835
Einschluß u. Bombensprengung 864
—, Det.-Geschwindigkeit 756
— bei Initiierung 785
— von Luft im Sprengstoff 786
— des Sprengstoffs u. Welle 781
Einschlußglas, Druckwiderstand 896
Einschlußmaterial — Katalyse bei Sprengungen 864
Einschmelzexplosionen 706
Einseitige Aufschlagszündung 872
Einschnürung — Schornstein 175
Einschuß und Ausschuß 850
Einschuß u. Erwärmung 850, 857
Einschußstoß 657, 796
Einschwingzeit (Lärm) 749
Einteilung nach Schwaden 739
Einwertige Alkohole 043
— Amine (Nitrokörper) 350
— gesättigte Alkohole (Nitro-) 350
— Carbonsäuren 063
— Naphtole (Nitro-) 350
— Oxysäuren 063
— u. mehrwertige Phenoläther 062
— Phenole 062, 350
Einzelabwurf (Bomben) 872
Einzelholz, Schachtel (Zündhölzer) 453
Einzelladeverfahren 480
Eis (Ausbrennöffnungen) 773
— zum Auffangen lotrecht geschossener Kugeln 835
—, Flamme gegen (H_2O_2) 210, 215
— als Gasabsorbens 987
Eisboliden (Tornado) 657
Eisen 029
Eisen, Formel für Durchschlagskraft der Kugel 850, 890
— u. Holz — Explosionsstoß 798
Eisenalaunreaktion (Knallfulminat) 382
Eisenbahn, Wurf aus 831
Eisenbahnböschung — Pflanzen 082
Eisenbahndammschotterung 861
Eisenbahndamm, Petunien 082, 690
Eisenbahnknallsignale 471
Eisenbahnschrankenfarbe 549, 585
Eisenbahnverkehrordnung 697
Eisenbeton 798
Eisenblöcke (Brisanzprüfung) 773
Eisencarbonyl 037
—, Bildung in Auerbrenner 547
Eisencarbonyle, Zerfall an Kohle 948, 978
Eisendurchschuß mittelst Lehms 850, 852
Eisenguß 236
Eisenhülse (Brisanz) 774
Eisennachweis in Schußwaffen 615
Eisenoxyde 235
Eisenoxyde — Thermite 236
Eisenpentacarbonyl, Zerfall an Kohle 948
Eisenplatten (Durchschuß), Durchstanzdruck 890
—, bewegte, Schuß gegen 890
Eisenrohr, explosive Materialprüfung 890
Eisenröhren, Explosion in 343
Eisenschale, glühend 287, 288, 434
Eisenschießpulver 282
Eisen-Schwefelgemenge zur Kampfstoffverdampfung 969
Eisensprengung 868
Eisenstab 287

Eisenstücke, glühende, Zündwirkung 436
Eisentiegel (Brisanz) 774
Eisentrisulfid 423
Eisessig (Chromsäure in) 245
Eisprüfung durch Explosion 895
Eissprengung 867
— u. Wirkung auf Fische 884
Eissprengung — Rißfiguren 797
Eisstärkemessung 792
Eiweiß 054, 089, 097
—, Schaumbildung 678
Elastizität bei Durchschuß 850
— (Knall) 740
Elastizitätskoeffizient der Luft 833
Elastizität des Sprengstoffs 781
— der Waffenwand 816
Elektricität in Lebewesen 952
Elektricitätserzeugung durch Sonnenstrahlen 665
Elektrisch geladene Körper, Zerschmetterung von 890
Elektrische Abreißzündung 430, 437
— Aufladung von Bombenzündern 456, 458, 475, 872
— Aufladung von Flugzeugbomben vom Motor aus 456, 458
— Aufladung bei Narkoseapparaten 431
— Blitzlichtzündung 455, 555
— Drahtversprühung 509
— Entladung 495
— Erregbarkeit (Benzin) 091
— Eigenschaften der Giftkampfstoffe 959
— Eigenschaften von Rauch, Staub, Nebel 731, 934
Elektrische Felder, P-Oxydation in 596
— Funken, Auslösung, Helligkeit 508, 755
— Glut 508
— Geschwindigkeitsmesser 840
Elektrischer Hautreiz 999
— Kohlenoxydmesser 036(8)
— Leitfähigkeit von Feuer 418
— Öfen 508
Elektrischer Regen 935
Elektrisches Safrol 431
— Sand 935
— Schalldruckmessung 742, 743
— Schwebewaage (Gasdichte) 951
— Stoßdämpfung 509
Elektrischer Tod 993, 999
Elektrische Uhr 755, 757
— Wellen von bestimmter Länge = Radiowellen 496
— Wellenzündung 409, 459, 495, 550
— Verhalten der Giftkampfstoffe 984
— Verhalten von Nebel, Staub 934
— Wind 810
— Wind — Impulsbewegung 935
— Zündschrauben 475
Elektrisiermaschine 430
Elektroendosmose 935, 939
Elektrofilter 935
Elektrographit 030
Elektrokapillarität 934
Elektrolichteffekt 548
Elektrolyse 215
Elektrolysenzerstäuber 575
Elektrolyteisenführung 806
Elektrolytische Theorie d. Oxydation 622
Elektromagnetische Geschütze 920
Elektron 023
Elektronenabspaltung bei Fluoreszenz 590
— bei Phosphoreszenz 591
Elektroneneinzeldrall 834
Elektronenfernrohr 920
Elektronen bei Feuerlöschung 671
Elektronengerät für infrarote Strahlen 492, 549
Elektronenmikroskop 920, 932, 950
Elektronenröhren zur Kurzzeitmessung 755
Elektronenstoß, Atomzertrümmerung 518
—, Glimmentladung 508, 518
— u. Spektrum 518, 574
Elektronenstoßstrahlen 499, 518, 574
Elektronenstrahlröhre 755
Elektrophorese 935
Elektrosiebeinrichtung 935
Elektrowärme (Joule) 508
Elementaranalyse 239
— in Kalorimeter 605
—, Phlegmatisierung bei 788
Elementaroxydation 622
Elementares Wirkungsquantum 548
Elementarvolumina bei Staubexplosion 449
Elemente- nascierende 625
Elementzerfall 506, 624, 637
Ellipsengewölbe (Knall) 748
Elliptische Geschoßspitze 804
Elmsfeuer 573
— (Pflanze) 599
Emanation 596
Emissionsoberflächen 343
Emissionsspektren, äußere 575
—, innere 574
Emission von Strahlen bei Explosionen 499, 899
Empfindliche Aufschlagzündung 872
— Flamme 526 796
— Zünder (Brandbomben) 872
Empfindlichkeit — Menschen — gegen Stoß 799
— gegen Stoß, allgemein 785
Emulsionsfilter 935
Empyreumatische Dämpfe 097
Endbesatzpfropfen 861
Endothermer Vorgang 627, 628, 700
Energetischer Knallwert 742
Energie, freie 629
— zum Lösen von C-C-Bindung 628
—, Mündungs- 767, 862
Energiegehalt u. Leistung 770
Energieverteilung im Atom 620, 621
Enge Öffnung, Ausbrennung von 612
— Öffnung u. Geschoßbeugespritzer 852
— Öffnung, Schalldurchgang 748
— Rohre, Det.-Geschwindigkeit 757
Entfernung u. Maximaldurchschlag der Geschosse 850
— und Rauchsichtbarkeit 730
— von Schallquelle u. Schallstärke 740
Entgaste Kohle 283
Entgiftung von Leuchtgas 041
— von Giftgelände 989
Entgiftungstrommel, fahrbare 989
Enthärtung von Geschoßspitzen 852
Entkohlung unter Druck 898

Entladung von Granaten 254
Entladungsröhren 573, 575
Entladung, dunkle 495
Entlastung des Druckes durch Ausblasesystem 798
— hochgespannter Dämpfe 702
Entleuchtung 537, 538, 539
Entmischung allgemein 264
— von Schwarzpulver 286
Entnikotinisierung 083, 914
Entseuchung, allgemein 989
— durch NH_3-Schuß 989
— durch Flammenwerfer 989
Entspannung flüssiger Gase 703
Entstaubungsmaschine 482
Entstehung der Explosionswellen 780
— der Welle u. Sprengstoffdurchmesser 781
Entropie 629
Entwässern (Hygrometrie) 647
Entwässerungssprengung 866
Entweichungsgeschwindigkeit in Atmosphäre 719, 993
— in Planetenatmosphären 759
Entzündung 286, 331, 342, 350, 409, 453
—, Flächen-, Randgeschwindigkeit 172, 343
—, innere (Nitrokörper) 371
Entzündungsgeschwindigkeit im Bunsenbrenner 163, 525
Entzündungsgrenzen bei Gasen 112, 114, 115
Entzündungstemperatur 342
Eosin-Fluoreszenz 590
Epichlorhydrin 050
Epidermis, serosa, mucosa 972
Erbium 024
Erdabkühlung 670
Erdalkalialkyle 059
Erdalkaliaryle 059
Erdalkaliazide 385
Erdalkalichlorate 252
Erdalkalifulminate 381
Erdalkalimetalle 021
— u. C-C-Verbb. 058
— u. Oxyde 234, 238
Erdalkalinitrate 298
Erdalkalinitrite 274
Erdalkaliphosphore 591
Erdalkalisalze durch Verbrennung der Metalle 220
Erdarten, Explosivprüfung 895
— u. Leichen 095
—, Staub 926
Erdbebengeschwindigkeit 792
Erdbebenkrater 860
Erdbeeren (Reizwirkung) 972
Erdbeobachtung (Nebel) 932
Erddeckungen 857
Erde, Abkühlungstemperatur 670
— als Filter bei Giftkampfstoffen 981
Erdgeruch 970
Erdinneres, Druck (Bridgemann) 506
Erdinneres, Glut 506
Erdnitrate, seltene 552
Erdöl 090
Erdperioden erkennbar durch Explosion 895, 898
Erdstrahlen 497
Erdtiefe u. Erschütterungssprengung 552
Erde, Wärmehaushalt 506
Erdung der Maschinen (Schw.-P.) 285
Erdungsmaßnahmen 431
Erdwachs 094
Erdwellen bei Explosionen 792
Erfrierungstod 999
Erhaltung der Masse bei Verbrennungen 032(5)
— des Wärmezustandes 669
Erhitzung durch Luftwiderstand 833
Erichsens Tiefziehmethode 771, 890
Erkaltungsoberflächenwirkung 739
Erkennung von Nebel, Staub 920
Erkrankungsfaktoren 973
Erlahmung der Det.-Welle 781
Ermüdung. Ermüdungsgifte 999
Ermüdungserscheinungen bei Metallen 890
Ernährungslehre 998
Erneuerung vom Atemeinsatz 984
Erosion (Ausbrennung) 615, 616
— von Rohren 801
Erosionsfreie Sätze (Zündhütchen) 477
Erregbarkeit, elektrische (Benzin) 091
Ersatz nach periodischem System 017
Erscheinungen bei Unterwasserexplosion 881
Erschütterung durch Dauerstoß 890
— an Gebäuden durch Fernstoß 798
Erschütterungsmesser 790, 798, 895
— an Maschinen 792
Erschütterungsscheiben (Boulengé) 840
Erschütterungsschutz 798, 895
Erschütterungssprengung 863
Erschütterungsstärke 798, 895
Erschütterungswellen 491
— auf Bleiplattenrückseite 771
— u. Chemikalien 898
Erschütterungswirkung 798, 895
Erstarrtes Nitroglycerin, Det.-Geschwindigkeit 757
Erstarrungsdauer 641
Erstarrung an Ringnitrokörpern 370
Erstarrungspunkt 276
Erstarrungswärme 641
Erucasäure 046
Ertragsteigerung im Boden (Rohstoffe) 088
Ertrinkungsgefahr, Gasmaske gegen 983, 985
Erwärmung bei Durchschuß 850, 857, 890
— der Geschosse beim Schuß 614, 808, 842
— der Kartusche 803
— des Laufs beim Schuß 614, 842
— bei Stoßprüfung (Materialprüfung) 890
Erzarten, Bildung 670
Erze, Explosivprüfung 895
Erzbildung (Glut) 606, 670
Erzeugung von Nebel 890
Erzsprengung 865
Erzwungene Bahn bei Geschoß 839
Eschbachzünder 288, 459, 469, 481
Eschenwurz (Leuchtpflanze) 599
Esops Phlegmatisierung 778, 788
Essenform und Rauchfahne 922
Essigälchen 997
Essigäther (Pulvergelatinierung) 343
Essig, Feuersetzen mit 671
Essigsäure 046

Ester 047
— der Chlorsäure, Perchlorsäure mit C-Verbb. 307
— von Chromsäuren 309
— von HCl 050
— von Ketten mit salpetriger Säure 320
— von Mangansäure 309
— zur Pulvergelatinierung 368
— der Ringcarbonsäuren 064
— von Übermangansäure 309
— der unterchlorigen Säuren 306
Euckens Satz (Wärmeleitung) 660
Eudiometergase 518
Eudiometerexplosion 880
Eutektische Gemische, Det.-Geschwindigkeit 757
Evacuierte Kupferglocke für Bleiblockprüfung 773
Ewiges Zündholz 454
Exothermer Vorgang 627, 628, 700
Expektorantien 990
Explosion 238, 249, 252, 254, 257, 262, 267, 268, 292, 294, 295, 300, 343, 453, 556, 700
— brennbarer Gase mit reinem O 115
— von Bombenrohren 701
— von Carbidstaub 185
—, Chemikalienzerschmetterung 898, 968
— in Chlor, Fluor, Stickstoff 720
— von Dämpfen, hochgespannten 701
—, Definition 700
— von Dextrin 187
— gegen Drahtgitter, Ährenfeld 796
— von Drogen 187
— von Einschmelzsubstanzen 706
— erster, zweiter Ordnung 700
— im Eudiometer, Grisoumeter 880
— beim Fallenlassen von Patronen 802
— von Farben 187
— von Feststoffen, Welle bei 781
— in Flüssigkeiten 857, 880
— von Flüssigkeiten, Welle bei 781
— von Gasflaschen 701
— ohne Gas, Feuer 715
— bei organischen Gasen 111
— ohne Gasentwicklung 255
— und Gebäudeart 895
—, gerichtete, Rückstoß 811
— von Getreide 187
— im Grisoumeter 880
— von Holz 187
— im Kalorimeter (Nichtexplosivstoffe) 600, 606
— und Knall 796
— von reinen Kettenverbindungen 185
— von reinem Kohlenstaub, Grafitstaub 180
— von Kork 187
— zum Maschinenantrieb 119, 159
— von Mehl 187
—, physiologische 799, 973
— gegen Platten, Flettnerrotor 796
— beim Pressen 786
— bei Schleifstein, Zentrifuge 877
— von Schwefelkohlenstoff 750
— in Stäuben von Phyto-Zoostoffen 187, 188
— und Strahlenaussendung 499, 899
—, Verstäubung durch 729, 898, 910, 968
— in Wasser 857
Explosion von Zucker 187
— in Wasser, Druckverlauf 765
— in Wasserstoff, Ringverbindungen, festen 186
Explosionsbombe nach Muraour 739
Explosionsdruck und chemische Reaktionen 898
Explosionsdruck nach Bridgemann 890, 892
Explosionselektrizität 797, 899
Explosionsfähigkeit von Ruß 184
Explosionsfeuer 710, 719
— in Fest-Flüssigstoffen 729
— in Gasen, brennbaren 722
— in Gasen, unbrennbaren 720
— in Nebel, Staub 724—727
Explosionsflaschenversuch. Selbsttätige Mischung mit Luft 112
Explosionsflasche — Kraftmaschine 844
Explosionsflamme, Drosselung 719
Explosionsflammendauer 710
Explosionsflammenlänge 710
Explosionsfortpflanzung bei unterbrochener Sprengstoffstrecke 786
Explosionsgasdruck 770
—, Berechnung 768
Explosionsgaspumpe 151
Explosionsgasturbine 119
Explosionsgemisch durch Verdunstung 644
Explosionsgeschwindigkeit von Gasen 750, 751
— von Nebeln 750, 751
— von Pulver bei Initiierung 752
— von Sprengmitteln 755, 756
— von Stäuben 750, 751
— von Zündmitteln 755, 756
Explosionsgleichung 739
Explosionsgrenzen von Feststoffen 180
— von Flüssigkeiten 150
Explosionsgrenzen von Gasen 110, 115
Explosionsknall 743
Explosionsknall bei Bridgemanns Versuchen 743
Explosionspipette 430
Explosionsprüfung von Metallen 890, 891
Explosionsramme 151
Explosionsrauch, Sichtbarkeit 730
Explosionsröntgendiagramm 624
Explosionssaugewirkung 795
Explosionsschlag — Kompressionszündung 403
Explosionsschlagfiguren auf Glas 896
Explosionsspektrum 509, 573, 574. 575
Explosionssicheres Glas 896
— Gefäß 684
Explosionsstoß 790
—, Ausschlagen von Flammen 679, 796
— auf Feststoffe 791, 797
— auf Flüssigkeit 791, 797
— auf Gase 796
— auf geschmolzene Feststoffe 791, 797
— auf Giftkampfstoffe 898, 968
— und Lebewesen 799
— und Löschung von Petroleumbrand 679
— und Leuchteffekt 784
— in Wasser 857, 880
— im Woodschen Metallbad 797
Explosionsstücke von Munitionskisten 864

Explosionstemperatur, aktive 419, 785
—, äußere 785
—, Flammendauer 728
—, innere 419
—, passive 719
Explosion — Torricelligefäß 880
Explosionsturbine 119
Explosionsverstärkung 794
Explosionsverstäubung bei Giftkampfstoffen 898
Explosionsversuche im Eudiometer, in Explosionspipette 117
— in langen Röhren 110
— nach Verkleinerungsregel 797
Explosionswärme 628, 719
Explosionswelle, allgemein 780
—, Beugung 782, 794, 796
— bei Gasexplosion 119
— und Ionen 783
—, stehende 782
Explosionswirkung zwischen Metallen, Carbonaten, Sulfaten, Phosphaten 238
Explosivbetonpfähle 844, 867, 861
Explosives Antimon 707
Explosive Rohrmaterialprüfung 890
Explosive Sondergeschosse 875
Explosivgemenge mit Alkalimetallen 398, 429
Explosivgewehrgeschosse 805
Explosivgeschosse aus Waffen 873, 874
Explosivprüfung von Chemikalien 898
— von Glas 896
— von Gesteinen, Erzen 895
— von Holz 894
— von Kunststoffen 897
— von Metallen 890, 891, 892
—, Metall — Legierungsänderung 892
Explosivschußwirkung bei Lebewesen 859
Explosivstoffe, Phlegmatisierung 778, 788
—, Gasmengen 769
—, Kettenreaktionen 626
—, Kohleabscheidung aus 031
—, Konstitution 700
—, Röntgendiagramm 624
—, Verpuffungsprüfung 108, 350, 419
Explosivstoffstaub und Alkoholdämpfe 726
Explosivstoßwirkung, mechanische, bei Geschossen 857
Extraktion von Kohle 080
Ewige Lampe 540

F

Fabo (Weicheisenführung) 806
Fackel 540
—, Kreisschwingen 174
Fackellicht, Dürrsches 145, 146, 905
Fackelschwingung 540
Fackelsignalsystem 540
Fadenkamm 659
—, Explosionsstoßmessung 790
Fadenmoleküle 330, 336, 341, 620
— und Adsorption 621, 926
— (Kautschuk) 088, 330, 336, 621
Fadenmodell betr. Schwenkung d. Geschoßbahn 835
Fäulnis (Pflanzenstoffe) 081
— (Tierstoffe) 095
Fajans Atombildungswärme 627, 628
Fakire 799
—, Atmung 994, 999
Faktis 088
Fallapparat nach Metz 475, 476
Fallbombenverzögerungszünder 872
Fallchronograph 840
Fallende Tropfen von Brennflüssigkeit in Flamme 140
Fallenlassen brennender Tropfen durch Luft 141
Fallenlassen von Kartusche mit Geschoß 832
Fall, gleichförmiger, bei Nebeltröpfchen 920
Fallgeschwindigkeit zur Staubfeinheitsmessung 920
Fallgeschwindigkeit von Tropfen 903
Fallhammer 252, 326, 383, 388, 406, 483, 785
—, Stauchung 766
Fallhammerprüfung 286, 453, 473
— mit Sandzusatz 406
Fallkugel bei Schwarzpulver 285
Fallpendel 383, 384, 388, 389, 406, 483
Fallschirmbremsung 799
Fallschirmgeschwindigkeit (senkrechter Schuß) 835, 841
Fallschirmpatrone 568
—, Bahn 838
Fallschirmwirkung 651
Faltensiebpatrone 986
Faradays Ätherkerzen 537
Farbe, allgemeine 579
—, Leuchtsätze 562, 564
— des Lichts 573
— und Papier 890
Farbeffekte, Rauchwolken 730
Farbenauswahl 549
Farbenblinde 549
Farben, elektrisch leitende 431
Farbenerkennung (Buntlicht) neben anderen Lichtfarben 585
Farbenexplosion 187
Farbenfernsicht 549
Farbenlichter 549, 585
Farbenringe, Newtons (Druckmessung) 761, 766
Farbenthermoskope 633
Farbhölzer 084
Farbige Lacke 690
— Nebel 932
Farblicht 585
Farbpyrometrie 633
Farbsätze — Signalpatrone 580
Farbstoffe, Azo- 392
—, Nachweis von Oxydationsstellen 990
— bei Pflanzenatmung 996
Fasernexplosion 187
Fasernprüfung durch Explosion von Holz 892
— für Atemeinsatz 980, 982
Faserstoffe, Pflanzen-, lose, versponnen, präpariert. Vistrafasern 086
—, verarbeitete, Tierfasern 097
Fassungsvermögen (Lunge) 990
Fauler Satz (Leuchtsätze) 560
Faulendes Fleisch 599
— Holz 599

Faustfeuerwaffen 800
Fechner — Webers Gesetz (Rückstoß) 817
Feder (Verarbeitete Tierstoffe) 097
Federchronograph 840
Federindikatoren 761, 766
Federkraftmesser 599
Federleuchten 599
Federspiralschleuder 830
Federwaage 288
Fehlerquellen (Thermometer) 630
Fehlzerspringer 878
Feinbau 285, 920
Feinheit — Korngröße 280
Feinheit — Mikroskopsichtbarkeit 920, 950
— von Schwaden 730
Feinheitsmessung (Giftkampfstoffe) 951
—, interferometrisch 920
—, (Nebelstoffe) 920
— von Rauch 731, 920
— von Staub durch Fallgeschwindigkeit 731, 920
Feinschmecker (Wein, Tee, Kaffee) 971
Feinverteilung durch Blasverfahren 963
— durch Detonation 968
— im Filter 659, 905
— von Metallen, Feuererscheinung 194
— durch eingebaute Thermogeneratoren 969
— durch Verbrennungsreaktion 962
Feldbefestigung mit Erddeckung 857
Feldschlagröhre 470
Feldsprengung 866
Felsensprengung 867
Fermente, allgemein 599, 973, 992
Fermentkatalyse 992
Fermentol 324
Ferngaszünder 425, 547
Ferngeschütz 800
—, Laufvibration 815
—, Luftverdünnung 835
—, Pulver für 345
Fernimpuls 794, 796, 798
Fernlenkung bei Raketen 827
Fernsehen 548
Fernsicht-Farben 549
Fernspektroskop 578
Fernstoß, allgemein 790
— auf kombinierte Stoffe 798
—, Tornadowirkung 770
Fernstoßmethode zur Brisanzmessung 779
Fernthermometer 635
Fernverdampfung 650, 909
Fernverdunstung 643, 909
Fernwirkung der Explosion 798
— des Geschützknalls 746
— der Schlagwetter 794
— bei Unterwasserexplosion 883
— bei Verdunstung 643
Fernzündung 425, 461, 547
— bei Minen 881
Ferrate 282
Ferrosilizium 029, 423
Ferrosiliziumexplosion 706
Fertigmischung 580
Fertigung der Sprengkapseln 480
Fertigungsmethoden (Kerze) 541
Fervere 999
Festes Azetylen 172
Festbenzin (Brennweise) 091
Festes Kohlendioxyd, Sprengwirkung 039
Feste Lösung und Verbrennung 619, 623
Feste Luft bei Explosionen 786
— Nitroglyzerin, Det.-Geschw. 757
Fester Phosphorwasserstoff 015
Festfrieren von Gleichgewichten 739, 769
Festigkeit von Chemikalien, Prüfung 898
— von Lebewesen und Explosionsstoß 799
— des Materials und Geschoßdurchschlag 850
Festigkeitslehre und Deformation des Stanzkörpers 850
Festigkeitsprüfung (Zündung) 474
— von Nitrokörpern 354
Festkeilen von Sand (Verdämmung) 861
Festlegen der Geschoßladung 805
— der Shrapnellkugeln 807
Festpetroleum 090
Festsitz des Geschosses 802, 807
Feststoff, Berührungsfläche mit Luft 449
Feststoffe, Explosion in 729
Feststoffexplosion, Welle bei 781
Feststoffe, Explosivprüfung 890
—, gezündet durch Flüssigkeiten 440 bis 442
—, Heizung mit 174
—, Reaktion in 623
—, Spezifische Wärme 646
—, Zündprüfung 410, 413, 416
Festungsbau 895
Festzustand, Reaktionen im 623, 626
Fettalkoholseife 043
Fettansatz 999
Fettaromatische Säuren 063
Fette bei Aluminiumstaub 197
—, feste 047, 098
—, flüssige 047, 098
Fettglanz 548
Fette und Hautgifte 975
Fettkohle 031
Fett, Sprengung in 889
Fettstoffwechsel 998
Fette, Tierwachse 098
Feuchte Stoffe, Geschoßaufprall 857
Feuchtigkeit von Gasen, Luft 647, 987
— bei Verbrennungen 151
Feuchtigkeitsabdichtung bei Bohrlöchern 860
Feuchtigkeitsaufnahme durch lagernde Stoffe 651
Feuchtigkeitsmesser von Siemens 648
Feuchtigkeitsmessung 285, 647
—, elektrisch 648
— mit Neublau 647
Feuchtigkeit, Schwarzpulver 285, 647
Feuchtluftventilator 647
Feuchtverbrennung mit Chromsäure 245
Feuer 500
— ausblasen 672
—, bewegt (Flamme) 510
— bei Blei, feinverteilt 194
— bei detonativem Zerfall 716
— bei Explosion von Methan 722
— bei Explosion in unbrennbaren Gasen 720
— bei Explosion in unbrennbarem Nebel, Staub 724
— bei Explosion im Vakuum 723

Feuer bei Explosivstoffgemischen, ungerichteten 710
— bei Explosivstoffverbindungen ungerichteten 711
— bei Feststoff-Explosion 729
— bei gasloser Explosion 715
— bei gerichteten Explosionen in unbrennbaren Gasen 721
— bei gerichteten Explosivstoffgemischen 712
— bei gerichteten Explosivstoffverbindungen 713
— bei gerichteten Schießmitteln 717
— bei herausgeschleudertem Pulver 718
— bei Kegel und Kegelkugel 400
—, ruhiges 500
Feuer, sekundäres 718
— bei, im Vakuum 723
— bei Verpuffung, Deflagration 714
Feueralarmvorrichtung 697
Feueranbeter (Baku) 090
Feueranlegen 084
Feueranzünder 454
Feuerausbrüche 506
Feuerballen 710, 717
Feuerbeobachtung 602
Feuerbeständig 690
Feuerbohrer 400
Feuerbogen 400
Feuerbomben 142
Feuerbrücke 174
Feuerdämpfer 455
Feuererscheinung, allgemeine 500
— bei Sprengstoffen 710
Feuererzeugung, Schlag von Mineralien 432
Feuerfeste Materialien 691, 699
— Stoffe 690, 691
Feuerfläche (Glut) 505
Feuer-Flammschutz 690
Feuerfliege 599
Feuergefährlichkeit von Anstrichen 690, 691
Feuergeschränk 174
Feuerglanz 548
Feuer, griechisches 092, 288, 408, 451, 507
Feuerhemmung 690
Feuerimprägnierung 695
Feuer, Ionen 504, 505, 507
Feuerkorb zur Entseuchung 989
Feuerlinie (Glimmen) 503
Feuerlöschdosen 679
Feuerlöscher 294
Feuerlöschung 670
— durch Abkühlung 672
— durch Abkühlung mittelst Feststoffen 674
— durch Abkühlung mittelst Flüssigkeiten 673
— durch Elektronenreaktion 518, 617, 719
— durch Elektronenwirkung 671
— durch Erstickung mittelst Feststoffen 675
— durch Erstickung mittelst Flüssigkeiten 676
— durch Erstickung mittelst Gasen 678
—, Gegenkatalyse 674, 675
—, Ionenwirkung 672, 679
—, Knallgasbildung 673
— durch Nebel, Staub 724
Feuerlöschung durch Wirbelringe 657, 659
Feuerpflanzen 820
Feuerpost 540
Feuerräder 567
Feuerraum 174
Feuerrohrverfahren (Feuerschutz) 695
Feuersäge 400
Feuerschutz durch Metallsalze organischer Säuren 693
— durch schwer brennbare organische Stoffe 694
— durch Stoffe, anorganische 691
— durch Stoffe mit schlechter Wärmeleitung 682
Feuersee 506
Feuersetzen 505, 660, 671
Feuersichere Abstände brennbarer Stoffe 698
— Lagerung 690, 697
Feuerspritze, Flammenwerfer 146, 523
Feuersteinschloß 432
Feuerstein, Stahl 287, 432, 500
Feuersteinzünder 432
Feuerstrahl, Zündhütchen 475, 501
Feuerstrahl, Zündschnur 463, 501
Feuervernichtung von Giftkampfstoffen 987
Feuerwarte 540
Feuerwehrmaske 985
Feuerwerk 567, 587
— mit Bewegung 567
Feuerwerkereifunken 501
Feuerwerkskörper 564
— mit Drehbewegung 567
Feuerwerksmittel 445, 606, 607
Feuerwerksstreichhölzer 454
Feuerzeug, Brennflüssigkeit im 534
—, Döbereiners 425
Feuerzüge 174
Feuerzündung unter extremen Druckverhältnissen 438
Fichtenspanreaktion 333
Fidibus 086, 174
Fieber 999
Fieberthermometer 630, 999
Fiederpfeil 823
Film, Azetylcellulose 049
Filme mit Ag-Salzen 049
Film, Nitro- 339
Filter, Feinverteilung 659, 905, 980
—, gehärtet 982
Filtergeräte 980, 981
Filterkiste 981
Filterkerze 920
Filterung von Gasen 510, 517, 981
Filterung von Rauch 929, 981
Filzplatte, Leuchtpatronen 561
Fingerspitzenstoß 799, 972
Fingerstoß unter Waser 889
Finimeter (Druckmessung) 986
Firnis 087
Fische, Atmung 994
— bei Unterwasserexplosion 884
Fischfang mit Dynamit 884
Fixateure 910
— für Kohlenoxyd 949
Fixfeuerzeuge 450
Fixierung von Rauch durch Kohlensäure 926

Fixsterne, Glut 506
—, Spektrum 574
Flachbrenner, Lampe 544
Flächenbrenngeschwindigkeit bei Entzündung (Mache) 172, 343
Flächenbrennzeit, Geschwindigkeit und Explosion 130
Flächenbrennzeit bei Flüssigkeiten 130
Flächenglühen 505
Flachsröste 082
Flakkommandogerät 800
Flammbewegung in Zylindern 524
Flammbilder 287
Flammbomben 142
Flamme, allgemein 510
—, Ausschlagen der, durch Explosionsstoß 679, 796
—, Dissoziation in 530
—, doppelte, bei Pulver 718
—, empfindliche 526
—, Farbe 331, 336, 384, 389, 475, 572
—, von Feststoffen 514, 515
—, Feuerstrahl 142
— von Flüssigkeiten, geschmolzenen Feststoffen 512, 513, 517
— von Gasen 511
— von Gasen unter bestimmtem Druck 510, 524
— von geleitetem Feuer 520
—, gelbe, bei rauchschwachem Pulver 572, 711, 717
—, Geschoßbewegung durch 526
—, Glanz 530, 533
—, hochverdünnte 519
—, kalte 519, 591
—, Leuchten der 530
— löschen sich selbst 629
—, Nähen der 544
—, Schuß durch 526
—, sensitive 526, 796
—, singende 110, 529
—, tangential, radial 108
—, Thermodynamik 510
—, umgekehrte 528
—, im Vakuum 723
— der Wasserstoffisotope 004, 163
Flammenart 389
Flammenausschlagen durch Explosion 796
Flammenbilder im Dieselmotor 156, 710
— von Gasen 310
Flammenbogen, Stickoxyd 739
Flammenbrausen 512, 514, 141
Flammenbrennzeit 510
Flammendauer 384, 389, 728
— und Explosionstemperatur 728
— und Temperatur 710
— und Vergasungszeit 710
Flammenerscheinung, frei brennende 510
Flammenfarbe 280 281, 343, 350
Flammenfänger, Metallnetze 682
Flammenfärbung, Boraxperle 571
—, Buntfeuer 570, 574
— durch Nichtmetalle 570
— durch Nichtmetallverbindungen 571
— durch organische Verbindungen 572
Flammenform 350
Flammenfront 433
Flammengase, Diamagnetismus 518, 673
Flammengeschwindigkeit bei Gasexplosionen 11, 110
— im Motor 159
Flammenglanz 533
Flammengröße 453, 475
Flammenionen 119, 430, 495, 518, 596, 719 934
—, Feuerlöschung durch 672, 679
— bei dunkler P-Verbrennung 596
—, Messung (Motor) 159
Flammenkern 510
Flammenlänge 209
— bei Sprengstoffen 710
Flammenlose Oberflächenverbrennung 108, 517
— Rußverbrennung 032
— Verbrennung von Äther 044
Flammenmaß, optisches 521
Flammenprüfer 524, 525, 530
— von Krüß 510, 525
Flammenprüfung bei Feststoffen 444
— bei Flüssigkeiten 445
—, Pulver rauchschw. 343
Flammenrohr, Rubens 112, 525, 740
Flammenschutz der Zinkführung 806
Flammensonde 659, 790
Flammenstrahlen unter Druck-Flammenwerfer 146
Flammenstrahlung 667
Flammentemperaturen 109, 325, 453, 475, 510, 525, 526, 635, 636, 637
Flammenumkehrung 528
Flammenwerfer 142, 143, 146, 523
— zur Entseuchung 987
— zur Goldgewinnung 523
Flammenwirbel 510
Flammenzucken 526
Flammenzündung 384, 389, 440
Flammkalorimeter 603
Flammofen 108
Flammpendelversuche 287, 343
Flammpunkt und Mol-Gewichtsbestimmung 446
Flammpunktapparatur 446
Flammpunktbestimmung bei Feststoffen 449
— bei Flüssigkeiten 446
Flammpunktprüfung bei besonderen Flüssigkeiten 447
Flammrohrkessel 108, 515
Flaschenfunken 287
—, Leydener 430
Flaschengas, molekularer Wasserstoff 000
Flaschensprengung, Nitroglyzerin 325
Flaveane, Flavone 074
Flaveanwasserstoff 053
Flechtenstoffe 089
Fleisch, Knochen, Explosionsstoß 799
Fleischfressende Pflanzen 998
Flettner-Rotor 657, 834
—, Explosion gegen 796, 797
Flex a tone Instrument 740
Fliegenausräucherung 939
Fliegendes Geschoß, Sichtbarkeit 837
Fliegende Splitter in Luft 877
Fliegerbomben 276, 972
Fliegerbrandpfeile 014, 237, 273, 831, 872
Flieger, Höhegrenzen 986, 994
Fliegerpfeile 014, 237, 872, 831

Fliehbolzen, Zünder 475
Fliehkraftentstaubung 924, 928
Fließende Ätherdämpfe 044
Fließender Bronzestaub 889
Fließpapier 350
Flimmerphotometer 548
Flimmerwellen am Geschoß 665, 836
Flintenschrot 140, 141, 805
—, Flugbahn 832
—, Kugelgeschwindigkeit 841
Flintenzündung 287
Flobertpatronen 471, 478, 763, 842
Flossen zum Stabilisieren 872
Flotation 921
Flüchtigkeit der Giftkampfstoffe 960
— von Kampfer 341
— der Metallsalze 576
Flüssige Funken 430, 432, 451, 502
— Gase, Entspannung 703
— Luft 200, 205
— Luft zum Einfrieren von Lebewesen 999
— Luft und Kohlenstoffverbindungen 130
Flüssiger Kohlenstoff 031
— Phosphorwasserstoff 015
— Sauerstoff 200, 205, 210
— Wasserstoff 002
Flüssigkeiten, Aufstäuben auf 910, 964
—, brennbare mit unbrennbaren 680
—, brennende 350
—, brennende, Zündung durch 440, 441, 442
—, Druckfortpflanzung 880
Flüssigkeitsdiffusion 952
Flüssigkeiten, Brenngrenze in Luft 150
Flüssigkeiten, Explosionsfeuer in 729
—, Explosionsstoß in 857, 880
— als Geschosse 847
—, Heizung 135 (6)
—, Schußwirkung in 857
—, Turbulenz 650, 662, 663
—, unbrennbare mit brennbaren 680
—, Welle bei Explosion 781
Flüssigkeitswellen 903
Flüssigkeiten zünden Feststoffe 490 bis 492
Flüssigkeitsmotor — Glühkopfmaschine 155
Flüssigkeitsstrahl — Strömungslenkung 659, 905
Flüssigkeitstropfen auf Flüssigkeit 903, 964
Flüssigkeitsverstiebung durch Trockeneis 964
Flüssigkeitszerstäuber (Entseuchung) 989
Flüssigluftbrandmittel 206
Flüssigluftexplosionen 207
Flüssigluftsprengstoffe 209, 455
—, Det.-Geschw. 756
Flüstergewölbe, Explosion im 782
Flugbahn, allgemeine 830
—, besondere 838
— bewegter Luftziele 831
— aus bewegter Maschine 831
— bei brennendem Leuchtstern 832, 564
— bei Leuchtsätzen 564
— im Luftraum 835
— bei Minenwerfer 832
Flugbahn bei Raketen 828
— und Relativitätstheorie 831
—, Schwenkung 835
Flugbahn, sekundäre 832
— bei Shrapnelkugeln 832
—, Sichtbarmachung 837
— bei ungezogenem Rohr 832
— bei Vorderlader 832
— bei Wurf 830
Flugbahnparabel 835
Flugfunken 432
Fluggeschwindigkeit, hohe (Ohnmacht) 799, 991
Flugrichtungsflügel 805, 874
Flugstaubkammer 926
—, Stauberzeugung 910
Flugzeugannäherung und infrarote Detektoren 666
Flugzeugbomben 872
Flugzeugbombenbahn 831
Flugzeugbremsung, Rückstoß 819
Flugzeugerkennung durch ultrarote Strahlen 666
Flugzeuggeräusch, Abhören von 741
Flugzeug, geräuschlos 741, 749
Flugzeugmotor unzündbar, Ionisierungswolke 495
Flugzeughöhe 986
Flugzeugnebelbomben 908, 964
Flugzeugtragfähigkeit 964, 872
— trudeln lassen 796, 833
Flugzeug-Ultraschallwellen 491
Flugzeug, Vorhaltemaß 831 872
Fluor, Explosion in 720
Fluoren, Fluorenon 066
Floreszenz 590
—, Auslöschung durch Nitrokörper 591, 359
Fluoreszenzthermoskop 631
Fluorstickstoffverbindungen 393
Fluorwasserstoff 005
Flußsäure, Hautätzung 946
Fluxmeter 840
Fön, Strahlversuch 147
—, Versuche mit 652
—, Wind 650
Förgs Prüfmethoden unter Wasser 881
Folgeerscheinung der Atmung (Verdauung) 998
Folgeladung 793, 860
Folien von Metallen 023, 194, 550
Form der Dochte 541
— von Gasbrennern 524
— der Geschosse 804
— der Kerzen 541
— des Pulvers, Brenngeschwindigkeit 752
— der Sprengstücke 864
Formaldehyd 045
Formaldehyd und NH_4OH 302
Formel für Laufmaterial 800
— bzl. Reichweite des Stoßes 741
— und Splitterzahl 771, 864, 877
— für Verbrennungswärme 628
Formen der gestauchten Kupferzylinder 776
—, mathematische, des Sprengstoffs 862
Formwert 804
Formyldinitroglyzerin 327
Fortbewegung von Ionen bei Explosion 783
Formiate (Feuerschutz) 693
Fortpflanzung chemischer Reaktionen in Explosivstoffen 785

Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Explosionsstoßes 791
— u. Knall 740
—, Ultraschallwellen 797, 799
Forttragen des Kunstnebels 909
Fouriers Satz (Wärmeleitung) 660
Fraktionierte Gasverbrennung 118
Franke-Brenner 526
Franklands Hypothese — Leuchtflammen 530
Freie Atome bei Explosion 783
— Elektronen 590, 591
— Energie 629
— Mine 860
— Radikale bei Explosion 783
— Überchlorsäure 260
Freiballon — Lufttorpedo 872
Freihängende Glasplatte, Schuß durch 850
— Sprengstoffwirkung gegen 868
Freisprengung an Luft 770
Fremdgase 288
Fremdgeruch 970
Fremdoxyde. Aktivierung durch 233, 239
Fremdschwaden 730, 967, 968
Fremdtarnung 915
Fremdzündung 164, 165, 167, 422, 446
Frequenzband-Spektrometer 159, 742
Freßfarbe 549, 971, 998
Friktionsbrandel 470
Friktionsröhren 470
Friedensbuntfeuerwerke 587
Friedenfeuerwerkskörper 566, 567
Friedenstorpedos, japanische 747
Friedrichs Zündung mit Sprengkapseln im Vakuum 793, 785
Frigorimeter 671
Frischen 174
Frischluftgerät 986, 993
Frischluft-Kollektivgasschutz 656, 989
Frösche 567, 820
Frontlinie (Blasverfahren) 963
Früchte, Früchtefärbung 081
Frühzerspringer 878
Frühzündung 167
Fuchs 174, 175
Führungsband 804 bis 807
—, besonderes 617
Fulgurator 575
Fulguritenform (Geschoß) 804
Führungswulst 806
Füllen von Geschossen 250, 257, 294, 350, 360
Füllofen 174
Füllstoffe (Kautschuk) 088
Füllung von Metalldoppelwänden gegen Explosionswirkung 893
Fünf Ringe, Brennbarkeit 060, 074
Fulminate 380, 381, 382, 608
—, Feuererscheinung 716
Fulminat-Chlorat-Mischung 383
Fulminursäure 382
Fumigerit 906
Fumologie 084, 914
Funktionsdauer, Atemeinsatz 984
Fundament eines Wasserbeckens 883
Funkeln der Sterne 506, 663
Funken, allgemein 500, 501
Funken, Auslösung von elektr. 836, 837
—, besondere 502
— von Blitzlicht 432
Funken, elektrische 508, 755
Funken von Leydener Flasche 430, 495, 575
Funken bei Luftverbrennung 500
— in Medien, flüssigen 432, 451
Funken bei Sauerstoffverbrennung 501
— beim Schleifen 500
Funken unter Wasser 451, 432, 729
Funkenchronograph (Det.-Geschw.) 755, 756
— (Geschoß-Geschw.) 840
Funkendauer 430, 432
—, elektrische 508
Funkendichte 430
Funkenfänger (Metallnetz) 682
Funkenfarbe, -stärke, -dauer 241, 430, 432
— in Feuerwerkerei 501
— unter Flüssigkeiten 430, 432, 451, 502
Funkenfläche 505
Funkenflug 287
—-Glimm-Glut-Zündung 430, 432
— in Graetzscher Zelle 430
Funkenhelligkeit, elektrische 508
Funkenlänge 430, 432
Funkenlinie 503
Funkenlos schlagende Hämmer (Be) 432
Funkenphotographie beim Explosionsstoß 784
Funkenregen 501
Funken-Reibungselektrizität 431
Funkenschleifrad 432, 500
Funkenstahlanalyse 500
Funkenstrahl 501
—, glimmender Körper in Sauerstoff 501
Funkentemperatur 430, 432
Funkenzünder 350, 455, 456
Funkenzündung 287, 384, 389
— (chem. Funken) 432, 451
Furfurol 048, 074
— als Gelatinierungsmittel 330, 336
Furfurylalkohol 074
Fußbodenbelag (Blei) 771
Futterrohr (Geschütz) 800

G

Gänsehaut 972
Gärverschluß von Pasteur 926, 929, 953, 982
Gadolinit, Lumineszenz 592
Galalith. Explosivprüfung 897
Gallen (Pflanzen) 998
Gallenfarbstoffe 075
Gallengeschmack 971
Gallensäure 069(5)
— (Cholesterin) 069, 088, 089
Gallensekretion 998
Gallium 023
Gallussäure 063
Galvanokaustik 096, 508
Galvanometer, ballistisches (Det.-Geschw.) 755, 840
Galvanometermethoden (Helmholtz) 840
Gangende, Detonationswellen an 782
Gangenden, Explosionsreflexion an 794
Gangster Autos (Verneblung) 908, 915

Ganze Tiere (Brennbarkeit) 095
Garagen, Auspuffgase 039, 158
—, glimmende Zigarre 433
Garbe und Trefferbild 835
Garn, gedrehtes, Drall 834
Gasabgabe aus okkludierenden Medien 955 980
Gasabkühlung 739
Gas, Absetzgeschwindigkeit in 926
Gasabsorption 987
Gasabwehr 989
Gasanalyse 769
—, Rauchgas 108
Gasanalyse durch Ultrarotabsorption 663
— durch Wärmeleitfähigkeit 666, 203
Gasart 547
Gasausdehnung (Brisanz) 770
Gas, Ausflußmenge 524
Gasausströmungsgeschwindigkeit 796
Gasblasen, Entweichen aus bestimmter Wassertiefe 015, 058
Gasbombe (Feuerlöschung) 675
Gasbrenner 526
Gasdiffusion 980
Gasdissoziation 628, 769
Gas, Doppelbrechung durch Druck 766
Gasdruck, abnormer, bei Herausschuß steckengebliebener Kugel 767, 808
Gasdruckapparate 652
Gasdruck-Berechnung 768
Gasdruck, mittlerer 767
Gasdruck bei hoher Temperatur 705
— bei Initialzündmitteln 768
— bei Schießmitteln 766, 762
— bei Sprengmitteln 760
— und Temperatur 719
— Überwindung bei Gasentwicklung 524
— und Waffenwand 850
Gasdruckfeuerspritzen, Flammenwerfer 146, 523
Gasdruckformel 629, 760
Gasdruckmessung 768
— nach Bunsen 760, 766
Gasdruckmesser (Bodendruck) 766
Gasdruckregistrator 790
Gasdruckverhältnis 767
Gasdurchgang durch Ziegelstein 980
Gasdurchlässigkeit durch Feststoffe 619, 786, 980
— durch poröse Wände 510
— durch Metalle 619
Gasentnahme aus angebohrtem Rohr 738
Gas-Entspannung flüssiger Gase 703
Gasentwicklung, Drucküberwindung bei 003, 015, 524, 760
Gas, Entzündungsgeschwindigkeit 525
—, Entzündungsgrenzen 114
Gasexplosion, Zylinderversuche 813
Gasexplosion, anorganische Gase 110, 343
—, Ionen 119
—, organische Gase 111
—, Rückstoß 814
—, Wellenerscheinung 780
Gasfabrik in Tabakpfeife 083
Gasfilter 510, 517
Gasflamme 350
— unter Druck 526
Gasflamme, Explosion in Flammenrohr 525
— bei Luftzumischung 525
— bei Zuführung von O 527
— mit Zylinderaufsätzen 529
Gasflammenmanometer 796
Gasflammenzonen 525
Gasflasche, Ausströmungsgeschwindigkeit 789
—, Druckentwicklung 760
—, Druckpendelung bei Explosion 765
Gasflaschen, Explosion 701
—, Materialfehler 890
Gas, flüssig, Entspannung 703
Gasform der nascierenden Elemente 625
Gasfreie Inseln 657
Gasgefüllte Lampen (Abkühlung) 671
— Lampen, Verhinderung der Metallverdampfung 645
Gasgleichgewichte 510
Gasharmonika 740
Gasheizung, einfache 108
—, Heizung mit gesteigerter Brennergeschw. 109
Gase, hochverdünnte, Wärmeleitung in 664
Gaskalorimeter (Junkers) 603
Gas, Kompression durch Kugelschuß 846
Gaskampfstoffe 940
—, Durchgang durch Mauerwerk 980
Gaslampe 683
Gaslose Eschbachzünder 459
Gaslose Explosion, Feuer 715
Gaslos umgesetzte Sprengstoffe 762
Gasmasken 269, 982
Gasmasken mit aktivem Einsatz 983
— mit chem. aktiven Einsätzen 517, 984
—, Desinfektion 978
—, Klarscheiben 647, 982
Gasmaskenamphibie 983, 985
Gasmaskenatmung 983
Gasmaskendesinfektion 979
—, chem. Reaktionen in 983
Gasmaskeneinsätze 929, 982
Gasmaskeneinsatz, besonderer 983
Gasmaskenimprägnierung 982
Gasmaskenkanäle, Durchmesser 982
Gasmaskenkohle 685, 982
Gasmaskenprüfstoffe 974
Gasmaskenprüfung 982, 983
Gasmaskenregenerierung 926, 983
Gasmengen bei Explosion 769
Gasmischung u. Expl.-Geschwindigkeit 750
—, verdichtete, zur Sprengung 860
Gas, mittlere Molekulargeschwindigkeit 664, 759, 789
Gasmitwirkung bei Explosion 786
Gas, Molekulargeschwindigkeit 759
Gasmotor 154, 110
Gasometer (Sarrau) 769
Gasphase, disperse 902
Gasreaktionen, Kaltlicht bei 595
—, Thermodynamik der 510
Gasruß 031
— für Kautschuk 031, 088
Gassammelröhren nach Kast 737, 738, 769
Gassaugapparate 652
Gas, Schallgeschwindigkeit in 740
Gasschalter, zündsicher 525

Gasschleuse, Anlage 989
Gasschutzraum u. Schornstein 175, 981
Gasschwärmer 461
Gasselbstzünder 425, 547
Gasselbstzündung mit Sonnenscheinventil 547
Gasspannung 767
Gas-Spannungsabfall 740
Gasspürer, Mensch, Hund 970
Gasspürgerät 945
Gasstrahlen, Verbrennung 510
Gasstrahlung 667
Gasstoß, statische, dynamische Messung 659, 770, 790
Gasströmung, innerer Druck 768
Gastheorie, kinetische 629, 664, 709
— u. Det.-Geschw. 759
— u. Schwadengeschwindigkeit 789
— u. Temperaturberechnung 719
Gasthermometer 630, 634
Gastrocknung 647, 987
Gasturbine 119, 796
Gasturbinen-Torpedos 886
Gasüberfall 966, 968
Gasuntersuchung 158
Gasverbrennung unter Druck 739
—, wirbelnde 728
Gasvolumen, feucht, Reduktion 647
Gaswaage (Lux) 921. 951
Gaswelle 685
Gaswerfen 966, 968
Gay-Lussacs Gesetz 629, 760
Geballte Ladung 860
Gebäudeabstand (Formel) 791, 798
Gebäudebeschädigung 798
Gebäude u. Explosionswirkung 895
Gebäudeschädigung durch Fernstoß 798
Gebäudeschutz, Drahtnetze 795, 798
— gegen Fernstoß 798
Gebläse 001, 109
Gebläsearten 174
Gebläsefeuerung, Feststoffe 174
—, Flüssigkeit 143
—, Gase 109
Gebläse — Maughan 532
Gebundener Sauerstoff 220
Gefäßgifte 978
Gefahrenklasse 208, 254, 288, 325, 326, 328, 331, 336, 337, 343, 350, 697
Gefäße, explosionssicher 684
Gefechtsunfähigmachende Wucht 817, 859, 877
Gefrierpunkt 276
Gefrierpunktsbestimmung 640
Gefrierverhinderer 323
Gefrorener Alkohol 205
Gefügeveränderung durch Ausglühen 892
— von Messing durch Explosionswärme 613, 892
Gefühl 972
Gegendruck bei Blutdruckprüfung 770, 890, 991
Gegendruckmethoden zur Gasdruckmessung 766
Gegendruck im Ullmannofen 896
Gegenexplosion auf Bleiplatten 771
— zur Materialprüfung 890
Gegenkatalyse — Feuerlöschung 674, 675
Gegenladung 793, 860
Gegenwind 923, 963
Gegossene Kugeln am Ziel 851
Gehirngifte, betäubende 948, 949, 977
Gehörprüfung 741
Geißlerröhren (Buntfeuer) 573, 575
Gekoppelte Reaktionen 428
Geländebrücken, entgiftet 989
Geländeentseuchung durch Schießen 987
Geländefaktor (Reichweiteformel) 791
Geländeleuchtpatronen 568
Geländeverhältnisse u. Wind 650
Gelatine in Klarscheiben 647, 982
Gelatinedynamit 337
Gelatinehygroskop 647
Gelatine-Medien, Wellenerlahmung 781
Gelatinierte Nitrocellulosen als Sprengmittel 336
Gelatinierte Pulver 342
Gelatinierung, Bedeutung der 753
— durch Furfurol 330, 336
— durch Ringkörper 348, 379
Gelatinierungsmittel 336, 341, 345
Gelbfeuer 580
Gelbe Flamme bei rauchschw. P. 572, 711, 717
Gelbkreuzminen 966
Gelbkreuzstoffe 975
Gelbkreuz u. Milch 947, 972
Gelbkreuzstoffverbrennung 987
Gelbkreuz-Tornistergerät 965
Gelblicht im Nebel 508, 575, 584
Geldschrank — Explosivprüfung 895
Geldschränke, feuerfest 699
Gemische mit Ammonchlorat + Paraffin 266
Gemischbrände 084
Gemische, eutektische, Det.-Geschw. 757
— und Explosionsgeschw. 756, 757
— der Jodoxyde mit Nichtmetallen, Metallen, Kohlenarten, C-Verbb. 269
— der C-Verbb. mit $KClO_3$, $KClO_4$ 266
— verschiedener Perchlorate 261
Generatorgas 547
—, Heizgas 108
Generosoanlage 499
Geologisierung mittelst Explosionsstoßes 791
Geologische Formationsprüfung durch Explosion 895, 898
Geographische Verhältnisse u. Wind 650
Geometrisches Abbrennen (Pulver) 343
Geometrische Form des Sprengstoffs 862
Geophon 792
Geothermische Tiefenstufe 660
Gepreßte Kugeln am Ziel 851
Gepreßtes Thermit 236
Geraderichten der Rohre 800
Geraniol 043
Geräusch, allgemein 740
— von Flugzeugen 741
Geräuschloses Flugzeug 749
Geräuschmesser 742
Gerbstoffe 089
Gerichtete Explosion 700
— Explosion, Rückstoß 811
Gerichteter Explosionsknall 745

Gerichtete Explosivstoffgemische, Feuer 712
— Explosivstoffverbindungen, Feuer 713
Gerlichgeschoß 805, 808, 841, 853
Gerlichgewehr, Feuer 718
Germanium 024
Geruch 970
Geruchsdauer 970
Geruch bei Gummiverbrennung 088, 970
Geruchslähmung 970
Geruchsspektrum 970
Geruchsvermögen 970
Geruchsverschlucker 970
— bei Zigarre, ausgedrückter 083, 970
Gesättigte Kohlenwasserstoffe 041
— Monocarbonsäuren 046
Geschlossene Apparatur, Druck in 760
— Räume, Knall 745
Geschmack. Schmeckvermögen 971
Geschmackschlucker 971
Geschmacksinn 971
Geschmackveränderung 971
Geschmolzene Salze, Sprengung unter 887
Geschoß, Abgleiten des 852
Geschoß — Auftreffknall 849
— mit Bremswiderstand 807
—, Durchschlagvermögen 850
—, Eindringtiefe 850
—, Erwärmung 809, 833, 846, 850
— durch Flamme bewegt 526
—, fliegendes, Sichtbarkeit 837
—, Flimmerwellen an 665, 836
— nur aus Kartusche heraus 832
— aus Leichtmetall 846
—, lumineszierend 837
—, Maximaldurchschlag 850
— nur aus Patrone heraus 832
Geschoß, Reibung in Zügen 808, 840
—, schief auftreffend 855
— mit Seitenflächen 839
— u. Stanzwirkung 850
—, Wärmeübertragung 614, 665
— aus Woodmetall 846
Geschoßarbeit 767, 842
Geschoßabweichung bei aufgestecktem Seitengewehr 835
— nach Durchschlag 854
Geschoßachse 804
Geschoßbahn, Photographie der 835
Geschoßbahnschwenkung 835
Geschoßbeanspruchung 808
Geschoß, Beugungswirkung bei 850
Geschoßbewegung nach Durchschlag 853
Geschoßbewegung im Rohr 808
Geschoßboden voraus bei lotrecht fallendem Geschoß 851
Geschoßdeformierung 808
Geschoßeindringung u. Erwärmung 857
Geschoßexplosion im Rohr 876
Geschoßexplosionswirkung, mechanische 857
Geschoßerwärmung durch Luftwiderstand 833, 846
— beim Schuß 808
Geschoßfüllung 254, 257, 294, 350, 360
Geschoßgarbe 835
Geschoßgeschwindigkeit 343
—, allgemein 840
Geschoßgeschwindigkeit, Berechnung 840
—, Ladeverhältnis 841
—, Pappzylinderdurchschuß 840
Geschoßheulen 834
Geschoßhülse, Rückstoß 816
Geschoßkrümmungswinkel 804
Geschoßladung aus Ammonal 350
Geschoß — Materialprüfung 890
Geschoßnutation 834
Geschoßpendelung 834
Geschoßphotographie nach Neesen 837
Geschoßpräzession 834
Geschoßprofil 659, 804
Geschoßrauchentwickler 916
Geschoßreibung im Lauf 808
Geschoß-Seitenabweichung 835
Geschoßspitze nach August 804
Geschoßspitzenhärtung 852
Geschoßumkippen 832
Geschoßvorlage 689
Geschoßwaage 804
— (Huberts) 832
Geschoßwegmessung 766
Geschoßweg u. Geschoßgeschw. 808
Geschoßweg, Rohr 808
Geschoßwirbel u. Verletzungen 836
Geschoßzerquetschung in Wasser 857
Geschoßzünder 474
Geschütz 800
Geschützart u. Mündungsfeuer 717
Geschützart u. Pulverrauch 735, 736
Geschützart u. Rauch 735, 736
Geschütze, elektromagnetische 830
Geschützknall 746
Geschützpulver 343
Geschwindigkeit beim Dochtbrennen von Schmelzstoffen 136
— u. Durchschlag bei Geschossen 850
— des Explosionsstoßes 791
— der Explosionswelle b. Gasexplosionen 780
— von Flüssigkeiten in Docht beim Verbrennen 136
— der Kartuschkugeln 841
— des Knalls 740
— bei Luftzuführung, besonderer: Schornstein 135
— der Pulvergase 832
— der Raketen 825, 832, 841
— bei Schoops Verfahren 877
— der Schwaden 789
— von Shrapnellkugeln 841
— von Ultraschallwellen 491, 797, 799
— der Zündung 163, 404, 410, 411, 413, 437
Geschwindigkeitsmesser, elektrische 840
—, optische 800
Geschwindigkeitsmessung b. Kalorimeterbestimmung 602
— mit Photozelle 840
Geschwindigkeitssteigerung 130
—, R-G-T-Regel 626
— in Waffe durch Druck 467, 808
Geschwindigkeitsverluste 841, 850
Geschwindigkeitszuwachs im Rohr 841
Geschwulst 998
Gesetz von Erhaltung der Masse bei Verbrennung 032, 629
— der Hohlraumstrahlung 665

Gesetz der Hydrodynamie 998, 999
— der Pulververbrennung 753
Gesetzmäßigkeiten bezügl. Verbrennung 620
Gesetzmäßigkeit der Verbrennungswärme 609
Gesichtskonturen 982
Gesteinsabdrücke 081, 095
Gesteinsbohrmaschine (Knalldämpfung) 749
Gesteine und Explosionsstoß 797
— und Explosivprüfung 895, 898
Gestein, Grenztemperatur in 728
Gesteinsdecke 865
Gesteinseinschlüsse, Trockendestillation 096
Gesteinstaub 686
Gesteinstaubkipper 861
Gesteinstaubsprengung 865
Gesteinstaubsprühmaschine 861
Gestreckte Flugbahn (Rasanz) 835
Gesunder Mensch bei Giftkampf 973
Getreideexplosion 187
Getroffener Vogel, Flugkurve 838
Gewehr 800
—, Druckwellenpendelung bei 803
Gewehrgranate 874
Gewehrknall 746
Gewichtsverlust 280
Gewinnungssprengung 865
Gewöhnliche Lampentypen 683
Gewölbestrahlung 435
Gezogenes Rohr 834
Gibbs-Thompsons Theorem 926
Gießen von Granatladungen 254, 257, 294, 350, 360
Gießen in Geschosse, rotierende 350
Gießen der Kerze 541
Gießbare Mischung 254
— Mischung für Kriegsgranaten 350
Giftbekämpfung 973
Giftdosis 973
Giftgas — Adsorption durch Rauch 916, 926, 953, 987
Giftgeschosse 807
Giftkampfstoffe 350, 900, 939, 940, 950, 955, 969
—, Explosionsverstäubung 898
—, Explosionswirkung 898, 968
—, Gang durch Gasmaske 980, 982
—, Handgranaten mit 966
—, Nitrierung von 350
— u. Pflanzen, Tiere 925, 974, 976
—, Vertreibung durch Kerzen 654, 987
Giftkampfstoffverbrennung 523, 987
Giftkerzen 542, 944
—, Rauchmenge 962
Giftkugel 859
Giftrauchkerzen 962
Giftschwaden 739
Giftstaub 423
Giftstoffbombe 966
Giftstoffgranaten 875
Giftstoffschießen 966
Giftstoffschleudern 966
Giftwirkung von arsenhaltigem Blei 805, 859
Giftwirkung u. Temperatur 961, 973, 976
Giftwürfel 942
Gips 350
Gitterrahmen (Boulengé) 840
Gitterschornstein 175
Glanz der Flamme 530
Glanzkohlenstoff 031
Glanzmessung 548
Glanzverbrennung von Phosphor 014
Glas 217, 251, 280, 350, 435
Glas mit Celluloideinlage 896
Glas — Explosionsprüfung 896
Glas — Explosionsschlagfiguren 896
Glas und Explosionsstoß 797
Glas mit feuchtem Pulver 223
—, Kunst— 893
—, organisches 893, 896, 897
Glas, splitter-, explosionssicher 896
Glas (in Splittern) 254
Glasfiltertiegel 685, 929, 980
Glasfiltertiegelversuche 983
Glasflaschenstöpsel (Reibung) 252, 400
Glasglanz 548
Glaskugeln mit Peroxyden 223
Glasplatte, freihängend, Schuß durch 850
Glasplattenbeschuß 772
Glaspulver 287
— bei Fallhammerprüfung 406
— im Zündsatz 405, 472, 473
Glasröhren, Explosion in 374
Glasspannungsprüfer 896
Glastränen, Bologneser, unter Flüssigkeiten 880
Glastränen — Explosionsstoß 707, 790
Glastropfen, glühend, zündend 435
Glaswolle 929, 686, 699
Glaubersalz 998
Gleichbleibender Drall 834
Gleichförmiger Fall bei Nebeltröpfchen 920
Gleichgewicht (kalt-warme Röhre) 739, 769
Gleichgewichte, Einfrieren der 739, 769
Gleichgewichtskonstante 739
Gleichgewicht bei Methan 739
Gleichgewicht bei Stickoxydbildung 736
— (Wassergas) 739
Gleichgewichtsorgan 739, 769, 799
—, Knall 741
—, Gifte für 978
Gleichungen für Gasmengen 769
Gleichzeitige Sprengung 782, 859
Gleitender Schlag nach Dupré 405
Gletscherdickenmessung durch Sprengung 792
Gleus Lumineszenzsubstanzen 598, 991
Glimmen 500
Glimmentladung (Elektronenstoß) 508
Glimmende Lunte 433
Glimmender Span in flüssiger Luft 203, 206
Glimmender Span, Sauerstoffnachweis 203
Glimmender Woll-, Baumwollfaden 433
Glimmende Zigarre 433
Glimmer, unbrennbar 691
Glimmerscheinungen 503
Glimmerzündung 435
Glimmionen 504
Glimmlampen, elektrische 508
Glimmpapier 334, 350, 433, 503, 555
Glimmpapierpyrogramm 503
Glimmspan 433
Glimmzündung 430 433

Glockensprünge durch Explosion 797
Glühdraht zur Gasverbrennung 683
Glühdrahtpipette 118, 508
Glühdrahtzündung bei Superoxydmethode 434
Glühen 500
Glühender Draht 286
Glühende Eisenschale 286
Glühende Metallstücke als Initiatoren 436, 785
Glühendwerden von Kugeln durch Gase 846
Glüherscheinung 500
Glühkörper 547
Glühkörperheizung 546
Glühkopfmaschine (Glühkopfzündung) 155
Glühkopfzündung 437
Glühlampe 546
Glühlampenimplosion 704
Glühlampe, Phosphor in 508
Glühlampe, Wärmeleitung in 664
Glühlampe — Zerfall 704, 740
Glühofen 256
Glühofenbrenner 256, 525, 526
Glührohrzündung, elektrische 437
Glühschlagröhre 470
Glühstab 287
Glühstoffe für Wärmeöfen 291
Glühtemperatur (Messung im Motor) 437
Glühwirkung beim Explosionsleuchten 784
Glühzonenstärke 083
Glühzünder 455, 456
Glühzündstärke 456
Glühzündung im Motor 437
— von Schw.-P. 286
Glucosamin 054
Glucoside 048
Glucuronschwefelsäure 998
Glut 400, 500, 505
— bei chemischen Neutralisationsvorgängen 407
Glutbezeichnung 548
Glut, chemische 505
Glut, elektr. 508
— bei fliegendem Körper 784, 833
— halten im Ofen 174, 660
—, physikalische 505
Glut-Ionen 430, 495, 505, 507, 518
Gluttemperaturskala 636
Glutzündung 384, 389, 475
— durch glühende Metalle 434
— durch glühende Nichtmetalle 435
Glycerin 047
—, Hautwirkung 972
Glycerin-$KMnO_4$ 242
Glycerin-Nitratmischung 299
Glycerinringäther (Nitroprodukt) 362
Glycerinnitrate 324
Glycerinnitrit 320
Glycerinphenyläthernitrat 362
Glycerinringverbindungen 350
Glycogen 048
Glycogennitrat 329
Glycole — Pinakon 043, 047
Glycoldinitrat 323
Glycolnitrate 322
Glycolmononitrat 323
Glycolphenyläthernitrat 362
Göpelmine 881
Gold 026
Goldacetylenid 398
Goldchlorid, Gelbkreuznachweis 945
Goldgewinnung mittelst Flammenwerfer 523
Goldsand 566
Goldsternregen 566
Goldstaubringe (Materialprüfung) 890
Golfbälle (Phosphoreszenz) 591
Gonys Satz (Brennfläche) 510, 525
Grabenfächer 989
Grabensprengung 866
Gräber, Papiere in alten 095
Grätzscher Gleichrichter, Funken bei 430
Grafit 030, 256, 264, 283, 341
—, Korrosionsverhinderer 617, 801
— u. Salpetersäure 030
Grafitierte Brennstoffnebel 180
Grafitierung des Pulvers 285, 340
Grafitierungsgrad 031
Grafitretorten 031
Grafitsäure 030
Grafitschmiermittel 030
Grafitstruktur der Aktivkohle 031, 982
Grafitthermometer 631
Grafittiegel 030
Granaten 257, 806, 874, 875
— (Entladen) 254
—, zünderlose, Detonation 876
Granateneinschläge 916
Granatenexplosion in Wasser 885
Granatenfallapparat (Zündhütchenprüfung) 473
Granatensprengkegel 860, 877
Granatladung, Chokwirkung bei 876
Granatsignale (Kriegsfeuerwerkerei) 588
Granatwerfer 588, 871
— (Vorläufer) 820
Granitsprengung 865
Grasbrand (Prärie) 084, 680
Graugußgranaten 874
Graukeilmethode 548, 549
Gravitationskonstante, Bestimmung mit Boulengé 840
Grenadier (Granate) 871
Grenzdichte 485, 785, 788
—, allgemeine 485
— beim Ausziehen d. Detonationszündschnur 785
— der Nitrokörper 350
Grenzen bei Gasexplosionen 112—115
— der Schußweiten 835
Grenzflächen — Phasen 626
Grenzladung (Schlagwetter) 485, 727, 728
Grenzstrahlen 497
Grenztemperatur bei Sprengung 728
Griechisches Feuer 092, 288, 408, 451, 507
— Feuer, Brandmittel 092
Grillen (Röstbraten) 174
Grisoumeterexplosion 880
Gröger-Brenner 526
Groberts Methode d. Geschoßgeschw.-Messung 840
Größenverhältnisse (bei Wachstum) 998
Großbrände 084, 512, 514
Großoberflächenstoffe 926
Großsprengungen 867, 868

Grubenbrand 031, 676
—, Bekämpfung 676
Grubengasflamme, ausgeschlagen 683
Grubengas 111, 711
—, Explosionsfeuer in 722
Grubengasexplosion 111
Grubengasnachweis 041, 722, 925
Grubenlampe 683
Grubenlampenzündung 432
Grudeofen 031, 174
Gründungssprengung 866, 867
Grüner Strahl 508, 573
Grünes Holz, Räuchern 084
Grünfärbung der Flamme durch Chloräthyl 572
— der P-Flamme 570
Grünfeuer 580
Grünkreuzstoffe 976
Grün-rote Brille 549, 579
Grünspan 039
Grünspankugel 859
Grussprengung 865
Guajactinktur 211
Guanammon 295
Guanidin 350
— und Bariumnitrat 310
Guanidinchlorat 304
Guanidinnitrat 310, 318
Guanylnitrosaminoguanyl-Tetrazen 391
Gummi 336, 431
Gummiarten (Kirschgummi usw.) 088
Gummi, Explosivprüfung 897
— und Explosionsstoß 797
Gummi- oder Glimmerplättchenventile 983
Gummikörperverformung — Materialprüfung 890
Gummi-, Ledermaske 982
Gummilösung 382
Gummischlauch 211
Gummischmierversuche 830
Gummi-Schußkanal 850
Gummispritzen — Druck 880
Gummiwasser 398
Gur 926
Gurdynamit 325, 326, 337
—, Det.-Geschw. 757
Gurdynamitpatrone 326
Gurdynamit, phlegmatisiert 788
Guttadiaphotverfahren 976, 991
Guttapercha 088, 456
Guttmannsche Probe 342

H

Haare, Brennbarkeit 097
Haarfarbe u. Hautgiftwirkung 872
Haarrisse in Ladungen 350, 821
Habers Formel (Tödlichkeitspr.) 973
Habers freie Atome, Radikale bei Explosion 783
Habers Ammoniaksynthese 007, 427
Habers Spektren durch chemische Reaktion 574
Hängendes Gasglühlicht 547
Härte von Blei (Umgießen) 771, 773
Härte von Bleiplatten nach Beschuß 772
Härteöfenbrenner 525, 526
Härteprüfung von Patronen 802
Härteskala 432
— u. Explosionsprüfung 895
Härtung von Geschoßspitzen 852
Häufchenpackung bei Staubteilchen 449, 920
Häuserbrände 084
Hafnium 024
Haftax-Chlornaphthaline 350, 807
Haftfestigkeit beim Schoopverfahren 905
Hagelraketen 826
Hagelschießen 796
Halbe Verpuffungsexplosion 744
Halbfeste Körper, Geschoßwirkung 857
— Stoffe, Sprengung in 889
Halbflüssige Reibung 080
Halbgelatinierte Pulver 340
Halbringspaltung — Naphthalin 067, 621
Halbstatische Druckmethoden 766
Hales Gewehrgranate 874
— Rotationsrakete 823
Hallraum 741, 749
Hallwachseffekt 421, 495, 499, 518
Halmzünder 460
Halogene 010
— mit Azetylendampf, Lumineszenz 593
— in Giftkampfstoffen 940, 976
Halogenbenzole 370
Halogennachweis — Cu-Gasrohr 526
Halogenide von Alkalimetallen lumineszieren 594
Halogenphenole 370
Halogenringverbb. 070
Halogensäuren 050
Halogenstickstoffverbb. 393
—, Feuer bei 716
Halogen u. Wasserstoff 005
Halogenwasserstoff (Giftwirkung) 942
Hammerschlag, funkenlos 432
—, Rost 029, 610
—, Wirkung 336
Hammonds Tauchbrenner 512
Handchronometer, ballistisches 755, 757
Handdruckflammenwerfer 146, 523
Handfeuerwaffen 800
Handfeuerwaffengeschosse 804
Handgranaten 871, 966
Handluftwedel 989
Handspektroskop 578
Harmonika, chemische 529
Harnfällung durch Pikrinsäure 350
Harnisch 893
Harnstoff 054, 216, 272, 689
— in Kunstpreßstoffen 694
Harnstoffchlorat 304
Harnstoffnitrat, -nitrit 310
Harpunenrakete 827
Harpuniergeschosse 805
Harpuniergewehr 844
Hartgeschosse — Auftreffwucht 852
Hartglas 896
—, Explosionsstoß auf 797
Hartgummiexplosion 187
Hartgummiexplosivprüfung 897
Hartgummiplattenbeschuß 772
Hartholzzylinder, Reibversuch 286, 342, 473
Hartmaterialien, Explosivprüfung 865, 895
Hartpetroleum 090

Hartporzellan (Kerzenmaterial) 473
Hartspiritus 043
Hartspiritusheizung 136
Harze 088, 295
Harzexplosion 187
Harze, künstliche 046
Haschischrauch 914, 939
Haubengeschosse 852
Hauchbilder, Photechie 920, 932
Haupthahn — Gasleitung — abdrehen, Weiterbrennen 524
Hauptgleichung der inneren Ballistik 768
Hauptsätze der mechan. Wärmetheorie 629
Hauptvalenzen 620, 621
Haut (Brennbarkeit) 096, 097
Hautätzung (HF) 946, 947
Hautatmung 669, 972, 999
Hautdehnung beim Schuß 859
Haut — Explosivprüfung 897
Hauteinreibung 972
Hautfarbe 599, 972
Hautgifte 972, 975
Haut — Glycerinwirkung 972
Hautleuchten 599
Hautpulver (Brandwundenheilung) 096
Hautreiz, elektrisch 999
Hautreize, Hautreizmittel 972
Hautreizstoffe, anorganisch 944, 976
—, organisch 945, 976
Hautschutz — Lebendgerbung 972
Haut, Temperaturpunkte 972
Hautverbrennung 096
Haut, Weißbrennen (H_2O_2) 216
Hautwunden 972
Heavesideschicht 497
Heidebrand 082, 084
Heiderauch 914
Heilfarben 972
Heilmittel 972
Heißlaufen von Maschinen bei Schmierölverkokung 031
Heißluftatmung 984
Heiße Metalle, Absorption 937
Heißrohrleitung, Zündung 373, 410, 411
Heißer Schlag 484, 890
Heißwandapparatur 410, 411, 412
Heizgase 108
Heizung mit Feststoffen 174
Heizung mit Flüssigkeiten 135, 136
— mit Gasen 108
— mit Hartspiritus 136
Heizwertformel 628
Heju-Zündflammensicherung 525
Helium 009, 202
Helladaption 548
Hellblaue Bunsenflamme 535
Hellers Reaktionsschwingung 621
Hellhoffit 278
Helligkeit des Blitzlichtes 557
— der Buntlichtsätze 585
— des Explosionsfeuers 710
— der Tetranitromethanflamme 710
Helligkeitsmessung 548, 557, 564, 569, 585, 708
Helligkeitsstörung durch Rauch 564, 586
Hellroter Phosphor 014
Hemicellulosen 049
Hemilithol 351
Hempelofen 108
Heptite 043
Heptosen 048
Herausschuß steckengebliebener Kugel 767, 808
Herbstlaub (Brennbarkeit) 082, 333
Herbstlaubfärbung 081
Herco-Sprengung 785, 860
Herstellung von Buntfeuer 580
— von Weißfeuer 560
Herz (künstliches) 990
Herzschlag, Auskultation 742
Heßsches Gesetz 627, 628
Heteroatome 070, 074, 075
Heterocyklische Ringe 070, 074, 075, 370
Heteroketten 050
Heu 080
Heufieber 910
Heugeruch 970
Heulgeräusch bei Geschossen 740, 832
Heuschnupfen 972
Hexachloräthan 050, 341
Hexalin 067, 356
Hexamethylentetramin 054
Hexamethylentriperoxyddiamin 302
Hexanitroäthan 314, 315, 338, 347
Hexanitroäthanpulver 347
Hexanitrodiphenyläther 350
Hexanitrodiphenylamin 350
Hexanitrodiphenylglycerinnitrat 364
Hexanitrooxanilid 317
Hexenrauch 911
Hexensalbe 972
Hexenverbrennung 096
Hexite 043
Hexogen 318
Hexofen 048
Hiebtöne 740, 748
Himmelsbläue 917, 932
Hindernissprengung 867
Hintereinanderspaltung, Funkenzünder 456
Hinterlader — Flugbahn 832
Hinterzündung (Waffe) 476, 808
Hippsche Uhr 755, 757, 840
Historische Beleuchtung 540
Hitzdrahtamperemeter 508
Hitzezerstörung 216
Hitzschlag 999
Hochangriff (Bomben) 872
Hochdruckbrenner 525, 526
Hochdruckhydrierung (Bergins) 040, 080
Hochfeuerbeständig 690
Hochfrequente Schwingungen, Dämpfung am Motor 158, 749
Hochfrequente Wellen 491, 797
Hochfrequenzfeuerzeug 430, 456
Hochgespannte Dämpfe, Explosion 701
Hochleistungsraketen 824
Hochmolekulare Stoffe 620
Hochofen 174, 175
Hochschuß 800, 838
Hochverdünnte Flammen 519
Hochverdünnte Gase, Wärmeleitung in 664
Höchstdrucke bei Fernwirkung 798, 890
Höchstdruck in Waffen 768

Höchsttemperaturen 506
Höfe, farbige (Nebel) 932
Höhe, Ballon 986
Höhengrenzen (Flieger) 986, 994
Höhen, große, Brennzünder 474
Höhe beim Initiator 785
Höhenrauch 914
Höhe bei Schuß 835
Höhenstrahlen, kosmische 497
Höhere Aldehyde 045
Höhlung bei Aufschuß (Berechnung) 850
Höhlung in Blei 761, 766, 771, 790
Höllenbleistifte 276
Höllenmaschinen 407, 450, 474, 869
Hörbarkeitsgrenze 741
Hörrohr (Detonationswelle) 740, 782
Hohendahlsche Zange 432
Hohle Seelenraketen 821
Hohlglas, Explosivprüfung 896
Hohlladung, Geschütz, Gewehr 808
Hohlraumschießen 786
Hohlraumsprengwirkung 337, 613, 770, 786, 862, 890
Hohlraumstrahlungsgesetz 665
Hohlspiegelbrennpunkt als Explosionsstelle 490, 782
Hohlsprengkapselwirkung 774, 786
Hoitsema. Probe 342
Holländer 330
Holländische Tabakspfeife 083
Holmium 024
Holzarten für Platzpatronen 805, 808, 848
Holzarten (Sprengstoffe) 333, 453
Holzbrett, Schuß gegen 851
Holzexplosion (Raub) 187
Holzexplosionsstoß 797
Holz-Explosivstoffprüfung 894
Holzfeuchtigkeitsmesser 647, 648
Holzfeuer 475
Holzgas 545
Holzgummi 333
Holzimprägnierung 450
— (Zündhölzer) 453
Holzkegeltrommel 400
Holzknechtsherd 174
Holzkohle 031, 292
Holzkohlenexplosion (Dewargefäß) 207, 427
Holz — Laub— 084
Holzmagazin, Explosion in, gegen 894
Holzmehldynamite 326
Holz, Nadel— 084
Holzpatronen, Holzpfropfen, Platzpatronen 808, 848
Holzplattenbeschuß 772
Holzscheite-Beleuchtung 540
Holzsplitterdurchschuß 797, 852
Holzsprengung 866
Holzstaub 187
Holzstempel 288
Holzverbindung mit Metall, Stein 894
Holzverbrennung durch Blitz 084
Holz, verkieselt 690, 699
Holzverkohlung (durch Reibung) 400
Holzwolle 690
Homöopathenkugeln 626
Homogener Wind 657, 963
Hopcalite 517, 985
Hopkinsons Methode (Brisanz) 779
Horn, Explosivprüfung 897
Huberts Geschoßwaage 832
HNC-Wert (Klopffestigkeit — Motoren) 168, 169
Hüllenloses Projektil 805, 807
Hülsenherstellung 802
Hülsenpulver, Brenngeschwindigkeit 752
Hülsenshrapnel 804
Hülsen (Signalpatronen) 585
Hukka (Wasserpfeife) 083
Huminstoffe 089, 220
Huminsubstanzen 048, 081, 350
Hummelwachs 098
Humussäuren, Bildung 081
Humusstoffe 089, 220
Hund als Gasspürer 970
Hungerdauer bei Tieren 998
Hungergefühl 998
Hurrikan 650, 657
Hustenerzeugung 975
Hydraulische Druckprüfung von Patronen 802
— Druckprobe 890
— Presse 880
Hydrazin 013, 054, 302
Hydrazinate 267
Hydrazinchlorat 265
Hydrazinnitrat 296, 297
Hydrazinperchlorat 265
Hydrazone 054
Hydrierung 080
— unter Druck 040
Hydrierte Ringverbb. 065, 067
Hydrinden 067
Hydrobenzole 065
Hydrocellulose 049
Hydrochinon 062
Hydrofurfurylalkohol 074
Hydronaphthaline 067, 356
Hydronitrit 275
Hydropultzerstäuber 989
Hydrostatische Lampen 544
Hydroxamsäure 054
Hydroxodinitritohydrazinkobalt 274
Hydroxylamin 013, 054, 302, 382
Hydroxylaminchlorat 265
Hydroxylaminnitrat 296
Hydroxylaminperchlorat 265
Hydroxyle, Steigerung d. Empfindlichkeit bei Ringnitrokörpern (Trinitroresorcin) 363
Hygrometrie 647
Hygroskopie — Ringkörper 355
Hydrostatischer Rückstoßmesser 843
Hyperämie, periphere 986, 993
Hyperboloidform (Stauchzylinder) 761, 766, 776
Hyperisotonische Lösung 991
Hypnose 799
Hypochlorite 250
Hypochlorit — Schaumwirkung gegen Lost 678, 976
Hypoisotonische Lösung 991
Hypophosphite — Bleinitrat 299, 785
— und Chlorat 254

Jagdexpansionsgeschoß 805
Jagdgeschosse, besondere 852
Jagdpulver 340, 343
Jahreszeit u. Blumengeruch 970
Jalap 998
Japanische Blitzähren 566
— Friedenstorpedos 747
Japanischer Lackbaum 082
Japanisches Zündpapier 566
Idiosynkrasie 972, 979
Jenkner, Grafitierungsgrad 031
Jentzsches Phänomen 411
Jentzsche Zündungslücke 410, 411
Jentzscher Zündwertprüfer 410, 417, 418
Imidazol 075
Imidoharnstoff — Guanidin 054
Impfen (Kristalle) 641
Implosion 704
Implosionsknall 740
— bei Glühlampen 740
Imprägnierung von Gasmasken 982
— von Holz, Papier 450
— von Patronen 728
— von Schießwollfäden — Raucherzeugung 913, 914, 918, 919
Impuls 700, 790
Impulsometer 790, 796
Inactiver Gasruß 031
Inadäquate Reize 972
Incandescenzlicht — Auerlicht 547
Indanthrene 075
Inden 067
Indianer, Rauchspürer 939
Indicator 760
— mit Aufspringstift 168
—, radioaktiver, für Gasmaskenprüfung 982
— für Zersetzungserscheinungen 341, 342
Indicierte Arbeit 843, 844
Indienststellen der Gasmasken 982
Indifferente Stoffe im Sprengstoff 788
Indigo 075
Indigodampf 917
Indischer Schnee (Salpeter) 280
Indium 023
Indirekte Geschoßgeschwindigkeitsmessung 840
— Verbrennung 622, 625
Indisches Weißfeuer 281, 551
Indol 075
Inducierte Reaktionen 428
Induktionsperiode 166, 700, 785
—, Sprengkapsel 484
Induktionsströme 742
Indurit 379
Industriegase — Pflanzenschädigung 926
Individualitätsfaktor 788
Ineinandergesteckte Geschosse 805
Infanteriebrandgeschosse 805
Infanteriemunition 804
Infanteriewaffen, Rückstoß 816
Infanteriezündhütchen 472
Infektion von Nahrungsmitteln 979
Influenz der Detonationswellen 490
Inflenzzündung 792
Infrarotphotographie 492, 548, 666
Infrarote Strahlen, Photozelle 666
Infrarote Strahlen, Sichtbarmachung durch Elektronengerät 492, 549
Inhalationsapparat 900, 905
Injectorgeräte (Atmung) 986
Injektorwirkung an Rohrmündung 766
— bei Wind 652
Initiator — Wellenstoß 785
Initiatoren, Zerfallgeschwindigkeit 785
Initialzündmittel 480, 768
Initialzündung, adiabat. Kompression 785
Initiierbarkeit von Zündhütchen 473
Initiierung, Wesen der 785
Initiierstoff u. Sekundärladung 785
Initiierungsmethoden 785
Initiierung von Explosivstoffstaub durch Alkoholbrand 726, 777
— durch glühende Metallstücke 436, 785
Initiierwirkungen, besondere 785
Initium d. Zündung bei Sprengung 860
Inkrusten (Chlordioxyd) 082, 251
Innenbeschieferung (Besatz) 861
Innengasdruck (Brisanz) 770
Innenhütchen — Sprengkapsel 480
Innenladung 861
Innenmaske 983
Innere Ballistik 800
— Ballistik, Hauptgleichung 768
Innerer Druck eines strömenden Gases 768
Inneres Emissionsspektrum 574
Innere Entzündung (Nitrokörper) 373
Innenspiralzüge vom Ventilator 834
Innenwirkung bei Sprengung 865
Innenzündung — Rohrleitung 410, 411
Innere Organe, Giftkampfstoffwirkung 976, 977
— Wirbelung (Ausblasesystem) 798
Inosit 065, 365
Insekten als Hautgiftspender 972
—, Schädlingsbekämpfung 978
Inseln, gasfreie 657, 963
Intensität des Explosionsstoßes 791
— des Knalls 742
— von Rauch, Schwaden 731, 720
Interferenz auf Bleiplatten 771
— im Bleiblock 773
— bei Explosion von Bleiazid 389, 782
— der Explosionswellen 782
— beim Knall 748
Interferenzfilter (Geräuschdämpfung) 159, 742
Interferenzlinien nach Muraour 782
Interferenz — Newtons Farbenringe 761, 766
Interferenzrefraktometer 841
Interferometer 150, 153
Interferometrische Dichtenmessung 921
— Staubmessungen 932
Intensität des Schußknalls 746
— des Stoßes u. Abstand vom Explosionsherd 791
Jod 010
Jodate 260
— von Ammoniakaten 269
Jodazid 390
Jodbrennglas als Filter 492
Joddämpfe 393
Jodgiftkampfstoffe 947
Jodheptoxyd 269

Jodkalistärkeprobe — Abeltest 342
Jodoform 341
Jodosobenzol-Verbb. 269
Jodosoverbindungen 308
Jodoverbindungen 308
Jodoxyd 269
Jodpentoxyd 269, 425, 985
Jodrauch 917
Jodsäure 269
Jodschnupfen 972
Jodstärke 631
Jodstärkethermometer 350
Jodstickstoff 393, 785, 917
—, Feuer 716
—, Hohlspiegelwirkung 490, 782
—, Reichweite d. Explosion 791
—, Schallwellenauslösung 491, 742, 793
Jodwasserstoff und Salpetersäure 278
Jodzinkstärkeprobe 342
Ionen (Ernährung) 998
— bei Explosion 518, 783, 899
— bei Feuer 504, 505, 507
— bei Feuerlöschung 672, 679
— bei Flammen 518
Ionen bei Gasexplosionen 119
—, bei Glimmen 504
— bei Glut 505, 507
Ionenaspirator 519
Ionenfluoreszenz 590
Ionenkerzen 437
Ionenkondensation 783
Ionennebel 934
Ionenspektrum 574
Ionenwolke 934
Ionenzähler 519
Ionisierung — Flugzeugmotoren unzündbar machen 495
Ionisierung der Luft durch P 596
Ionisierungsgrad der Luft 495
Joules Wärmegesetz 508
Ipatiew, Druckreaktionen 898
Iridium 026
Irisches Kerzenholz 540
Irrlichter 599
Isatin 075
Isoamylnitrit, Selbstexplosion 706
Isobarenfläche 650
Isochinon 075
Isotonie 991
Isocyclische Ringe 620
Isodynamiegesetz 998, 999
Isolierung (Wärme) bei Lebewesen 669
Isomere, Verbrennungswärme von 628
Isomerie bei Nitroglycerin 324
— bei Ringnitrokörpern 358, 360
Isopren 042, 088, 996
Isopurpurate 364
Isotherme Destillation (Gasmaske) 982
Isothiazol 075
Isotope von H 004
Isoxazol 075
Jütland, Weltkriegschlacht bei 377, 486, 788
Junkers' Badeofen 108
Jupiter, Umlaufszeit 497
Justrow, Durchschlagsversuche 862
—, Splitterzahlformel 771, 864, 877

K

(s. auch unter C, Z)

Kabelschießapparate 844
Kälberhaare (Platzpatronen) 808, 848
Kälteeinbruch 651, 652
Kältemaschine 671
Kältemischung mit flüssiger Luft 207
Kaffeesatz, Desodorierung mit 970
—, Giftstoffilter 981
Kältemischungen 671
Kältepunkte (Haut) 972
Kälteschlaf 999
Kaffeeprober 871
Kakodyl, Kakodyloxyd 056
Kakodylcyanid (Dimethylarsincyanid 945, 974
Kaliber 800, 804
Kaliber und Laufvibration 815
— und Schußkanal 850
Kalipatronen (O-Apparat) 987
Kalisalpeter 280, 293
— und Kohle, Kohlearten 283
— und Metall 282
— und Nichtmetalle 281
Kalisalze (Feuerlöschung) 236, 674, 675
Kalisprengung 685
Kalium 020, 270
— in Elementaranalyse 053, 058, 239
—, Leuchten an Schnittflächen 592, 597
Kalium-Stoßexplosionen 429
Kalium, auf Wasser, behindert 424
—, auf Wasser, Rückstoß 810
Kaliumbichromat 295
Kaliumbromat 268
Kaliumchlorat 252, 253, 256, 257, 265
Kaliumhexacarbonyl 037
Kaliumhydrid 020
Kaliumjodat 269
Kaliumkobaltnitrit 274
Kaliummanganat 244
Kaliumnitrat und Kohle 283
— und Metalle 282
— und Nichtmetalle 282
Kalium, nitrilosulfonsaures 275
Kaliumnitrit 274
Kaliumperchlorat 261, 265
Kaliumpermanganat 424
Kalium, peroxylaminsulfonsaures 275
—, stickoxydschwefelsaures 275
—-Stoßexplosionen 429
Kalk (chemische Zündung) 408
—, gebrannter, zündet Schwarzpulver 092, 288
—, Neutralisationsfeuer 507
Kalk und Wasser (Explosion) 706
Kalklicht (Drummond) 646
Kalkputz 980
Kalksprengung 865
Kallinikos (griechisches Feuer) 092
Kalomel 560, 580
Kalorimeterbombe 239, 600
Kalorimeter-Elementaranalyse 605, 239
—, Explosion nichtexplosiver Stoffe 600, 610
—, Gasmengenbestimmung 769
—, Methoden 603
— mit Thermoelement 635
Kalorimetrie 600
— für Lebewesen 604, 999

Kalorimetrie m. O abgebend. Substanzen 606
—-Temperaturmessung 639
Kalorische Eigenschaften von Giftkampfstoffen 957
— Eigenschaften von Nebel, Rauch 731, 931
Kaltblüter (Atmung) 978
—, Atmungsgrenze 993
— und Unterwasserexplosion 884
Kalter Brand bei Kugelschuß 859
Kalte Flamme usw. 591
— Flamme, hochverdünnt 519
— Metalle in Flamme 537
Kalter Rauch 939
— Tabaksrauch, Geruch 970
Kaltleuchterscheinung (Lumineszenz) 590
Kaltlicht an Gasen 595
Kalt-warme Röhre 036, 739, 769
Kamin 174
Kammerhülsenladung 968
Kammermine 860
Kampfer 065
Kampfer (Pulver) 336, 341, 972
Kampfgiftstoffe 940
Kanäle im Pulver 752
Kanäle im Raketengeschoß 822
Kanalbau — Explosivstoff als Maschine 770
Kanalsprengung 867
Kanone, explosionssicher 684
—, Laufmaterial 800
Kanone, pneumatische 830
Kanonenbohrversuch (Rumford) 400
Kanonenschlag 288, 747
Kapillaranalyse (Goppelsröder) 926
Kapillarität 926
—, Elektro- 934
Kapnograph 927
Kappengeschosse (Makarow) 852
Kappengeschoßprinzip, Umkehrung 893
Kapsel (Zündhütchen) 472
—, besondere (Zündhütchen) 481
Kapselgebläse 174
Kartätschgranate 807
Kartätschhülse 802
Kartätschkugeln 805
Kartätschkugelgeschwindigkeit 841
Kartusche 802, 803
Kartuschbeanspruchung beim Schuß 803
Kartuschbeutel 802
—, Nachglimmen 504
—-Pulvergewebe 339
—-Reste (Flamme) 718
Kartusche — Geschoß daraus, Flugbahn 832
— — Rückstoß (außer Lauf) 816
—, Wiederverwendung 803
Kasemattenexplosionsversuche 782, 794
Kast's Brisanzformel 770
— Gassammelapparatur 350, 737, 738, 769
— Metallgewinnung aus Nitrokörpersalzen 371, 378, 731
— Stauchapparat 252, 406, 770, 776
— Stempelapparat 252, 406, 770, 776
Katalasen 216
Katalyse 425
— der Chlorate 252, 477, 481
— nach Dennstedt (Elementaranalyse) 239
— des Einschlusses bei Sprengungen 864
— — Gegen-Feuerlöschung 674, 675
—, photo-chemische 494
Katalyse durch Rohrmaterial 838
— — Vergiftung 425
Katalytische Verbrennung von Ammoniak 013, 426
— Verbrennung 426
— Verbrenung bei Brandgeschossen 425
— Verbrenung durch Edelmetalle 425
— Verbrennung von Melasse 427
— Verbrennung durch Silber (Film) 049, 339
— Verbrennung von Zucker 427
Katalytische Zersetzung von Chloraten 252
— Zersetzung von Perchloraten 261
— Zündpunkterniedrigung 427
Kataphorese 934, 935
Katapulte 830
Katapultflugzeugmutterschiff 830
Kathodenlicht 573
Kathodische Phosphoreszenz 591
Kaustische Fläche 492
Kaustik, medizinische 096
Kautschuk 088, 300
— (Boltons künstliche Diamanten) 030
Kautschukfackel 088, 540
Kavitation 657, 662
Kegel bei Granatsprengung 871, 877
— bei Minensprengung 860
— bei Schoops Spritzverfahren 877
Kegelstumpfsprengkörper 862
Kegelwinkel bei Granatexplosion 877
Kehlkopfaufnahme 557
Keime, Kristalle 641
Keithlicht 547
Kennziffer für Braunkohlenteer 080
— für motorische Brennstoffe 154
— für Pflanzenöle 087
— für Schmieröle 093
— für Tieröle 093, 098
Kephaline 055
Kerbmeißelapparat (Rodmann) 761, 766
Kerbmeißelversuch — Strömungsbilder 650, 659, 890
Kerbschlagwerk 890
Kern von Flammen 510
Kernrohr 800
Keroslicht 145
Kerr-Effekt-Chronograph 840
Kerzen 541, 331, 137
— von Azetylen, Äther 206
—, Besondere Materialien 542
—, bunt brennend 542
—, bunt gefärbt 542
— in Chlor 542
Kerzen, Gift- 962
—, Giftkampfstoffvertreibung 654, 987
Kerzenform 541
Kerzenhärtung 542
Kerzenholz (irisches) 540
Kerzenmessung 541
Kerze auf Montblanc 539, 541
Kerzennüsse 541
Kerzen mit Sauerstoffträgern 542, 987
Kerzenschuß durch Kiefernholz 852
Kerzenzündung, elektrisch 437
Kesselschießen 792, 860
Ketene 045
Ketone 045

Ketonringnitrokörper 368
Kettenabbruch 626
Kettenchlorate 304
Kettennitrokörper 348
—, Öle 264
Kettenperchlorate 306
Kettenperoxyde 302
Kettenreaktionen 150, 164, 596, 626, 629
— bei biologischen Reaktionen 998
— bei Brennstoffen 626, 629
— bei Explosionen 626, 629, 783
— bei Katalysen 425
Kettenverbindungen 041
Kiefernbretter, Schuß gegen 851
Kiefernholzdurchschuß durch Kerze 852
Kiefernspan durch Eichenholz 797, 852, 863, 864, 894
Kiemenatmung 995
Kien, Leuchtflamme 530
Kienspan 540
Kiesbeton 798
—, Explosivprüfung 895
Kiegelgur 132, 326
Kieselholz 691, 699
Kieselsäure (Magen) 998
— unbrennbar 699
Kiessprengung 866
Kiestöpfe 685
Kinematograph, ballistischer 833, 836, 837
Kinematographie bei Explosionen 796
Kinetische Gastheorie 629, 664, 709
— Gastheorie und Berechnung der Det.-Geschw. 759
— Gastheorie und Schwadengeschwindigkeit 789
Kinolampe 549
Kinometer 927
Kinotheodolith 831
Kippscher Apparat — Gasdruck 760
Kippen der Geschosse auf Flugbahn 832
Kipptrommel 254, 285
Kirchenglocken zerspringen bei Schuß 797
Kirners Druckmessung (Farbenringe) 761, 766
Kirschgummi 088
Kitte 350
Klangfiguren durch Explosion 796
Klarscheiben-Gasmaske 647, 982
Klebkugel, Brandmunition 807
Kleider-Brandflecke 084, 086
Kleider mit Metall (Benzin) 091
Kleidung, Wärmeisolation 669, 999
—, Wärmeleitung 660, 999
Kleie-Explosion 187
Kleinkaliberautomaten 800
Kleine Öffnung, Schallbeugung 748
Kleinheit und Sichtbarkeit im Mikroskop 920, 950
Kleintiere und Explosionsstoß 799
Klepshydra 755, 757, 840
Klettern der Geschosse 801, 808
Klopfen der Motoren 168, 626
Klopffestigkeit (Octanzahl) 168, 169
Klotzbremse 819
Klydonograph 934
Knacken des Teers 080
Knackfunken 350, 377, 502, 714, 720, 743, 756, 782, 865
Knackfunken und Wellensynchronismus 714
—, Knallstärke 744
Knall 740
—, Feuer bei 716
Knall bei Geschoßaufschlag 849
Knall bei Implosion 704, 740
Knall bei rückfallenden Leuchtpatronen 563, 583
— im Rundfunk 742
Knallammoniakverbindung 395
Knallbeugung 748
Knallbonbon 747
Knallbrechung 748
Knall im Brennzeitenmeßapparat 746
Knallbriefe 471, 735, 747
Knalldämpfung 749
Knalldarstellungsgerät 747
Knalldruck 742
Knalledelmetalle 395
Knallerbsen 747
Knallfarbe 742
Knallfeuerwerk 747
Knallfiguren 742
Knallfix 747
Knallgas 100
Knallgasbildung bei Feuerlöschung 673, 676
Knallgas-Explosion nach Bradshaw 720, 722
Knallgas-Explosionsgrenze 112, 114
Knallgasgebläse 001
Knallgas, Flamme 546
Knallgaskanone 830
Knallgassprengpatrone 119, 708
Knallgold 395
Knall bei Unterwasserexplosion 881
— im Vakuum 744
Knallschwärmer 566
Knallsignale 747
Knallsatzpillen 271, 382
Knallsäure 382
Knallschwärmer 567
Knallsilber 383
— von Berthollet 395
Knallstärke (Messung) 742
Knallinterferenz 748
Knallintensität beim Schuß 746
Knallkorken 471, 735, 747
Knallmetallverbindungen mit Ammoniak 395
Knallpiloten 747
Knallplatin 395
Knallpulver 284
Knallquecksilber 208, 380, 733
—, Det.-Geschw. 758
Knallreflexion 748
Knallresonanz 748
Knallzucker 328
Knatterknall — Maschinengewehr 741, 746
—, Motor 156, 741
Knetts Knallstärkenskala 742
Knickversuche 890
Knoblauchgeruch von Tellurspuren 970
Knochen und Explosionsstoß 799
Knock-out-Schlag 799, 990
Knoten in Det.-Zündschnur 488
— in Schnellzündschnur 467
— in Schwarzpulverzeitzündschnur 463
Kochsalz-Phlegmatisierung 788

Kochsalz-Trixyl (Wöhler) 350, 778
Königs rotierender Spiegel 548, 711, 780
Körperarbeit — Lungenschädigung 976
Körper, Druckempfindung auf 817
Körperlich empfundener Rückstoß 817
Körperliches Sehen 548
Körperstellen, schwitzende, u. Hautgifte 975
Körpertemperatur, kosmische Einflüsse 999
— bei Nacht 999
Körperzellen und Sauerstoff 990
Kösters Brisanzformel 770
Kofu-Motor 425
Kohärer 456, 458, 496
— bei Boulengémessung 840
Kohäsion des Materials bei Durchschuß 850
Kohle 030
—, aktive 980
—, aktive und Karbonylverbindungen 948
— (Bergius) 031
—, zum Desodorieren 953, 970
—, Druckoxydation der 032
—, entgaste 030, 256
—, gewonnen durch Inkohlung 031
—, Grenztemperatur bei Schuß in 728
Kohle, natürliche 030
—, nicht entgaste 030, 256
Kohleextraktion 080
Kohlehydrate 048, 427
Kohlenanzünder 440, 454
Kohlendioxyd 039
Kohlendioxydanlagerung unter Druck. 898
Kohlendioxyd, festes 039
—, festes, Bohrlochbesatz 860, 861
—, festes, Sprengwirkung mit 039
Kohlenglut 505
Kohlenheizung 174
Kohlenmenge, herausgeschossen durch Schuß 729
Kohlenmikrophon, Druckmesung 761
Kohlenmörser für Versuche 727
Kohlenoxyd 036, 106, 158
Kohlenoxyd — Atemgift 980
— — Fixateure 949
Kohlenoxydhämoglobin 036, 991
Kohlenoxyd aus Ofengasen 980
Kohlenoxydmesser (Dräger) 036, 158, 738
Kohlenoxyd und Ozon 595
Kohlenoxydstickstoffmischung (Giftwirkung) 976
Kohlenoxydsulfid 051
Kohlenoxyduntersuchung 158
Kohlenoxydverbrennung, dunkle 517, 985
Kohlensäure 039
— bei Atmung 986, 993
Kohlensäurebäder 902
Kohlensäureester 047
Kohlensäure, feste 039, 942
—, flüssige 039, 703
— zur Flüssigkeitsverstäubung 964
Kohlensäureschnee 039
Kohlensäure, Verbrennung von Schw.-P. in 288
Kohlensäurewirkung auf Kalk 039
Kohlensprengung 865
Kohlenstaubentwicklung 453, 718, 730
Kohlenstaub, Explosion in 726, 727
Kohlenstaubexplosion vereinigt mit Schlagwetterexplosion 780
Kohlenstaub, Feinheitsmessung 920
—, Feuer in 727
—, Menge aus Bohrlöchern 729
—, Methanbildung daraus 727
Kohlenstaubmischung mit Methan 727
Kohlenstaubmotor 157
Kohlenstaub bei Nitrokörpern 731, 733
Kohlenstoff, amorpher 031
—, atomare Bildungswärme 627
Kohlenstoffbestimmung 058, 239
Kohlenstoff, Bindeenergie 627, 628
Kohlenstoffbindung, Löseenergie 628
Kohlenstoff, dreiwertiger 066
Kohlenstoff, flüssiger 031
—, kristallisiert 030
—, Schmelzen von 031
Kohlenstoffsulfid 051
Kohlensuboxyd 038
— aus 2-basischen Säuren 046
Kohlenstoffsubnitrid 053
Kohlensubsulfide 051
Kohlenwasserstoffe, Oxydationsmechanismus 150
—, Spaltung in Flammen 530
Kohleschicht, wärmeisolierend 694
Kohlung unter Druck 898
Kollektivgasschutz 988
Kollergang 285, 920
Kollodium 330, 339
Kolloide 920, 952
—, Alkalimetalle 020
Kolloidchem. Adsorption 952, 981
Kolloidmühle 177, 910, 920
Kolloide und Ultraschallwellen 491
Kolloid-Untersuchung 177, 920
Kolophonium 088, 257
— (Shrapnel) 807
Kolorimetrie 579
Kolonit 042, 694
Kombination von Giftkampfstoffen 973, 974, 976
— von Nahstoß mit Fernstoß 890
Kombinierte Stoffe und Explosionsstoß 798
Kompensograph (Siemens) 636
Komplementärluft (Atmung) 990
Komponentenzerlegung beim Geschoßauftreffen 854, 855
Kompositionskerzen 542
Kompression, adiabatische, bei Fest-, Flüssigstoffen 403
—, adiabatische, bei Initialzündung 785, 786, 796
Kompression im Dieselmotor 404
— bei Explosionswellen 780, 782
—. Flüssigkeiten 880
—, bei Gasen durch Kugelschuß 846
—, bei Raketen 821
— der Umgebung durch Wellen 780
Kompressionswirkung bei Explosionsstoß 791
— bei Leuchtgasexplosionsstoß 784
Kompressionszündung 156, 403
Komprimiertes Leuchtgas 041
Komprimierte Luft als Schleuderkraft 830
Komprimierter Sauerstoff, Verbr. in Calorimeter 203, 600

Kondensation — Abkühlung 671
— von Ionen 783
Kondensationskerzen (Nebel) 934
Kondensation von Wasserdampf 649
Kondensator (Zündstromverstärker) 437
Kondensatorenaufladung bei Flugzeugbomben 456, 458, 475
Kondensatorenmethode 840
Kondensierte Ringe 074, 620
Kongruente Kurven (Drall) 834
Konisches Geschoß 804, 808, 836
Konische Geschoßspitze 804
Konisches Rohr 808, 842
Konservierung 095, 978, 999
Konstanz der Wärmesummen. 623, 624, 627
Konstitution und Brennbarkeit 620
— der Explosivstoffe 700
— und physiologische Wirkung 973
Kontaktlandminen 868
Kontaktscheibe (Boulengé) 840
Kontaktseeminen 881
Kontaktthermometer 630
Kontreminen 868
Kontrolle von Zersetzungsgleichungen 769
Konvektion bei Flüssigkeiten 662
— bei Gasen 663
— bei Gasen (Wind) 650
Konversionssalpeter 280
Koordinaten von Sprengpunkten 877
Kopfkammershrapnel 807
Kopfmasse (Zündhölzer) 453
Kopfschuß 859
Kopfwelle am Auto 836
— am Geschoß 836
—, Luftdruckwirkung 836, 799
Kopfwellenregistrierung nach Boys 836
Kopfzünder 475, 806
Kopierpapier 086
Kork 085
Kork, Explosionsstoß 797
—, Explosivprüfung 894
Korkmehl 208
Korkpulver 982
Korkstaubexplosion 187
Kork-Stopfnadelprinzip 804
Korkteer 085
Korkzieherartige Zündschnur 463
Korndichte und Brenngeschwindigkeit 752
Kornfestigkeit — Korngröße 285
Korngröße von Arzneimitteln und Wirkung 939
Korngröße des Besatzes 861
— bei Pulvermischungen 280, 286
Korrosion — Ausbrennung 615
—, bei Dauerbeschuß 616
— (Lauf) 801
Korrosionsfreie Zündsätze 477
Kosmische Einflüsse und Körpertemperatur 999
Kosmische Gluten 506
— Höhenstrahlen 497
— Spektralanalyse 578, 579
Kosmospektrographie 578
Kossels Valenzkräfte 620
Kovolumen 768
Kracken 080
Kräfteparallelogramm bei Geschoßdurchschlag 854, 855
Kräfteparallelogramm, Zündschnur 467
— bei bewegter Sprengung 877, 879
Krämer — Bogenlampenkohlen 575
Kraftmaschinen, Pulver- 844
Kraftmesser für Geschoßdurchschlagskraft 850
Krampf in Muskeln 799
Kranke bei Giftkampf 973
Kranke — Lungenschädigung 990
Krankheiten der Verdauungsorgane 998
Krankheitsfaktoren 973
Kraterbildung 771
Krause-Trocknung 177, 648
Kräuter, getrocknet, Brennbarkeit 082
Krawallkörper 747
Krebswucherung 599, 998
Kreide (beim Turnen) 861
Kreidekitt — Schellack 464
Kreiselschwärmer 567
Kreiselversuche (Drall) 834
Kreiselwirkung 834
Kreislaufgeräte (Atmung) 986
Kreislaufgifte 978
Kreislüftung 988
Kreisschwingungen einer Fackel 174
Kreisstrecke (Detonationsgeschwindigkeit) 756, 757
Krematorium 096
Kresolsulfonsaure Salze f. Schw.-Pulver 289
Kriechende Dämpfe 130
Kriechgalvanometer 840
Kriegsfeuer 479
Kriegsfeuerwerkerei 588
Kriegsgranaten 350
Kriegssignalraketen 826
Kriegssprenggelatine 336
Kristallform und Det.-Geschw. 757
Kristallform auf Paraffinpapier 350, 805
Kristalle und Drucklösung 623
Kristalle, Lösefiguren 623
Kristallisation in Bewegung 351, 386
Kristallolumineszenz 592
Kristallwasser entfernen 647
Kritische Drehzahl, Motoren 154, 155, 156
Krümmung der Schallwellen 741, 748
Krümmungswinkel am Geschoß 804
Krüss-Flammenprüfer 510, 521, 525
Krupotopf 702
Krupp-Formel für Kugeldurchschlagskraft 850, 890
Krupp-Zündpunktprüfer 410, 416
Kruskopf-Verfahren 686, 861
Kryostaten 671
Krypton 009, 202
Kuckersit 094
Küchenluft bei Gasbenutzung 993
Kühler, Abkühlungszeit 671
—, Motoren 671
Kühlpatronen 671
Kühlung von Detonationszündschnur 488
— von Fulminaten 383
— von Glühlampen, Wendel-Spirallampe 671
— (Haut) 801
—, Maschinengewehr 671
—, Motoren 671
— von Schnellzündschnur 467

Kühlung von Tennisbällen 838
— von Zeitzündschnur 463
Kühlwirkung von Chloräthyl 673
Künstliche Atmung 220, 985, 986
— Atmung bei Flieger, Taucher 985, 986
— Diamanten 030, 898
Künstliches Herz 990
Künstlicher Kälteschlaf 999
Künstliche Lunge 990
— Nachbildung von Gesteinabdrücken 081, 095
Künstlicher Regen 903
Künstliche Tieratmung 985, 986
— Versteinerung 081, 095
Kürzeste Widerstandslinie 860
Küstenbrander von Bauer 886
Kugel aus Amalgam 846, 848
Kugelauslesemaschine 804
Kugel, Druckberechnung nach Ostwald-Luther 768
Kugelfallprobe 804
Kugelfangscheibe 840
Kugelhandgranate 871
Kugeln hintereinander, Eindringtiefe 851
Kugel mit kaltem Brand 859
Kugelkristalle, Löslichkeit 623
Kugel aus leichtschmelzenden Legierungen 846, 848
Kugel, lotrecht fallend, Eindringtiefe 851
Kugel bei Leuchtgasexplosionsflasche 844
Kugelloch durch Metallplatten 850
Kugelmaterial 807
Kugelmühle 285
Kugelpreßkörper 626
Kugelschalen bei Detonationsstoß 791
— bei Det.-Welle 780
Kugeln am Ziel, gepreßt, gegossen 851
Kulminationspunktzündung 561, 581
Kultursprengung 866
Kumulativzündung 489, 785
Kundts Methode — Schallgeschwindigkeit 740, 796
Kundtsche Staubfiguren 930
Kunstatmung 980
Kunstglas, organisches, Explosivprüfung 893, 896, 897
Kunstgrafit 030
Kunstharze 046, 062
—, Explosivprüfung 897
Kunstkautschuk 088
Kunstpreßstoffe 042, 062, 694
—, Achslager 800
—, Explosivprüfung 897
— für elektrische Zünder 456
—, Zündschnüre 462, 466, 487
Kunstseide 049, 339
Kupfer 026
Kupferazetylenid 398
Kupferammonthiosulfat 394
Kupferzylinderstauchung 761, 766, 770
— und Verformung 776
Kupferdurchschlag mit Nähnadel 852
Kupfer an Gewehrgeschoß 804, 805
Kupferkugel gegen Stahl 890
Kupferglocke, evakuiert, für Bleiblockversuche 773
Kupferperchlorid 231
Kupferperoxyd 230
Kupfersalze zum Löschen von P-Bränden 677
Kupferuntersuchung (Mord) 809
Kurzschlußfunken 331, 430
Kurzschlußsicherung 437
Kurven von Alkalimetall auf Wasser 020
— von Antimon auf Papier 017, 503, 640
Kurve, ballistische 835
Kurven, Druck in Waffe 767
Kurvenform der Blockaufbauchung 773
Kurve eines getroffenen Vogels 838
Kurzschlußversuche (elektrische Zünder) 456
Kurzschlußzündungssicherung 437
Kurzwellen 496
Kurzwellendiathermie 496

L

Labgewinnung 934
Labyrinth-Gleichgewichtsorgan 741
Labyrinthreizmittel 972, 977
Labyrinthwirkung, Versuche zur 741
Lackanstrich — Erhöhung der Feuersgefahr 690
Lackbaum, japanischer 084
Lackfarben 690
Lacke, Feuerschutz 690
—, pflanzliche 087
—, tierische 098
Ladedichte u. Detonationswelle 757
— u. Kovolumen 768
— bei Minen 860
Ladelöffel 480
Lademaschine 480
Ladeverhältnis u. Geschoßgeschwindigkeit 841
Ladungsanordnung 860
Ladungsbruchteil von Pulver, Abbrennen 717
Ladungsformel (Sprengtechnik) 860
Ladung an der Grenze 728
Lähmung des Geruchs 970
— des Geschmacks 971
Länge der Detonationswelle 780
Längskanäle im Pulver 752
Längsschwingungen am Lauf 815
Lärm 741, 742
Lärmbekämpfung 749
Läuferwerk 285
Lävulinsäure 300
Lafette 800, 816
Lafettenbremsstoß 816, 818, 819
Lafette, Rückstoß 816
Lafettensporn 816
Lagenrohr 800
Lagerschalen, Kunststoffe 800
Lagerstättenforschung, Erschließung von Rohstoffen 090
— mit Explosionswellen 792
Lagerung von Nitrokörpern mit brennbaren Stoffen 199
Lampenbeleuchtung 543
Lampe, ewige 540
Lampen, Gruben- 683
—, historische 544

Lampen, Ölbeleuchtung 544
—, Sandbesatz zu 689
Lana philosophica 022, 913
Landefeuer (Flugzeuge) 587
Landeminen 868
Landolts Uhr 109
Landtiere, Brennbarkeit 098
Langgeschoß 804
Langhans, Paraffinmethode für Bleiplatten 771
—, Zündpunktprüfer, Zündstab 410, 416, 435
Langmuir-Phasengrenzfläche 626, 926, 934, 953
Langrohrkanone 735, 736, 746
Langsame Oxydation 596
Langzeitenzündung 427, 872
Lanthan 024
Lassaignes N-Bestimmung 020, 053, 058, 239, 385
Lassenschießen 860
Latente Schmelzwärme 640
— Verdampfungswärme 642
Latenzzeit 973
Laterne, Alabaster 540
—, Nebelkränze um 932
Lattenverschlagprüfung (Feuerschutz) 695
Laubholznitrierung 333
Laubwald, Laubholz, Brennbarkeit 084
— u. Schall 749
Laufaufbau 800
Laufbeanspruchung 801
Lauferwärmung 109, 614, 842
Lauf, konischer 800, 842
Laufkühlung 801
Laufmaterial 800
Lauflänge, Rückstoß 816
Laufreibung beim Schuß 808
Laufsprengung 801
Laufstärken, Formeln 800
Lauftemperaturerhöhung 614
Laufverkürzung 563, 583
Laufvibrationen 815
Laufwärme 614, 842
Laufwiderstand 815
Laufzeit bei Zündern 756, 757
Laugen u. Nitrokörper 368
Laurinsäure 046
Lautal 023
Lautstärke 742
Lavaschaum 678, 920
Lavastaub 910
Lavaströme, Ablenkungen 867
Lavoisiers Atmungsversuche 990
— Verbrennungshypothese 625
Lawinenforschung 623
Lebendgerbung, Hautschutz 972
Lebensdauer von Waffen 616, 801
Lebenselement — Kohlenstoff 031
Lebenselixier 996, 998, 999
Lebensmöglichkeiten auf Planeten 993
Leben, Temperaturgrenzen 999
Leber, Drüsenfunktion 972, 998
Lebewesen und Explosionsstoß 799, 859
— und Kalorimetrie bei 604, 999
— und Schußwirkung 859
—, Splitterwirkung auf 864, 879
— und Unterwassersprengung 884
Lecanorsäure 063
Le Chateliers Regel 621
Lecithin 055
Leder, Brennbarkeit 097
—, Explosionsstoß 797
—, Explosivprüfung 897
Ledergasmaske, Öltränkung 982
Legérs 350
Legierung, allgemein 020
Legierungen, Explosion von Staub 195, 196, 197
Legierung u. Explosionsstoß 797
Legierungen, Explosivprüfung 890
Legierung, leicht schmelzbare, für Kugeln 846, 848
Legierung von Réaumur 500
Lehm als Geschoß 808
Lehmschuß 808, 847, 861
— durch Eisen 797, 850, 864
Lehmsprengung 889
Leichen — Bodenarten 095
Leichengeruch 970
Leichengift 095
Leichenkonservierung 095
Leichen, metallisiert 095
— u. Pikrinsäure 095
Leichenverbrennung 096
Leichenzerstörung, chemisch 095
Leichnam 999
Leicht schmelzbare Legierung zu Kugeln 846, 848
Leidenfrosts Phänomen 020, 642, 663, 703, 743, 790
Leim, pflanzlicher 088
—, tierischer 097
Leimfarbenanstrich 980
Leim auf Glas — Adhäsion 890
Leimlösung 343, 926
Leinen, Filtermaterial 928
Leinöl 047, 087
Leitfähigkeit von Metallen in Flammen 518, 575
Leitung abgedreht, Gasbrennbarkeit 524
Leitzündung, allgemeine 460
— durch Schwarzpulver 462
Leslies Würfel 665, 668
Letten 861
Leuchtbakterien 599
Leuchtbojen 566
Leuchtbüchsen 510
Leuchteffekt durch Explosionsstoß 784
Leuchteier 599
Leuchtende Federn 599
Leuchten der Flamme 530
Leuchtende Flamme, Erklärung 628
— u. nichtleuchtende Flamme 531
Leuchtende Haut 599
Leuchtendmachen von Flammen 533
Leuchtende Menschen 599
— Pflanzen 599
Leuchtender Stickstoff 595
Leuchterscheinung bei Bleiazid 389, 782, 784
— bei Phosphor u. Phosphoroxyden 596
Leuchtfackel 288
Leuchtflammenprinzip 530
Leuchtfeuer 508, 540, 547, 587
Leuchtgas 041, 210, 547, 711, 713, 731
—, Ausströmenlassen von 963

Leuchtgas, Gang durch Ziegelstein 517, 980
Leuchtgasentgiftung 041, 997
Leuchtgasexplosion 111, 119
Leuchtgasexplosionsflasche 112, 844
Leuchtgasflamme 575
—, weiße 532
Leuchtgas, komprimiert 041
Leuchtgasmotor 154
Leuchtgas, Riechstoff 970
Leuchtgasspürer 970
Leuchtgaszündung 425
Leuchtgeschosse, allgemein 561
Leuchtgeschosse, Reinsdorfer 379, 837
Leuchtgeschoßbahn — Photographie 835
Leuchtintensität bei Leuchtfeuer 585
— bei Metallen, Metallsalzen 577
Leuchtkäfer 599
Leuchtkraft der Naphthene in Petroleum 090, 534
Leuchtlinie 568
Leuchtminen 568
Leuchtpatronen 560, 561
— mit Fallschirm, Flugbahn 838
—, Rohrverkürzung 563
—, rückfallende 563, 583
— mit Zündfäden 460
Leuchtpflanzen 599
Leuchtpistolen, Rückstoß 816
Leuchtsatzglut 503
Leuchtspurgeschosse 837
Leuchtspurschrotpatronen 569
Leuchtsterne 500, 564
Leuchtsternflugbahn 832, 838
Leuchtsterne, Rückstoß 814
—, Zündung 460
Leuchttiere 599
Leuchttürme (Pharos) 540
Leuchtturmfeuer 547
—, elektrisches 508
Leuchtuhren 591
Leydener Flasche, Funken 495, 575
Leydener Flasche, Zündung mit 430, 495, 575
L'heure-Formel — Explosionsreichweite 791
Lichtbogen 508
Lichtbogen unter Wasser 508
Lichtbrechung 548, 578
Lichtdruck 548, 932
Lichteindruck im Auge 548
—, Schwellenwert 710, 711
Lichteinstrahlung u. Spektrum 574
Lichteinwirkung 302, 350
Lichtelektrischer Effekt 548
— Schwärzungsmesser 548
Lichtempfindliche Zelle 548
Lichtenbergs Figuren 934
Licht, Gas-, stehend, hängend 547
Lichthunger 599, 999
Licht — Krankheitserreger 599
Lichtmessung 548
— mit Photozellen 548, 666, 933
— von unzerlegtem Licht 548
— von zerlegtem Licht 549
Lichtmeßverfahren 710, 718
Licht, monochromatisches 577
Lichtmühle 493, 548, 665, 710
Lichtspurgeschosse 569, 805, 807, 837
—, doppelfarbig 589, 837
Lichtstärkeneinheit 548
Lichttherapie 599, 999
Licht, unzerlegt 548
Lichtverdunkelung als Feinheitsmessung 730
Lichtverteilungsmeßgeräte 548
Licht und Wärme, Kaltlicht 599
Lichtwellenlänge — Mikroskop 920, 950
Licht, zerlegt 549
Lichtzündung, Chlorknallgas 493
Liderung 803
Liebigkühler, Zeitmessung bei 671
Liebigs Satz vom Minimum 998
Lignin 085, 349
Liköre 047
Lindenblüten, Geruch 972
Linderer von Schmerz 972, 999
Linearkolloide 620
Linienfunken 503
Linienglühen 503
Linienspektrum 532, 575
Linienumkehr zur Messung von Flammentemperaturen 637
Linnemannbrenner 546
Linsenbrennpunkt 492
Linsen, diathermane 492
Lipoide 952, 976
Lithium 022
Lix-Leuchtfarbe 591
Lobelin 977, 986, 990
Lochdurchschlag mittelst Kugel 850
Lockerung von Atombindungen durch Explosion 783
Lockerungssprengung 866
Lockflamme 529, 656
Lokomotive, Rauch unter Brücke, Tunnel 789
—, Strömungsbleche 657, 659, 924
Löschdosen mit Schwarzpulver 679
Löscheinrichtung für Leuchtgasflammen 547, 679
Löschgeschwindigkeit durch Feststoffe 674
— durch Flüssigkeit 673
— durch Gase 672
Löschung durch Abkühlung 673
— durch Erstickung 676
— von Schornsteinbränden 679
— mit Tetrachlorkohlenstoff 676
— von Thermit 235, 674, 675
Löschung durch unbrennbaren Staub, Nebel 674, 675, 724, 725
Löschwirkung der Flammengase selbst 679
— von Kohlendioxyd 679
— des Nitroglycerins (Petroleum) 679, 796
— bei Sprengbesatz 861
Löseenergie der Kohlenstoffbindungen 628
Lösefiguren bei Kristallen 350, 623, 838
Lösegeschwindigkeit von Metallen in Säure 623, 752,
Lösemittel für Phosphor 014
Lösevorgang u. Brennvorgang 623, 838
Lösliche Stärke 048
Löslichkeit der Giftkampfstoffe 952
Lößsprengung 889
Lösung, feste, u. Verbrennung 619, 623

Lösung von Metall analog der Pulververbrennung 623, 752
Lösung von Preßkörpern 623
Lösung unter Druck 626
Lösungsmittel, organische, Trocknen 647
Lösungswärme 627
Löten 147, 148, 525
Lötlampe 148
Lötmetall u. Holz 048
Lohe, Explosion von 187
London, Energieverteilung im Atom 620, 621
Longitudinalform der Explosionswelle 780
Loosers Doppelthermoskop 631, 660, 662, 665, 669
Lophin 598
Lorenz-Gesetz der Wärmeleitung 660
Losantin 987
Loseisen 434
Loschmidts Zahl 629, 920, 947
Lost 975
Lostbehandlung mit U-V-Licht 975, 988
Lost, Schaum gegen 678, 976
Loslöseknall 746
Lotrecht fallende Kugel, Eindringtiefe 851
Lotrechter Schuß 835, 838
Lucaslicht 547
Luciferase, Luciferin 599
Ludelfäden 461
Ludendorffs Projektil 805, 807
Luft 200
Luftabfluß am Geschoß 804
Luftanreicherung mit Sauerstoff 203, 205
Luftaufstieg, Wind 650
Luftballons, elektrische Aufladung 431
Luftbedarf, Verbrennung 201
Luftbefeuchter 905
Luftbeobachtung im Nebel 932
Luft, Berührungsflächen mit 449
Luft, Zusammensetzung, besondere 202
Luftdichte 200, 921, 950
— bei Auflagesprengung 862
— am fliegenden Geschoß 841
Luftdichter Verschluß an Patrone 802
Luftdruck 629
— bei Explosion auf Lebewesen 799
—, Fernstoßwirkung bei Explosion 790
— von Geschoßkopfwelle 799, 836
Luftdruckgradienten 650
Lufteinschluß im Sprengstoff 786
Luftelastizitätskoeffizient 833
Luftelektrizität 431
Lufterneuerung im Gasschutzraum 989
Luft-Explosivmaterialprüfung 890
Luftfassungsvermögen der Lunge 990
Luft, feste, bei Explosionen 786
Luftfeuer (Flugzeuge) 587
Luftfilter 980
Luft, flüssige 205
—, flüssige, Kälteschlaf 999
Luftgefüllte Körper unter Wasser 882
Luftgewehr 830
Luftgewehr mit Unterdruck (Guericke) 830
Luftgewicht u. Luftwiderstand 833
Luft, Ionisierungsgrad 495
Luft, komprimierte, als Schleuderkraft 830
Luftleere, Brennen darin 625
— und Explosion 787
Luftleere, Knall 744
—, Pulverbrenngeschwindigkeit 752, 753
Luftloch in Zündholzschachtel 174, 453
Luftmenge, zur Verbrennung nötig 201
Luftmitwirkung bei Explosion 786
— bei gasloser Explosion 715
Luftpolsterwirkung 834
Luftpumpe, Quecksilberregen 905
—, Verdünnungsgrad 796
Luftraum, Flugbahn in 835
Luftreiniger — Ozonisator 210
Luftrührwerke 324
Luftsäulenverstärkung 794
Luftsäulenverstärkung in Wasser 882
Luftschiffminen 868
Luftschraube 834
Luftschutzraum 989
—, Explosivprüfung 895
Luftschutzübungsbomben 872
Luftsperre (Flieger) 988
Luft, Splitterwirkung in 877
Luftstoßapparat, Messungen 782
Luftstrahlschallerzeugung 491
Luftströmung im Freien 650, 651
Luftströmung im Zimmer 651, 924
Luftstromgerät (Fliegervernebelung) 908, 915
Lufttorpedo — Freiballon 872
Lufttorpedos mit Raketen 826
Luftveränderung 861
Luftverdünnter Raum, Ferngeschütz 835
Luftvolumen, abgeschlossenes, Explosion in 864
Luftwelle vor Fallbär 254, 780
Luftwiderstand 833, 850
—, Glühwirkung 784, 833
— an Windspitze der Kappengeschosse 852
Luftzuführung bei Zigarre 083
Luftzug in Wohnung 651
Luftzutritt (Ofen) 174
Luft, zweite 993
Lumineszenz 500, 590
—, Alkalimetalle 594
Lumineszenzanalyse 591
Lumineszenz von Arsen 597
— bei Oxydation 598
— von Stickstoff 595
Lumineszenz von Flammen 596, 667
Lumineszierende Geschosse 837
Luminographie 591
Lundegarthverfahren (Spektren) 575
Lunge, Atmung 990
Lungenautomat. Dosierung 986
Lungenfisch 990, 995
Lungengifte, allgemein 940, 977
Lungenkraftgeräte 986
Lunge, künstliche 990
Lungenreizstoffe, anorganische 946, 977
—, organische 947, 977
Lungenschädigung 976
Lungenzerreißung — Explosionsstoß 799, 884
Lunges Nitrometer 341
Lunten 461
Lunten mit Chromaten 245
Luntenfäden (Leuchtsterne) 561, 581
Luntenpapier 460
Lustfeuerwerk 567, 587

Lustfeuerwerksraketen 826
Lustfeuerwerk, Rückstoß 814
Lutidin 075
Lux-Gaswaage 921, 951
Lycopodium 187, 500, 516
Lyochrome (Zellatmung) 990, 992

M

Maare, Bildung durch Explosion 860, 895
Macarit 350, 351
Machs Untersuchungen bezügl. Flamme 510
— Schlierenmethode 840
Macromoleküle 620
Madsen-Gewehrgranate 874
Mäuse u. Rauch 939
—, Schädlingsbekämpfung 978
Magengase 998
Magenreizmittel (Giftkampfstoffe) 972
Magensäure 998
Magenschleimhaut 972
Magensekretion 998
Magerkohle 031
Magnesia 287
—, ölsaure (Richterol) 091
Magnesiastäbchen 575
Magnesiazement zum Einkitten von Giftkampfstoffgefäßen 966
Magnesium 022, 238, 270, 550, 560
Magnesiumalkyle 059
Magnesiumaryle 078
Magnesiumblitzlicht 550
Magnesium, explosiv mit Sulfaten, Phosphaten 238, 552
Magnesiumfackel 550
Magnesiumkämme — Fjanenhelm 546
Magnesiumnitrit 022
Magnesiumsuperoxyd 220
Magnesiumtrisilicat (Magen) 998
Magnesium, Zeitlicht 550
—, Zündholz zündet 575
Magnetisches Eisen 029
Magnetische Körper — Zerschmetterung 890
Magnetoeffekt-Spektrum 578
Magnetoelastischer Druckindikator 761
Magnetostrictionsschallgeber (Ultraschallwellen) 491
Magnettonverfahren 742
Magnus-Effekt 834
Maikäferfett, Brennbarkeit 098
Makarov (Kappengeschosse) 859
Mallard — le Chateliers Regel der O-Aufteilung 201
Malleinewand (Feuerschutz) 690
Malonsäure 046, 380
—, therm Zersetzung (C_3O_2) 038
Malsalleys Gasspürgerät 959
Malthen (Bergteer) 094
Malzzucker 048
Mammutpulver 288
Mandelsäure 063
Mangan 028
Manganate 244
Mangandioxyd 230
Manganheptoxyd 240
Manganoleate 046, 087
Mangansäure 240
Mangansäureester 309
Mangansäuresalze von C-Verbb. 309
Mangansuperoxyd 230
Mannesmann-Rohr für Erschütterungssprengung 863
Mannithexanitrat 328
Manöverkartusche (Knall) 746
Manöverpulver, Brennbarkeit 753
—, Fertigung 340
Manometer 760
Manometerwaage (Deprez) 766
Manometrische Erhitzung (Nitrokörper) 371
— Erhitzung (Pulver) 342
Mantelrohr 800
Marathonlauf 540
Margarine 087, 998
Mariottes Flasche, Kurve bei Auslauf 544, 830
Marmor, Durchscheinkraft 548
Marmorsprengung 865
Marschall-Brenner 526
Marsofen 058, 180, 190, 239
—, Staubexplosion 180, 190
Martensitbildung im Rohr beim Schuß 615
Maschendichte (Drahtnetz) 682
Maschenzahl (Drahtnetz) 682
Maschine, bewegte, Flugbahn 831
Maschinengewehrgeschosse 808
Maschinengewehrknall 742, 746
Maschinengewehrkühlung 671, 801
Maschinenpistolen 800
Maschinenschädigung durch Nebel 938
Maskenbrecher 974, 976, 982
Maßdichte (Schwarzpulver) 285
Massenbewegung im Wasser bei Unterwassersprengung 881
Massenerhaltung bei Verbrennung 032, 629
Massenwirkungsgesetz 280
Massive Brandrakete 821
Masurium 028
Masut 093
Materialarten — Feuerschutz 690
Materialausbrennungen 610, 611
Materialerwärmung bei Durchschuß 850
Materialfehler bei Gasflaschen 890
Materialprüfung — Brandproben 695
—, Goldstaubringe 890
Materialprüfung durch Explosion 890
— durch Gegenexplosion 890
— durch Ultraschallwellen 890
—, dynamisch, statisch 770
—, Laufwiderstand 815
—, Trägheitswiderstand bei Durchschuß 850
—, Verschiebungsbilder 850, 872, 890
—, Widerstand bei Torpedierung 863
Matheys Geschoßgeschwindigkeitsmessung 840
Mattglanz 548
Mauersprengung 867
Mauerwerk, Explosivprüfung 895
Maughan-Gebläse 532
Maximalgasdruck (Waffe) 767
Maxims Knalldämpfer 749
Maximum beim Minensprengtrichter 860
Maxwells Verteilungssatz 629
Mayers Arbeiten 629
— Blutuntersuchungen 994

Mayow-Atmung 990
Mechanische Abreißfunken 432
Mechanischer Explosionsstoß bei Geschossen 857
Mechanische Knallwirkung — Knalldruck 742
Mechanisches Wärmeäquivalent 629
Mechanische Winderzeugung 652
Mechanischer Zünder, Laufzeit 756
Mechanismus der Atmung 990
Medeas Öl (Petroleum) 090
Medikamente — Atemzentrum 986, 990
Medikamentvernebelung 905
Medien u. Wellenbrechung 782
Medizinische Kaustik 096
Meerrettichsaft 998
Meerschaum 678, 920
Meerwasserströmung — Turbulenz 662
Mehlexplosion 187
Mehl, Feinheitsmessung 920
Mehlpulver 285, 288
Mehrbasische Oxysäuren 063
— Säuren, Ketten 046
— Säuren, Ringe 063
Mehrere Schüsse auf gleiche Stelle 890
Mehrfachsterne 588
Mehrladeverfahren 480
Mehrläufer 800
Mehrlochbrenner 544
Mehrschichtenfilter 982
Mehrschichtenglas 893, 897
Mehrwertige Aldehyde 045
— Alkohole 043
— Phenole, Nitrierung 350
— Phenole, Nitrierung 360
— Ringe 066, 069
— Ringe, Diazoverbindungen 392
— Ringe, Nitrierung 350
Meiler 031
Mekerbrenner 526
Melanine 081, 089, 095, 097, 350
Melasse, katalytische Verbrennung 427
Melassezucker 953
Meldometer 631
Mellithsäuren 220, 251, 272
Mellonis Diathermansieverfahren 665
— Säule 665
Membrandruckmesser 760
Membranmanometer nach Pier 761
Mengenmessung von Staub 910, 920
Mennige 230, 232
Mensch, Empfindlichkeit gegen Stoß 799
Menschengeruch 970
Mensch, Kalorimetrie 604, 999
Menschen, leuchtende 599
— als Maschine 999
Mensch als Torpedosteurer 886
Menschenverbrennung 096
— durch Blitz 096
Menthan 065
Menthol 065, 083, 971
Mercaptane-Geruchsprüfung 645, 970
Mercarbide 059
Mercuri-Mercuro-oxalate 397
Mergelsprengung 866
Merkurbrenner 526
Mesitylen-Nitrierung 350
Mesothorium-Leuchtpräparate 591
Meßapparatur für Staub, Nebel 927
Meßbereiche von Thermometern 630, 635
Meßei, Krupp 761, 766
Messing, allgemein 026
—, Ätzfiguren durch Explosionstemperatur 613, 803, 892
Messing, Explosivprüfung 892
Messung der Explosionsflammdauer 710
— der Explosionsflammenlänge 710
— der Geschoßerwärmung 808
— der Knallstärke 742
— mit Oszillographen 742, 890
— der Rauchstärke 730 usw., 920
— von Sprengpunktskoordinaten 877
— von Zündtemperaturen (Motor) 437
Metafulminursäure 382
Metaldehyd 045
Metalle 020, 206, 219, 223, 240, 250
Metalle, Absorption durch 937
Metallacetylenide 397
Metallalkyle 059, 185, 424, 953
—, Flammenfärbung 572
Metallaryle 078, 186, 424, 943
—, Flammenfärbung 572
Metallbad, Explosionsstoß in 797
Metallbeschlagproben 020
Metallblech 280, 350
Metall-Cyanamidverbb. 396
Metalldämpfe 020, 904, 905
Metalldampflampen 575
Metalldoppelwände, Panzerschutz 802
Metalldrahtwolle als Detonationsbremse 793
Metalleinschluß u. Det.-Geschwindigkeit 756
Metall, Ermüdungserscheinung 890
Metallexplosionen an Luft 194
— an Sauerstoff 195
Metalle und Explosionsstoß 797
Metall, Gasdurchlässigkeit 619
Metallfilter 980
Metallflitter (Cohärer) 457
Metalle, Funkenfänger 681, 682
Metallglanz 548
Metalle, glühend, zündend 434
Metallgußexplosionen 020, 194
Metallgewinnung aus Nitrokörpersalzen (Kast) 371, 378, 731
Metall u. Holz, Explosivprüfung 894
Metallhydridspektren 575
Metallkugel in Papier 684
Metallisierung von Leichen 095
Metalle, Lösegeschwindigkeit in Säuren 623, 751, 752
Metallnachweis — Dithizon 850
Metallnebel 904, 905, 938
Metalle und Nitrokörper 368
Metalloidoxyde, Metalloxyde u. Aluminium 235
Metallplatten, Ausbrennung bei Beschuß 613, 771, 772
—, Beschuß von 772
—, Erhitzungsprüfung 350
Metallprüfung durch Explosion 891
Metallpulver, Explosivprüfung 891
Metallpulverversuche von Spring 890
Metalle in Rauchform 731, 732
—, Sauerstoffdurchlässigkeit 203
—, Schallgeschwindigkeit in 740

Metallschießpulver 289
Metallspäne (Cohärer) 457
Metallspektren, in Flammen 574
—, Sondermethoden 575
Metallspiegel 890
Metall von Sprengkapselexplosionen 738
Metallspritzverfahren (Schoop) 890
Metallstaubfeuerlöschung 724, 725
Metallstücke als Initiatoren 484, 785
Metallsulfidbildung 020
Metalltropfen, zündend 434
Metallverbindung mit Cyanamid 395
Metallverdampfung 575, 645
Metallverstäubung 645, 910
Metallverschleiß an Rohr 738
Metallwolle, Feuer-Explosionsschutz 684
Metallzerstörung durch Ultraschallwellen 491, 797
Meteore, Flugerwärmung 506, 784, 809, 833
—, Glut 506, 784, 833
Meteorologie 647, 650
Methämoglobinbildung 977
Methan 041, 103
Methanabsorption in Kohlengruben 722
Methanbildung aus Kohlenstaub 727
Methan, Explosionen in 722
Methangärung 330
Methangleichgewicht bei Explosion 628
Methanmischung mit Kohlenstaub 727
Methan, Rolle bei Explosionsgasen 739
Methazonsäure 314
Methode zur Feinverteilung von Giftkampfstoffen 961, 970
—, Verhütung von Waffenausbrennung 617
Methylacetat, Wirkung auf Atemöffnungen 976
Methylalkohol 043
Methylalkoholfeuerzeug 425
—, Funken unter Flüssigkeit 430, 451, 502
Methylalkohol und Nitroglyzerin 324, 788
Methylamin 054, 105
Methylaminchlorat 304
Methylaminnitrat 310
Methylaminperchlorat 305
Methylarsin 056, 105
Methylarsindichlorid 945, 974
Methylazaurolsäure 314
Methylenblau — Atmung 990, 992
— gegen Kohlenoxyd 977
Methylenbromid 676
Methylmerkaptan 051, 105
Methylphosphin 055, 105
Mettegangs Methode der Det.-Geschw.-Messung 755
Meyer, umgekehrte Flamme 528
Mianin 987
Microbrenner 526
Microdetonation in Schmelzpunktsröhrchen 756
Microelementaranalyse 239
Microgebläse 210
Microphotographie, Asche, Spodogramme 031, 082
—, Nitrokörper 352
Microphon, Druckmessung mit 761
Microskop, Sichtbarkeit im 920, 950
Microzeitmeßgerät — Duda 840
Miedziankit 256
Milch bei Augenreizstoffen 974
Milch gegen Gelbkreuz 947, 976
Milchsaures Kali — Perglycerin 324
Milchzucker in Signalsätzen 577, 580
Milde wirkende Pulver 767
Militärische Sprengung 868
Militärpulver 343
Milleniumlicht 547
Milzstechen 993
Minen 868
Minen, Ballon- 868
Minenbombe 872
Minen, Gelbkreuz 966
Minenladung 860
Minen — Explosionsknall 745
Minenfernzündung 881
Minensucher 881
Minenwerfer 800
—, Flugbahn 832
—, Rückstoß 816
—, Züge 800
Minenwurf 873
Minenzeiger 860
Minenzünder 474
Minenzündhütchen 472
Mineralien, Explosivprüfung 895
Mineralien, Feuererzeugung durch Schlag von 432
Mineralöl 080, 093, 257, 262, 544
Miniergeräusch, Abhören von 792
Minimax-Apparat 679
—-Tetralöscher 676
Minimum, Satz vom 998
Mischerstarrungspunkt 350
Mischfarben (Buntfeuer) 549, 579, 585
Mischregel, Richmanns 409
Mischschmelzpunkte 350
Mischtrommel, Pulverherstellung 285, 561, 581
—, Reibzündung 400, 431
—, Überstürzungszahl 285
Mischung brennbarer Stoffe mit unbrennbaren 680
Mischungsgrenzen bei Gasexplosionen 112, 113, 114, 115
Mischungskombination von Giftkampfstoffen 973
Mischungsmethoden 264
Mischung unbrennbarer Stoffe mit brennbaren 680
Mitscherlichs P-Oxydation 596
Mitscherlichs Zerstäuber 575
Mittelalterliche Flammwerfer 146, 523
Mittelkammershrapnel 807
Mittlerer Gasdruck, Waffe 767
Mittlere Molekulargeschwindigkeit 664, 709, 789
— Molekülweglänge 100, 664, 709, 759
Mittlerer Stoßdruck 770
Mitwirkung von Luft, Gas bei Explosionen 786
Modellübertragungsregeln — Explosion 797, 890, 895
Moder 081
Moderateurlampen 544
Mörser, Geschütz 800

Mörser für Kohlenstaub — Schlagwetterversuche 727
Mörtel, Explosivprüfung 895
Moissans künstliche Diamanten 030, 031, 058
Molekülaggregat, Steinsalz 203, 626
Molekülbau und Verbrennungswärme 620, 621
—, Viskosität 080, 093
Moleküle, Faden- 088, 621
Molekülgröße 629
Molekülstöße 629
Moleküle, Weglänge 629, 709, 759
Molekülzerfall bei Verbrennungen 620, 626
—, Explosionen 783
Molekülzertrümmerung durch Ultraschallwellen 491
Molecularbewegung, Brownsche, Rückstoß 177, 629, 708, 810
Moleculargeschwindigkeit 629, 664, 709, 789, 993
Molekulargewichtsbestimmung nach Rast 640, 641
— aus Flammpunkt 446
Molecularität der Verbrennungsreaktionen 621, 628, 769
Molecularkräfte bei Feststoffen 890
Molecularreaktionskinetische Vorstellungen 783
Molecularverschiebung nach Bridgemann 030, 785, 899
Molecular-Wasserstoff, Gegensatz zum atomistischen 000
Moloxyde 626
Molybdän 028
Molybdänsäure 232
Momentphotographie 836, 837
Momente der Rohstofffrage 007, 011, 017, 028, 048, 080, 087, 088, 091, 150
— für Verbrennungshypothesen 620
Momentzündschnur 466, 703
Mond, Explosionsstoß auf 796
Mondgas 037
Mondkraterbildung 771, 860, 895
Mondschußnarben 860, 895
Monoäthanolamindinitrat 322
Monocarbonsäuren, Ketten 046
—, Ringe 063
Monochromatisches Feuer 570, 580
Monochromatisches Licht 574, 577
Mono-Kohlenoxydprüfung 036, 239
Mononitrochlorhydrin 327
Mononitroglyzerin 327
Monooxydialkylperoxyde 302, 303
Monsun 651
Mont-blanc, Kerze auf 539, 541
Monte Generoso-Anlage 499
Moorschuß 857
Moorsprengung 889
Morphiumsucht 973
Morduntersuchung an Waffen 809
Morphole 068
Mosaikkrankheit 081
Moschusversuch — Waage 643, 970
Motorauspuffgase 036, 038, 158
Motor, Diesel- 156
—, Flüssigbrennstoff- 155, 156
—, Gas- 154
Motorhaubenausbrennung 611
Motorische Nerven 971
Motor-Knall, Knatterknall 742
Motor, Knalldämpfer 749
— von Pawlikowski, Pott (Staub) 157
—, Progressivverbrennung 710, 718
—, Raketen 828
—, schlagwettersicher 681, 684
—, Staub 157
—, Temperatur in 163
—, Verbrennungstemperatur 163
Motorzerstörung durch Ultraschallwellen 491, 797
Motor, Zündung 430, 437
Mox-Briketts 454
—-Zündhölzer 454
Moxe, Glimmkegel 096
M-Patrone (Leuchtsatz) 568
Mückenfett 098
Mückenstiche 972
Mühlenbrände 084
Mühlen, Explosion in 187
Müllverbrennung 097
Mündungsbremse 818
Mündungsdruck, Waffe 816
Mündungsenergie, Ermittlung der 770, 842
Mündungsfeuer 344, 614, 718, 734, 735, 736
Mündungsfeuerdämpfung (Rauch) 674, 688, 689, 734, 736
— durch Wasserschleier 688
Mündungsflammer 718
Mündungsgeschwindigkeit, Schornstein 175
—, Pulvergase 754, 832, 841
Muffelofen 108
Multiplex-Gaszündung 425, 547
Mundschicht, Gasmaske 982
Mundvernebelung, Medikamente 905
Munitionshäuser, Abstand 791, 798
—, Explosivprüfung 895
Munroe-Effekt 890
Munroes pyrographische Pulveruntersuchung 288
Muraours Explosionsbombe 739
— Hypothesen bezüglich Explosivstoffzersetzung 783
Muriatische Zündsätze 472, 477
Muskelschlag, Explosionsstoß 799, 972
—, Explosionsstoß unter Wasser 884
Muskelverkrampfung 799
Mustard-Gas 947, 975
Myrcen 042
Myrrhen 082, 911

N

Nachbildung, künstliche, von Versteinerungen 081, 095
Nachexplosion, Knall 745
Nachflammer 706, 718, 728
Nachgiebige Wand 687, 770, 779, 842, 861
— Wand, Brisanzprüfung 779
Nachglimmerscheinung 504
Nachhallmessung 742, 748
Nachhallzeit 749
Nachheizung d. Detonationsgase (Ammonale) 295
Nachleuchten von Stickstoff 595
Nachscheidung (Nitroglyzerin) 324
Nachschütten, Ofen 174

Nachtlichtlampen 544
Nachweis von Geschoßspuren 850
— von Sauerstoff (Schmalfuß-Melanin) 203
Nachwirkung der Pulvergase 767, 789, 808, 816, 850
Nadelholz, Brennbarkeit 084
—, Nitrierung 333
Nadelwald, Schalldurchgang 749
Nadelzündung (Zündhütchen) 473
Nähen der Flamme 544
Nähnadel durch Kupfer treiben 852
Näpfchen für Geschoßhülsen 802
Nagelbiegeprobe (Brisanz) 777
Nagelschießmaschine 845
Nageltest 777
Naheseismik 792
Nahimpuls 794, 796, 798
Nahrungsmittel, Infektion von 979
Nahstoßwirkung (Erklärung) 790, 800
Nahstoßwirkung bei Brisanzprüfung 770, 797
— auf Chemikalien 898
— bei Materialprüfung 890
Naphthalin 067, 208, 295
— Aboxydation eines Ringes 622
—, Bildung aus Äthylen 042, 067
—, Nitrierung 350, 392
Naphthalinester (Palatinol) 067
Naphthalinsäure-Nitrierung 350
Naphthalin, Explosion 702
—-Halbringspaltung 067, 622
—-Kohlenanzünder 440
—-Petroleumleuchtkraft 531, 532, 544
Naphthalinpikrat 067, 360
Naphthalinring mit Heteroatomen 072, 074
Naphthene in russischem Petroleum 090
Naphthensäuren 046
Naphthole 067
Naphthol-Kerzenhärtung 542
Naphtochinone 067
Naphtoesäuren 067
Naphtyloxychlorphosphin 239
Narcose 970
—, Atmung 993
Narcoseapparate, elektrische Reibzündung 431
Narcosemittel, parfümierte 977
Narcose, Sprays bei 905
Narcylen-Apparate (Explosionsgefahr) 431, 993
Nascierende Elemente 625
Nascierender Sauerstoff 200, 204
Nascogengerät 987
Nasengruß 970
Nasennerven 970
Nasenreizstoffe, anorganisch 942, 975
—, organisch 943, 975
Nasenschleimhaut (Riechen) 970
Nase, Staubbindevermögen 926
Nase gegen Wind 652, 657
Naßbrandpulver 289
Natrium 020, 270
Natriumamalgam 026
Natriumamid (Explosiv) 395
Natrium u. Ammoniak 395
Natriumchlorat 253, 260, 577
Natriumferrofulminat 381
Natriumhypophosphit 254
Natrium-Knallnatrium 395
Natriumnitrat 290, 295
Natriumnitratgemische 291
Natriumnitrat mit Kaliumnitrat 290
Natriumoxalat, Dämpfung des Mündungsfeuers 688, 689
Natriumperoxyde 230
Natrium, Schnittflächenleuchten 592, 597
Natriumsulfid (Nitrokörper) 367
Natriumsulfit (Nitrokörper) 367
Natriumsuperoxydhydrat 220
Natriumsuperoxydmethode, Halogenbestimmung 223, 434
Natrium auf Wasser, Rückstoß 424, 810
—, Versuch in engen Röhren 714
Natronkalk 239
Natronsalpeter 290, 293
Natrylhydroxyd 220
N, Bestimmung von 920
Nebel 649, 715, 716, 717, 890, 900, 930
Nebelabsorption 906, 907
Nebelauto 908
Nebelbildung in Natur 649
Nebelbildung beim Schoop-Verfahren 905
Nebelbojen 908
Nebelbomben 908, 964
Nebel, brennbar, Explosion in 726, 727
Nebelbüchsen. Luftschutzübungen 908
Nebel, chemische 907
Nebeldeckkraft 920
Nebeldurchdringungsfähigkeit (Licht) 549, 983
Nebelerzeugung durch Chemikalien 906, 907
— durch Durchleiten von Gas 902
— auf Entfernung, weite 909
— in Fabriken 903
— durch Flüssigkeitsversprühung 903, 904
Nebel durch Phosphorverbrennung 907
— mit Rauchbildnern 906, 907
Nebel durch Schwefelverbrennung 907
Nebelerzeugung durch Tropfenversprühung 903
— durch Verdampfung 900
— durch Verdunstung 900
Nebelexplosion 151 726
—, Rückstoß 813
Nebelfernrohr 666, 933
Nebelflecken 900
Nebel, Gelblicht in 585
Nebelgeräte 908
Nebelgeschosse 909, 916
Nebelgranaten 807, 875
Nebelhorn 740
Nebelkammer Wilsons 920
Nebelkerzen 908
Nebelknallsignale 747
Nebel — Kondensationskerne 934
Nebelkränze um Laternen 932
Nebel von Metallen 020, 904
Nebelphotographie (Ultrarotlicht) 549
Nebel, physikalische 906
Nebelschornstein 908
Nebelsprühfeuerung 143
— zur Lichtbereitung 145
— in Sauerstoff 144
Nebelsprühverbrennung 140
Nebelsteine 908

Nebelsterne 900
Nebelstoffe 900
Nebeltöpfe 408, 908
Nebeltornister 908
Nebeltröpfchen, gleichförmiger Fall von 920
Nebel unbrennbar, Feuer, Explosion in 724, 725
Nebeluntersuchung nach Remy 906
Nebelvakuumapparatur 901
Nebelwagen 908
Nebelwalze 908, 915
Nebelwolken 908
Nebelzone 908, 915
Nebenlunge (Walfisch) 990, 995
Nebenvalenz 620, 621
— und Adsorption 926
Neesens Photogrammetrie der Geschoßbahn 835, 837, 840
Negative, photographische, Lichtempfindlichkeit 548
Neodym 024
—-Sonnenbrillen 579
Neon 009, 202
Neon bei Atmung 993
—-Lichtbogen 575
Neonröhren 573
Neophanglaskörper 549
Neophan-Sonnenbrille 549, 579
Nephelometer 932
Nernst'scher Druckmesser 761, 766
Nernstlampe 508
Nernststifte 210, 215
Nerven, motorische 971, 972
—, sensible 971, 972
Nesselarten 972, 975
Nesselfieber 972
Nesselwolle 086, 332
Netzhaut 548
Neublaubleistiftstriche, Feuchtigkeit 647
Neues Explosionszentrum 782, 794, 796
Neue Sterne und Höhenstrahlen 497
Neugeborene, Scheintod 999
Neumanns Hohlraumsprengung 786, 613
Neumann — Koppsche Regel 646
Neutrale Zone bei Explosionsstoß 795
Neutralisation, Feuer bei 507
Neutralisationsglut 507
Neutralisationsnebel 906
Newtons Abkühlungsgesetz 669, 670
— Abkühlungsgesetz gültig bei Schoopverfahren 905
— Farbenringe (Druckmessung) 761, 766
Nichtgezogene Waffen, Explosivgeschosse aus 873
Nichtleuchtende Flamme 535
— Flamme, Erklärung 623
Nichtmetalle, Brennbarkeit 010
—, Durchlässigkeit für Sauerstoff 203
— im elektrischen Feld 573
—, glühend, zündend 435
— — Staub, Explosion an Luft 190
— — Staub, Explosion an Sauerstoff 191
— — Staub, Explosion im Gemisch mit C-Körpern 193
—, Tropfen, zündend 435
Nichttrocknende Öle 087
Nickel 029
Nickelkarbonyl 037, 169
Nickel am Gewehrgeschoß 804, 805
Nickelstahl, Explosivprüfung 893
Nickelperoxyd 230
Nicotin 075
Nicotinfänger 083
Nicotinvergiftung 976
Niederdruckbrenner 525, 526
Niedere Chloroxyde 250
Niedere Tiere, Atmung 995
— Tiere, Giftkampfstoffwirkung 978
Niederfrequente Schwingungen, Dämpfung am Motor 158, 749
Niehler Kämme 455
Niere, Ausscheidungsorgan 998
Niesen 970, 975
Niesgeschosse (Dianisidin-) 970, 974
Nihilistenattentate 869, 870
Nihilistenbomben (Zündung auf Zeit) 450
Niob 027
Nitramid 275
Nitrate, anorganische 278, 290
— von Alkoholen 321
— von Aminen 310
— von basischen Kettenverbindungen 310
— von basischen Ringverbindungen 311
— von Cellulose 330
— von cellulosehaltigen Stoffen 332
— von Dextrin 329
— von Glyzerin 324
— von Glycolen 323
— von Schwermetallen 299
— von Stärke 329
— von Trimercuraldehyd 380
— von Zucker 328
Nitrid des Aluminiums (Thermit) 236
Nitrid von Magnesium 022
Nitride von Metallen 020 usw.
Nitrierapparate 350
Nitriermethode, Nitriermechanismus 321
Nitrierung von Alkoholen 321
— bei Carins Halogenbestimmung 239 321, 350
— von Cellulose 330, 333, 335, 338
— von cellulosehaltigen Stoffen 332
— von Dextrin 329
— von Holz 333
— von Hydrocellulose 335
— von Oxycellulose 335
— von Papier 331, 334
— von Pflanzen, Pflanzenteilen 333
— von Pflanzen, verarbeiteten 334
— von Ringkörpern 350
— mit Salpetersäure, rauchender (Carius) 321, 350
— von Stärke 329
— mit Stickoxyden 276
— von Zucker 328
Nitrilosulfosäure 013
Nitrilosulfonsaures Kalium 275
Nitrite 274
— von Aminen 310
— von basischen Kettenverbindungen 310
Nitritester von Alkoholen 320
Nitritexplosionen 274
Nitritlumineszenz 592
Nitroacetylcellulosepulver 349
Nitroäthylnitrat 322

Nitroäthan-Natrium 314
Nitroalkohole 321
Nitroamine 318
Nitroanthrachinone 369
Nitrobenzol 350
— und Stickstofftetroxyd 276
Nitrocellulose 330, 333, 335, 338
—, Buntfeuer 572
—, Gelbflamme 572
— für Rauch, Buntrauch 913, 914, 918, 919
Nitrocelluloselacke 339
Nitrocellulosepulver 344
—, durchgelatiniert 341
—, oberflächlich gelatiniert 340
—, Feuer 717
—, Progressivität 754
Nitrocellulose, Wassereinwirkung 788
—, Wasserstoffsuperoxyd 330
Nitrochinone 368
Nitrochlorhydrin 327
Nitrodextrin 329
Nitrodiazobenzolperchlorat 392, 305
Nitrodiphenylarsinchloride 374, 376, 378
Nitroerythrit 328
Nitroessigsäure 317
Nitroform (Chlorpikrin) 314
Nitroglyzerin 324, 325, 326, 328, 336, 338 348
—-Amidpulver 345
—, gefrorenes, Det.-Geschw. 757
—, Löschwirkung (Petroleumbrand) 679, 796
— und Methylalkohol 325, 788
Nitroglyzerinpulver 345
—, Feuer 717
—, phlegmatisiert durch Ringnitrokörper 785
—, Progressivität 754
Nitroglyzerin-Raketen 824
—-Ringätherverbb. 349
Nitroglycole 323, 325, 336, 338, 347
Nitroglycolpulver 347
Nitroguanidin 318, 689
—, Ammonsalpeterschmelzen 310, 318
Nitroharnstoffe 318
Nitrohydroxylaminsäure 275
Nitroisobutylglyzerintrinitrat 327
Nitrokörper (s. Nitro-Ringkörper) 350
— von Alkylbenzolen 350
—, Brenngrenzen 172
— von Diphenylverbindungen 350
—, Explosion ohne Zünder 788
—, Gemische und Det.-Geschwindigkeit 753
—, Hydrobenzole 350
— und Oxydationsmittel 366
—, Rauch 731, 733
—, Rußformen 922
—-Sprengkapsel 785
— von Triphenylverbindungen 350
—, Zusammenlagerung mit brennbaren Stoffen 199
Nitrole 319
Nitrolsäuren 319
Nitromannit 328
Nitromethan 314
— -Natrium 314
— -Quecksilber 380
Nitronaphthalin 257
Nitronaphthalinester 341
Nitronaphthochinone 369
Nitronchlorat 252
Nitronfällung 252
Nitronnitrat 252
Nitro-Oxynitrilverbindungen 275
Nitropapier 331, 334
Nitroparaffin-Nitrate 322
Nitropentaerythrit 338
— in Tankgranaten 328
Nitroprusside 272
Nitroringkörper 350
— von Aldehyden 350
— von Akylaminen (Tetryl) 350
— von Alkylbenzolen 350
— von Alkylphenolen 350
— von Aminen 350
— von Anthrolen 350
— von Chinolin 350
— u. Cyanide 364
— von Diaminen 350
— von Diphenyläther 350
— und Diphenylamin 374
— von Diphenylderivaten 350
—, Explosion ohne Zünder 788
— von Dreiringverbindungen 350
—, Gemische u. Det.-Geschw. 753
— von Giftkampfstoffen 369
— von Glycerinäthern 350
— von Heteroringen 350
— von Hydrobenzolen 350
— u. Laugen 368
— u. Metalle 368
— von Naphtholen 350
— und Oxydationsmittel 366
— von Phenanthrolen 350
— von Phenolen 350
— von Pyridin 350
— von Pyrrol 350
— und Rauch 731, 733
—, Rußformen 922
—, Schießpulver 379
—, Sprengkapsel mit 785
— von Triphenylderivaten 350
Nitrosamine 310, 313
Nitrosevergiftung 321, 942, 976
Nitrosobenzol 313
—, grüne Dämpfe 917
Nitrosofarbstoffe 313
Nitrosoguanidine 312
Nitrosoharnstoffe 312
Nitrosokörper von Ketten 312
— von Ringen 313
Nitrosoketten 310
Nitrosolsäuren 313
Nitrosophenol 313
Nitrosoringe 313
Nitrosourethane 312
Nitrostärke 329
Nitrostilbene 353
Nitrosylchlorid 272
Nitrosyl-Eisenverbindungen 272
Nitrosylperchlorat 272
Nitrosylschwefelsäure 272
Nitrosylselensäure 272
Nitrotetrazol 379
Nitrotetrazolmetallsalze 379

Nitroverbindungen von Heteroketten 316
— von Ketten, besonderen 317
— von Ketten, gesättigten 314
— von Ketten-Stickstoffverbb. 318
— von Ringen 350 (s. Nitrokörper und Nitro-Ringkörper)
Nitrozucker 328
Niveaufläche (Flächenbrenngeschwindigkeit) 130
Nobels Sprengkapsel 480
— Verfahren, Nitroglycerin unexplosiv zu machen 324
Nobles Durchschlagsformel 850, 890
— Stauchapparat 761, 766
Noddack — Allgegenwartsanalyse 577
Nordlicht 508, 573, 590
Normalatmung der Warmblüter (Menschen) 990
Normalthermometer (Zinckes) 630
Notfeuer 979
Notwendiger Sauerstoff 201
Noxe, Betriebsgase 939, 973, 974, 975, 976, 977
Nudelattrappe 341
Nüsse, Brennbarkeit 082
Nusselt-Gleichung — Zündgeschwindigkeit 163
—, Wärmeübergangszahl 660, 668
Nutation des Geschosses 834
Nutzarbeit des Pulvers 842
Nutzeffekt — Brisanz 770
— bei Geschütz 842, 844
— bei Handfeuerwaffen 842
— im lebenden Körper 999
— im Motor 154, 155, 156, 157
— bei Sprengung 865, 866, 867, 868, 869

O

Oberfläche des Menschenkörpers 799
Oberflächenform der Pulver 752
Oberflächenspannung 541, 926, 953
— u. Schaum 678
Oberflächenverbrennung 425, 517, 686
Oberflächenverdampfung, Oberhitze 642, 643
Oberflächenveredlung des Holzes, Brennbeize 084
Oberflächenverkohlung 084
Oberflächenwelle 792
Oberflächlich gelatinierte Nitrocellulose-Pulver 340
Oberhaut — Hautreizmittel 972
Oberth-Rakete 512, 824
Oberwind 174
Oberzündung 435
Obstbaumsprengung 866
Obstkultur — Wärmestrahlung 671, 931
Occludierende Medien, Gasabgabe 955, 980
Occludierter Sauerstoff, Blasensilber 204
Occlusion durch Metalle 937, 973
Occlusionstheorie, Ausbrennungsvorgänge 619
Octanzahl, Motorklopffestigkeit 168, 169, 534
Öfen, elektrische 508
Öffentliche Beleuchtung 540
Öffnen des Verschlusses, Flamme 718
— der Zündhütchen, Apparatur 472
Ölbad 286
Öle, Brennen der 087
Öldampfbrenner 544
Öldampf, Thermolumineszenz 593
Öl-Erschütterungssprengung 863
Ölfarbenanstrich 980
Ölgas 041(3)
Ölgasbeleuchtung 545
Ölgasmotor (Stobwasser) 154, 544
Öl gegen Hautgifte 975
Ölnebel 904
Öl, nicht trocknend 087
Ölpflanzen, Brennbarkeit 087
Ölsäure 046
Ölsaure Magnesia (Richterol) 091
Öltränkung der Gasmaske 982
Öl, trocknendes 087
Ölzusatz zu Chloraten (Cheddite) 257, 262, 263
Önanthol 045
Ofenexplosion 185
Ofen, glühend, durchlässig für CO 980
Ofenglut halten 174, 660
Ofenklappe 174
Ofenrostabstand 174
Ofensauensprengung 867
Offensivität 767
Offensivitätsmessung 842
Ogivale Geschosse 804
Ohmanns Gaszylinderexplosion 813
Ohnmacht (Atmung) 990, 993
— bei hoher Fluggeschwindigkeit 799
Ohr 741
Oleum (Nebelerzeugung) 906
Olfaktometer (Zwardemakers) 643, 970
Oligodynamische Wirkung 081, 095
Ombrux-Belichtungsmesser 548
Onde de bouche 746
Onde de choc 746
Opacit 906
Opaleszenz 920
Opiumrauch 939
Oppau — Sprengung 865
Optischer Chronograph (Det.-Geschwindigkeit) 755
Optische Eigenschaften von Rauch, Staub 731, 932, 958
Optisches Flammenmaß (Kerzen) 521
Optischer Geschwindigkeitsmesser 840
— Schwingungsmesser 796
Organe, äußere, gegen Giftkampfstoffe 973, 974
—, innere, gegen Giftkampfstoffe 976, 977
—, Schuß in wasserhaltige 859
Organisches Glas 893, 897
Organ. Lösungsmittel trocknen. Hygrometrie 647
Organische Phosphore 591
Organzerreißung — Explosionsstoß 799
Orgelgeschütz 800
Orientalische Nesselarten 972, 975
Orientalische Riechkissen 970
Orsat-Apparat 039(6)
Ortho-Wasserstoff 004
Ortizon-Tabletten 216, 219
Ortsteinsprengung 866
Oscillation, elektrische 495

Oscillation bei Explosionen 780
Oscillationen in Leydener Flasche 995
Oscillatorische Bewegung bei Schall 740
Oscillierender Druck 767
Oscillograph — Det.-Geschw. 755, 840
—, Gasexplosion 119
— (Schallmessung) 742, 840
Osmium 026
Osmiumtetroxyd 232
Osmose 926, 952, 972, 981, 991, 999
Osterfeuer 174
Ostwald-Luther-Druckberechnung 768
—, Salpetersäureverfahren 427
Oxalate, Explosivität 397
—, Feuererscheinung bei 715
Oxalsäure 046
— aus Cellulose 330
Oxalsaures Quecksilber 046
— Silber 046
Oxolverfahren (Senfgas) 947
Oxoniumsalze 044
Oxyalkylhydroperoxyde 302, 303
Oxyamine = Alkamine 054
Oxycyanide 396
Oxydaktivierung 425
Oxydasen 998
Oxydation, elektrolyt. Theorie 622
Oxydation von Zucker b. Nitrierung 328
Oxydationsorte am Körper 990, 992, 998
Oxydationsflammenspektrum (Stock) 575, 578
Oxydationskatalysator 425
Oxydationskettenvorgänge 626
Oxydationsmechanismus von Kohlenwasserstoffen 150
Oxydationsmittel u. Nitrokörper 366
Oxydationsstufen 622
Oxydativer Abbau des Moleküls 622
Oxyde von Metallen als O-Lieferanten 211
— von Nichtmetallen als O-Lieferanten 235, 239
— resp. Oxydgemische in Gasmaske 985
— resp. Oxydgemische u. Metalle 234
— resp. Oxydgemische u. Nichtmetalle 233
Oxydgemische u. Thermite 235, 239
Oxygenit 256
Oxyhämoglobin 991
Oxynitriloverbb. 275
Oxysäuren, 1-wertige 063
—, mehrbasische 046
Oxyzimtsäure 063
Ozokerit 094
Ozon 210, 212, 252
— u. Kohlenoxyd 595
— bei Mn_2O_7, $KClO_3$ 210
— u. Metalle 213
Ozonapparate 300
Ozonide. Oxozonide 300
Ozonisator 210
Ozonsalze von Metallen, Alkalimetallen 301

P

Packung der Moleküle u. Viskosität 080
Palatinol 067, 880
Palladium 026
Palladiumwasserstoff 003, 955, 980
Palmitinsäure 046
Palmitinsaures Aluminium zur Mündungsfeuerdämpfung 689
Panaschierung — Pflanzen 081
Panclastit 276
Pancreasreaktion 998
Panzerbewegung 893
Panzerdurchdringungsgeschoß 807
Panzerdurchschlag, Bombensplitter 862
Panzerglas 895
Panzergranaten gegen Tanks 788, 806, 852
Panzerholz 691
Panzerkopfgeschoß 852
Panzerplatten 893
—, Schußlöcher 850, 852, 890
Panzerschutz 892
Panzerstahl 893
Panzersteinholz 691
Panzervollgeschoß 852
Papier 086, 203, 247, 252, 288, 331, 334, 350, 388, 450, 690
—, Beschwerung 086
Papierzylinder, Splitterauffangen 864
Papierabdeckung — Zündhütchen 472
Papier, Durchschuß (Geschoßgeschwindigkeit) 840, 854
—, Explosivprüfung 896
Papier und Farbe 890
Papierfilter — Schnappdeckel 983
—, Flächenzündgeschwindigkeit 172, 343
Papierhülsen — Patronen 219
Papierprüfung 980
Papier-Randzündgeschwindigkeit 172, 343
Papiertüte mit Luft 704
Papier, verbrannt, Wiederlesbarmachen 086
Pappe 086, 203, 247, 252, 288, 331, 334, 350, 388, 450, 690
Pappezylinder zum Auffangen von Sprengsplittern 864
Pappelwolle 332
Papphülsen für Brisanzladung 806
— bei Leucht-Signalpatronen 565, 585
Parabel der Flugbahn 835
Paraboloidgeschosse 804
Paracyan 053, 224
Paraffine 041, 208, 541
Paraffin auf Bleiplatten (Langhans) 771
Paraffinblöcke (Brisanz) 773
Paraffinfisch. Rückstoß 810
Paraffinhülsen, Gefährlichkeit 728
Paraffinöl — Phlegmatisierung 342, 778, 788
Paraffinöl — Trixyl — Wöhler 350
Paraffinpapier, Kristallisation auf 350, 805
Paraffin — Shrapnell, Festlegen 807
Paraffin in Schwarzpulver (Schwefelersatz) 289
Paraffinverdampfung 728
Paragummi 088
— in Zündschnur 455
Paraldehyd 045
Parallele Schichten bei Pulververbrennung 752
Parallelogramm der Kräfte bei Geschoßdurchschlag 854, 855
Parallelschaltung elektr. Zünder 456
Parawasserstoff 004
Parfümgeruch 970

Parfümierte Narcosemittel 977
— Reizstoffe 977
Parfümierter Sauerstoff 977, 986
Parfümpapiere 970
Passate 651
—, Ablenkung 657, 757, 758
Passivbrennstoffe 000 usw.
Passivbrennstoff, flüssig, für Raketen 824
Passiv-Explosionstemperatur 719
Passivzündung 478, 483
Pasteurfilter 929
Pasteurisieren 999
Pasteurs Gärverschluß 926, 929, 953, 982
Patrone 802, 803
Patronendurchmesser — Schlagwetter 728
Patronenexplosion bei Fallenlassen 802
Patrone als Geschoßwaffe 832
Patronenhülsen 802, 803
Patronenimprägnierung 728
Patronenkartusche 802
Patrone M (Leuchtsatz) 568
Patronenrückstoß außer Lauf 812
Patrone R (Leuchtsatz) 568
Patronen, Selbstzündung 473
Patroniermaschine 292, 295, 336
Paukenknall 740
Paulyseide 049
Pauspapier 086
Pech (Festlegung von Kugeln bzw. Sprengstoffen in Geschossen) 350, 804
Peitschenknall 740
Pektinstoffe 048, 088
Pelzwerk, Brennbarkeit 097
Pendelapparat von Cronquist 343
Pendelatmung 983
Pendel, ballistisches, Brisanzmessung 779
—, ballistisches, Geschoßgeschwindigkeit, Mündungsenergie 840
Pendelbrisanzmesser 779, 811, 816
Pendelchronograph 755, 757, 840
Pendelhammer — Stauchung 766
Pendelkanone 767, 808, 816, 840
Pendelmethode von Hopkinson — Brisanzmessung 779
Pendelschlagmesser 890, 910
Pendelschleuderversuch 830
Pendelung — Druckwellen — Gewehr 803
— des Geschosses nach Durchschlag 853
— durch Mündungsbremse 818
— bei Schußgasen 796
— und Stabilisierungsflächen 831
— bei Stahlflaschenexplosion 765
Pendelungsversuche mit Geschossen 834
Pentaerythrit 048
Pentaerythritnitrat 328
Pentamethylen 060
Pentazol 387
Pentite 043
Pentosane 088
Pentosen 048, 328
Pentrinitzündschnur 487
Peracetate 302
Perborate 228
Perbromate 268
Percarbonate 228
Perchlorameisensäureester 943
Perchloratester 307
Perchlorate 252, 260, 261
— von Diazoverbindungen 715
Perchloratmischungen 262, 263, 264
Perchloratotrimercuraldehyd 306
Perchloratsalze von C-Verbb. 305
Perchloron 250
Perchlorsäure 251
Perchromate 309
Perchromsäure 249, 309
Percussionsapparat 790
Percussionsschall (Herz) 748
Pergament 097
Pergamentpapier 334
Perglycerin 324
Perhalogenverbindungen 231
Perhydrid-Tabletten 216, 219
Perhydrol 217
Perjodate 269
Periodische Laufschwenkungen 815
Periodisches System und Brennbarkeit 620
— System, Ersatz nach 017
— System u. Geruch 970
— System u. physiologische Wirkung 973
— System u. Schmelzwärme 640
— System und Verbrennungswärme 628
Perjodsäure 269
Periphere Hyperämie 986, 993
Perlmutterglanz 548
Perlschwärmer 567
Permanganate 241, 243, 309
Permanganatester 309
Permangansäure 241, 243, 309
Permangansäuresalze von C-Verbb. 309
Permutite, Regenerierung 984
Pernitrate 228
Peroxydasen 216, 998
Peroxyde, echte 221, 222, 223
—, unechte 230
Peroxydpatronen (Atmung) 220, 987
Peroxydtheorie beim Klopfen der Motoren 168
Peroxylaminsulfosaures Kalium 275
Perphosphate 228
Perplexmühle 252
Perrins Bestimmung von N 920
Perrot-Ofen 108
Persäuren 228, 279
Persalpetersäure 228, 279
Perschwefelsäure 224
Perschwefelwasserstoff 011
Perselenide 012
Perselensäure 228
Perselenwasserstoff 012
Persulfate 224, 225, 226, 227
— in der Elementaranalyse 239
— und Phenole 224
Persulfide 011
Persulfocyansäure 053, 224
Perylen 069
Petarden 747
Petavels Druckmessung 761, 766
Petroleum 090, 208, 248
Petroleumbrandlöschung durch Nitroglycerin 325, 679, 796
Petroleum crackers 090, 350
Petroleumglühlicht 147, 547
Petroleum-Naphthalin (Leuchtkraft) 531, 532, 544

Petroleumprodukte, Nitrierung 350
Petroleumschmieröle 093
Petunien (Bahndämme) 082, 690
Pfähle, Explosivbeton- 861
Pfannenbrände 286
Pfannenbrandzündung 295
Pfeifgeräusch von Flammen 141, 512, 514
— von Geschossen 740, 832
— als Knallvorstufe 743
— von Splittern 877, 878
Pfeifsand 566
Pfeil, Fliegerbrand- 014, 237, 872
Pfeilgeschoß 852
Pflanzenasche 081, 427
Pflanzenatmung 996
Pflanzen, Brennbarkeit 080
Pflanzeneiweiß 081
Pflanzenelektrizität 952
Pflanzenelixier 996, 998, 999
Pflanzenfasern, Feuerschutz 690
Pflanzen, fleischfressende 998
Pflanzengerüche 970
Pflanzen u. Giftkampfstoffe 974, 975, 976, 977
Pflanze, Kalorimetrie der 604, 999
Pflanzenkohle 031
Pflanzenlack 087
Pflanzenleim 088
Pflanzen, leuchtende 599
Pflanzen, Nitrierung von 333
Pflanzenöle 087, 257, 262, 263
Pflanzenöle — Lampenbeleuchtung 544
Pflanzenpapier — Zündhütchenabdeckung 472
Pflanzenresorption und Korngröße 939
Pflanzen — Saugverbrennung 084
Pflanzenschädigung (Rauch) 926, 939
Pflanzenteile, Brennbarkeit 080
Pflanzenteerung 087
Pflanzentemperatur 999
Pflanzen, Wärmeisolation 669
Pflanzgrubensprengung 866
Phänomen, Leidenfrost 642, 703, 743
Phänomen, Purkinjes 549
Pharaoschlangen 566
Pharmakologie 976
Pharos-Leuchtturm 540
Pharoslicht 547
Phasengrenzflächen 626, 926, 934, 953
Phenantren 068, 074, 356, 392
Phenantrenchinon 245
Phenantrole 367
Phenole, Phenoläther 062
Phenolnitrokörper 350
Phenol-Persulfatreaktion 062, 224
Phenolphthalein 998
Phenolreaktion nach Trautz (Kaltleuchten) 598
Phenylendiamin 373
Phenylhydrazin 382
Phenylpropiolsäure 063
Phlegmatisierung 486, 686, 719, 778, 788
— bei Analyse 239, 788
— zwecks Brisanzmessung 778
— von Chloraten, Cheddite 257
—, Diphenylamin bei P 014, 401, 477
— bei Elementaranalyse 239, 788
— mit Kochsalz — Trixyl 778
Phlegmatisierung v. Knallquecksilber 486, 758
— von Nitroglycerin durch Ringnitrokörper 785
— mit Paraffinöl 778
— mit Rizinusöl 778
— von Schwarzpulver 289
— mit Talkum 778
Phlegmatisierungszündung 486
Phlogistontheorie 621
Phloroglucinreaktion 333
ph-Messung — Feuchtigkeitsbestimmung 648
ph-Messung von Nitrokörpern 330
Phon 742
Phonograph 742
Phosgen 036, 943
Phosphame 015
Phosphate, explosiv mit Metallen 238, 552
Phosphine, Ketten 055
—, Ringe 076
Phosphor 014
—, Aussendung von Emanation 596
Phosphorbrand, Löschung mit Cu-Salz 677
Phosphorbrandbomben 014
Phosphorchloride, Atemgifte 942
Phosphoreszenz 590, 591
Phosphorflamme, weiße 014, 203
—, grüne 570
— in Glühlampe 508
Phosphorite 236
Phosphorkombinationen für Raucherzeugung 910
Phosphore, Lichtträger, anorganische 591
—, organische 591
Phosphor, Lösemittel für 014, 596
Phosphornebel bei Verbrennung 907
Phosphoroskop 591
Phosphoroxydation, Druck (Reaktionsketten) 164, 596
— im elektrischen Feld 596
Phosphoroxyde 015
Phosphorpentoxyd, Lumineszenz 592
—, Rauch 906, 910
Phosphor, roter 014
—, rot, zur Zündhütchenabdeckung 477
Phosphorsäure zur Nitrierung 350
—, Tuberkulose 997
Phosphor stabilisiert durch Diphenylamin 014, 401, 477
Phosphor-Zünderleichterer 407
Phosphorsulfide 015, 254, 453
Phosphorsulfidchlorid 015
Phosphorverbindungen mit Ketten 055
— mit Kohlenstoff 015
— mit Ringen 076
— mit Stickstoff 015
— mit Wasserstoff 015, 424
Phosphorwasserstoffarten 015
Phosphor, weißer 014
Photochie (Hauchbilder) 920, 932
Photochemische Katalyse 494
Photogrammetrie (Neesen) 835, 837, 840
Photographie geworfener Körper 831
—, infrarote 933
— von Laufvibrationen 815
— der Leuchtgeschoßbahn 835
— nach Neesen 837

Photographie von Pulverrauch 735, 736
— mit Raketen (Maul) 827
— von Rauch, Staub 731, 932
— der Sprengwirkung 878, 879
—, ultrarote 933
— von Wärmewellen 666, 780
— von Wellen der Wärme 666, 780
—, Zündmethoden für Blitzlicht 455, 555
Photographische Druckmessungsmethode 761, 766
— Platte auf lebendem Körper 599
— Schichten, Lichtempfindlichkeit 548
Photokatalysatoren beim Menschen 599
Photolyse 494
Photometer (Lamberts) 548
—, visuelle 548
Photooxydation 421
Photophil 996
Photophorese — Lichtdruck 932
Photophot 996
Phototheodolith (Rumpff) 831
Photozelle 548, 666, 710, 933
—, Blutuntersuchung 991
—, Explosionsfeuermessung 710, 719
—, Herstellung 666
—, infrarote Strahlen 666
— zur Messung der Geschoßgeschwindigkeit 840
— als Rauchdetektor 933
—, Rauchschwadenmessung 731, 933
— für sichtbares Licht 548
— für Zündflammensicherung 525
Phtaleinfarbstoffe 036
Phtalsäure, -anhydrid 063
Physikalische Carburierung 532
— Eigenschaften von Blitzlichten 554
— Eigenschaften von Giftkampfstoffen 950, 980
— Eigenschaften von Leuchtsätzen 567
— Eigenschaften von Nebel 939
— Explosion 700, 709
— Explosion, Splitterwirkung dabei 864
— Glut 505
— Momente der Explosion 700
— Momente der Verbrennung 600
— Nebel 906
— Panzerverstärkung 893
— Sprengpatronen 708
— Zündhütchenprüfung 472
Physiologie der Giftkampfstoffe 970
— der Nebel, Raucharten 939
— der Ringnitrokörper 369
— des Rückstoßes 817
Physiologische Explosion 799, 973
— Wirkung und Konstitution 973
— Wirkung und periodisches System 973
Phytostoffe 080, 239, 256, 278
—, Explosion in 729
—, Explosion von 187
— und Nitrierung 332, 333
— und Salpeterlösung 283
Picen 069
Picolin 075
Picrate von Kohlenwasserstoffen 365
—, Stoßwirkung bei 790 796
Picratschießpulver 379
Picrinsäure 360
Picrinsäurerauch 731
Picrolonsäure 379
Picrylchlorid 350, 370
Picrylsulfid 350, 370
Piezometer 796
Piezometrische Druckmessung 761, 766
Piezoquarz 168
Piezoquarz erregt Teslaschwingung 890
Piezoquarzerschütterungswellen 491
Piezoquarzplatte als Erschütterungsmesser 783
Pillenlicht 479
Pilzartiges Eindringen der Dum-dum-Geschosse 858
Pilzsporen, Staubexplosion 187
Pinan, Pinen 065
Pioberts Gesetze bezl. Pulververbrennung 753, 623
Pioniersprengung 868
Piperidin 075
Pistole 800
Pistolenknall 746
Plätteisen, Temperaturmessung mit Benzanilid 633
—, Wärmestoff für 291 256
Planetenatmosphäre 578, 759, 993
Planeten, Lebensmöglichkeit auf 993
Planetenrührwerk 285
Planrost 174
Plastische Medien, Wellenerlahmung in 781
— Stoffe, Sprengung unter 889
Platin 026, 204
Platindraht in Gasflamme 546
—, Spektren 325, 574, 575
Platinglühlampe 425
Platin, Katalysator 425
Platinmetalle 026, 204
Platinnetz mit Kalküberzug 546
Platinschale, glühend, zündend 434
Platintiegel, Erhitzen in 350
—, glühend, zündet Leuchtgas 425
Plattenbeschuß (Blei) 772
Plattenharnisch 893
Platten, Spektralanalyse (Blankenstein) 575
—, Explosion gegen 796, 797
Platzpatronen 746, 805, 808, 848
Platzpatronen-Knall 747
Plausons Kolloidmühle 180, 920
Pleochroismus 549
Plückerrohr 573, 575
Pneumatische Bohrmaschine 860, 895
Pneumatisches Feuerzeug 403
Pneumatische Kanone 830
Pneumothorax 990
Pockholz-Brennbarkeit 084
—, Reibzündung 400
Poiseuilles Reibungsgesetz 789, 990
Poisson — Effekt — Drall 834
—-Gleichung 163, 629, 719
Polarfrontfläche 653, 662
Polarisation — Himmelsbläue 917, 932
Polarisations-Photo-Chronograph 752
Polarisationsspektren 579
Poliertrommel (Kupfer) 341
Polizeiangriffsgase 974
Polizeireizpistole 967
Pollenstaub 910
Pollenstaub-Explosion 187
—-Heuschnupfen 910, 972

Polpulver 345
Polychromatisches Feuer 560
Polymerisierung (Kunstkautschuk) 088
Polyoxykarbonsäure 063
Pomade 970
Ponderomotorische Knallwirkung 742
Porenausfüllung, Detonat.-Geschw. 757
Poröses Material für Gasdurchgang 510
Poröses Material für Gasfilter 980
Poröse Medien, Wellenerlahmung darin 781
— Tonzylinder, Brennen in 133, 544
Porosität von Ringnitrokörpern 356
Porphyrine 075, 929, 980, 981
— in Petroleum 090
Porzellan 217, 251, 280, 388, 435
—brenner 526
—, Explosionsstoß auf 797
—gefäße für Giftkampfstoffe 966
Porzellanmörser, Reibprüfung 336, 405
Porzellanplatten, Erhitzungsprüfung 350
Postrakete 827
Potential des Sprengstoffs 770
Potenzgesetz von Bürgi 973
Präcession des Geschosses 834
Präcisionspulverlademaschine 802
Präcipitine 973
Präcisionsschießmaschine 850
Prairiebrand löschen 084, 680
Prairiefeuerzeug (Punks) 400
Prallzündung bei Leucht-Signalsätzen 563, 583
Praseodym 024
Pravaz-Spritze 830
Prellschüsse 856
Preßdruck-Sprengkapsel (Totpressen) 480
—-Zündhütchen 472
Pressen mit Akkumulatoren 285
Pressen und Explosion 786
Presse, hydraulische 880
Pressen von Leuchtsätzen 561
Pressen von Signalsätzen 581
Preßkörper, Lösung der 623
Preßkuchen (Pulver) 288
Preßluft zur Gegendruckgasmessung 766
—, Heizung 174
Preßstoffe mit Harnstoff (Kunstpreßstoffe) 042, 694
Pressung, Feinbau bei 285, 920
Preßverfahren für Geschosse 806
Prevost-Wärmestrahlung 665
Priestergaukeleien 911
Primärluft 041, 174
Primärwindstrom 655
Primärzündung ohne Zündstoffe 400
Prinzip der Desinfektion 979
— von Le Chatelier
—, Dopplers 742
— des Flammenleuchtens 530
Pringsheim-Superoxydanalyse 223
—-Superoxydanalyse, Drahtzündung 434
Prismatisches Pulver 288
Produkt, charakteristisches (Berthelot) 770
Produkte vorzeitig gelöschter Flamme 131, 522
Profil von Geschossen 659, 804
Profilwände (Windströmung) 657
Progressivität (Pulver) 754
Progressivverbrennung im Motor 156, 710
— in Waffe 718
Projektil, hüllenloses 805, 807
Prolin 075
Promotoren 168, 169
Propellerflügel, Wirbelung um 657
Propellergeschoß 807
Propellermessung (Stoßmessung) 790
Prophylaktische Lostbehandlung 976
Propylbenzol (Cumol-Kunstmoschus) 351
Propylenkunststoffe 042, 694
Propylperoxyd 302
Protolglyzerin 043, 324
Proxylengerät 987
Proxylithgerät 987
Prüfapparatur für Atemwiderstand 983
— für Zündung 416, 417
Prüfgase für Gasmaske 974
Prüfung, Imprägnierung geg. Feuer 695, 696
— von Gasmaske 974, 983, 985
— von Sprengstoffen unter Wasser (Förg) 881
— der Zündung außen 417
— der Zündung innen 416
Pseudosalze-Ringnitrokörper 364
Psychotechnische Rückstoßprüfung 817
Puddelprozeß 174
Pukallfilter 980
Pulfrichphotometer 932
Pulsationstrockenverfahren 647
Pulsschlag (Zahl) 990
Pulver, Abschüttfigur 910, 965
Pulveraufbewahrung (Pulverstaub) 285
Pulverbegriff (Staub) 910
Pulver mit Bichromaten 344
—, Brenngrenzen 172
— aus Distelwolle 349
—, Druck u. Explosionsgeschwindigkeit 751
Pulverenergie 842
—, prakt. Prüfung 843
Pulver, Feuererscheinung 717
—, Feuer bei Herausschießen von Resten aus Waffe 718
—, Flächenzündgeschwindigkeit 172, 343
Pulvergase, Geschwindigkeit 754, 832, 841
—, Mündungsgeschwindigkeit 754, 832, 841
—, Nachwirkung der 767, 789, 816, 850
Pulvergewebe 339
Pulverhaut 339
Pulverisierte Kohle 208
Pulverkornform 288
— und Brenngeschwindigkeit 752
Pulverkraftmaschinen 844, 861
Pulverlademaschine 802
Pulvermischung (Schw.-P.) 286
Pulver, prismatisches (Schw.-P.) 285
Pulverprobe von Mayer 843
— von Uchatius 843
— von Wagner 843
Pulverramme 844
Pulver, Randzündgeschwindigkeit 172, 343
Pulverrauch 734, 736
Pulverrisse (Raketen) 821
Pulversatz, Risse (Raketen) 821
Pulverschlagen (Raketen) 821
Pulverschleim 288
Pulverschüttfigur 905, 910, 965
Pulver, schwarzes 284

Pulver, schwarzes, mit besonderer Kohle, Schwefel 285
Pulverstaub, Explosion 288
—, Verbrennungsgeschwindigkeit (Piobert) 285
Pulver im Ultraviolettlicht 341
Pulververbrennung analog der Metallauflösung 623
Pulververbrennungsgeschwindigkeit 285, 343, 753
Pulververbrennungsgesetze 285, 343, 753
Pulverdichtung (Schw.-P.) 286
— bei Raketen 821
Pulververnichtung durch Abbrennen 288, 343
Pulver, Verstiebungsfigur 964
Pulververwertung 767
Punktschweißung 501
Punkt, toter (Atmung) 993
Purkinjes Phänomen 549, 574
Purpurate 364
Purpur im Auge 548
Purzelschwärmer 567
Pusten, ins Feuer 174
Pustlampe 550
Putzlappenselbstentzündung 420, 427
Pyramidenform bei Sprengstoffen 862
Pyrane 074
Pyrazine 075
Pyrazol, Pyrazolin, Pyrazolon 075
Pyren 069
Pyridine, Pyridone 075
Pyridinnitrat 311
Pyridinpermanganat 309
Pyridin, Entseuchung mit 989
Pyrimidine 075
Pyroelektrizität 934
Pyrofulmin (Knallquecksilber) 383
Pyrogene, Druckzersetzung 080
Pyrographische Prüfung von Schwarzpulver 785, 288
Pyrometer 505, 636
Pyrometrie, Farb- 631
Pyrophore 423, 503
Pyrophores Metall 046, 503
Pyrophore unter Stickstoff 423
— (Vulkannachbildung) 423
Pyroscop 636
Pyrrol, Pyrroline 075

Q

Quadratwurzel bzl. Stoßfortpflanzung 791
Qualm (Brandschwaden) 084, 900
Quantentheorie 629, 646, 665, 783
Quarz 435
Quarzcylinder 543
Quarzglas 574
— bei Explosivprüfung 896
Quarzlampe 494, 573, 590, 591, 972
Quarzlampenfluoreszenz 590
Quarzlampenphosphoreszenz 591
Quarzlinsen 492
Quarzschallerzeuger (Ultraschallwellen) 491
Quarzuhr 840
Quecksilber 026
Quecksilberacetylid 398
Quecksilberalkyle 059
Quecksilber-Ammoniak 395
Quecksilberaryle 078
Quecksilberausflußmenge (Klepshydra) 755
Quecksilbercyanid 053, 396
Quecksilberchlorazetylid 398
Quecksilberdampf und Kautschuk 030
Quecksilberfulminat 382
Quecksilbergasometer (Sarrau) 769
Quecksilberkaliumthiosulfat, Ionen 973
Quecksilber, Lumineszenz 592
Quecksilbernachweis nach Schuß 803
Quecksilberoxalate 046, 382, 397
Quecksilberoxyzyanide 396
Quecksilberregen an Luftpumpe 905, 982
Quecksilberhodanid 053, 396
Quecksilber, Sprengung unter 887
—, Torpedowirkung unter 888
—, Widerstandsänderung durch Druck 766
Quellung der Haut 972
Querdichte 804
Querschläger 853
Querschnittsbelastung 804, 806
— und Luftwiderstand 833
Querschnitt: Geschoß, Schußkanal 850
— von Schornstein und Rauchfahne 922
Querschwingung am Lauf 815
Quetschapparat nach Quinau 776
Quetschgrenze bei Materialprüfung 890
Quetschminen 868
Quetschung von Geschoß in Wasser 857
Quillaja-Rinde 678
Quinaus Quetschapparat 776

R

Rachenhaut 972
Rachenreizstoffe, anorganische 942, 975
—, organische 943, 975
Radacovicz's Kondensatormethode 840
Radauplätzchen 747
Radicale, freie 041
—, freie, bei Explosion 783, 899
Radioaktiver Indicator, Gasmaskenprüfung 982
Radioaktivität 899
Radioaktivmaterialien 638
Radioelektronenröhre, Det.-Geschw.-Messung 755
Radiometer (Lichtmühle) 665, 710
Radiosonden (Windrichtung) 650, 651
Radiowellen, Zündung 496
Radium 021
Radiumphosphoreszenz 591
Radiumstrahlen 590
—, Zündung 498
Rändelung an Patronen 802
Räucherpflanzen 082, 087, 911, 970
Räucherung zur Desinfektion 979
Räucherwirkung 914, 939
Räume, geschlossene, Knallwirkung 745
Räumliche Verbrennung 110
Raketen 820
—, Auspuffgeschwindigkeit 789, 821
—, Automobil 828
—, Automobil. Ruck, physiologischer 799
—, Bahn 825

Raketen, Brenngeschwindigkeit 752
—, Einzelladung 821
—, Fernlenkungs- 827
—, Feuerwerk 564
—, Flugzeug 828
—, Gase, Geschwindigkeit 821
—, Gase, Wirbelung 658, 789
—, Geschoß (Unge) 822
—-Geschwindigkeit 825
—, Hochleistungs- 824
—, Lufttorpedos 826
—, Lustfeuerwerks- 826
—, Motor 828
— mit Nitroglyzerin 824
—, Photographie (Maul) 827
—, Post 827
—, Rotations- 823
— mit Sauerstoff, flüssigem 824
—, Sonderführung 823
—, Sonderwirkung 826
—-Steighöhe 825
—, Stufenprinzip 82
— mit Tauchbrenner 512, 824
—-Torpedo 826, 873
—, Untersuchung von 825
— im Weltraum 829
Ramme, Gas, Benzol, Explosions- 151
—, Pulverexplosions- 844
Ramsauers Schußdruck auf Gase 846, 890
— Versuche bezügl. Unterwasserexplosion 881
Randgeschwindigkeit der Entzündung 172, 343
Ranzengerät 964
Ranzigwerden — Fette 047
Rasanz 835
Raschig — Ringe 926
— — Schwarzpulver 292, 295
Raseneisensteinsprengung 866
Rassengeruch 970
Rassenverschiedenheiten — Giftkampfstoffempfindlichkeit 970
Rast's Methode der Molekulargewichtsbestimmung 640, 641
Ratanhia 972
Rauch bei Acetylen 731
Rauchadsorption von Giftgas 916, 926, 953
Rauchapparaturen 915
Rauchballen 789
Rauchbeseitigung 928
— durch Gasmasken 929
Rauchbildner und Nebel 906, 907
Rauchbildnerpatronen 923
Rauch bei Blitzlicht 939
Rauchbohrpatrone 681, 916
Rauchbomben 651, 916
Rauchbomben auf Ozean zur Bestimmung der Flugrichtung 916
Rauchbrander für Schiffe 915
Rauchbüchsen 915
Rauch, Cigarren 083
Rauchcylinder 915
Rauchdämpfer 915
Rauchdesinfektion 914, 939
Rauchdetektor 924, 933
Rauchdichtemessung 921, 932
Rauchen aus Augen 924
Rauchende Salpetersäure, Sprengmischung 278
Rauchentwickler 242, 916
Raucherzeugung 900, 910
— bei Explosion 731
— durch Schießwollfäden 331, 913, 918
— durch Verbrennung 813, 914
— durch Verstäubung 912, 963
Rauchexplosion 184, 187
Rauchfahne 651, 731, 922
— und Schornsteinform 922
Rauchfang 174, 914
Rauchfarbe 731, 932
— bei Nitroringkörpern 378
Rauchfixierung durch CO_2 926
Rauchform 922
Rauchfreie Verbrennung (Ofen) 174
Rauchgasanalyse 039, 108, 737, 936
Rauchgeräte 939
Rauchgeruch 939
Rauchgeschosse 916
Rauch und Geschützart 735, 736
Rauchgeschwindigkeit 651
Rauchgläser 548, 932
Rauchgranaten 807, 875
Rauch von Großexplosionen 730
— von Haschisch 939
—, historische Momente 911
— von Holzbrand 084
Rauchkasten 796, 882, 922
Rauch, kalter 939
Rauchkerzen 914, 915, 962
—, giftige 962
Rauch und Luftfeuchtigkeit 288, 923
Rauchmenge bei Giftkerzen 962
— bei Nitroringkörpern 378
Rauchmessung 651, 731, 921
—, Schwaden 730
Rauch von Metallen aus Sprengstoffmetallsalzen 731, 732
Rauchmittel 343, 900, 910, 916
Rauch bei Mündungsfeuerdämpfung 734, 736
— von Nitrokörpern 371, 378, 731, 732, 733
Rauchofen 915
Rauchopfer 911
Rauch von Opium 939
Rauchpatronen 916
Rauchpfannen 915
Rauchphotographie 731, 735, 736
Rauchplage 939
Rauch, Produkt der Pflanzenverbrennung 082
— von Pulvern 734, 735, 736
Rauchring 922, 976, 882
— von Silanen 018
Rauchsäbel 915, 926, 953, 987
Rauch bei Schießmitteln 343
— beim Schuß 735, 736
—, Schwarzpulver 288, 923
Rauchschwache Pulver 340
— Pulver, Feuer bei 717
— Pulver, Schwaden 734, 736
— Schießmittel 340
— Schießmittel, Sprengwirkung 343, 860
— Schießmittel im U-V-Licht 341
— Schießmittel, Verbrennungsgeschwindigkeit 753
Rauchschwaden bei Bränden 084, 914

Rauchschwimmer 915
Rauchseßhaftigkeit 731, 926
Rauchsichtbarkeit, Entfernung 730
Rauch von Sprengmitteln 731, 732
Rauchspurpatronen 651, 916
Rauch durch Stabilisatoren 734, 736
Rauchstärkemessung 651, 730, 731, 921
Rauchstarkes Pulver 288
Rauchstarkes Pulver, Schwaden 734, 735
Rauchsteine 915
Rauchstörung des Lichtes 564, 586
Rauchströmung 731, 924
Rauchstromlinien 664, 667, 924
Rauch von Tabak 083
Rauchtarnung 910, 915
Rauch gegen Ungeziefer 939
Rauch, Verdunklung durch 564, 731
Rauchverzehrer 731, 928
Rauchwalze 915
Rauchwolken, Farbeffekte 730
—, Unterbeleuchtung 731
Rauchwürfel 962
Rauchzauberei 911
Rauchzone 915
Rauch von Zündmitteln 731, 732
Raumakustik 748
Raumeinheit bei Explosionswärmen, Bezug auf 628
Raumluftanreicherung mit Sauerstoff 203, 205
Raumluftverschlechterung durch Gasbenutzung 993
Raum, schalltoter 748
Reaktionen in festem Zustand 623, 626
—, induzierte, gekoppelte 428
— bei Stoffen im Atemeinsatz 983
— im U-V-Licht 494
Reaktionsakte 626, 629
Reaktionsketten 150, 164, 596, 626
Reaktionswärmen 623, 627
Reagensglas, Bruchwiderstand 815
—, bunte, Splitterwirkung 864, 877
Reagensglassplitter auf Zentrifuge 877
—, geschleudert 877
Reagensglas, zugeschmolzen, Verpuffung bei 419
Réaumurs Legierung 500
Reals Presse 081
Recipient, Verdünnungsgrad 796
Reciproke Schichtdicke 921
Recristallisation 890
Rectifikation 642, 902
Recuperativfeuerung 109
Redl's Brisanzausdruck 770
Reducierdruck bei Atmung aus O-Bombe 986
Reductionsflammenspectrum (Stock) 575, 578
Reduction von Gasvolumen, feucht 647
— mit ungekehrter Flamme 528
Reductionskettenvorgänge 626
Reductionsorte am lebenden Körper 990, 992, 998
Reflexbewegung, Husten, Niesen 975
Reflexionsdämpfer (Schalldämpfer) 159, 749
Reflexion von Detonationswellen an Gangenden 782
Reflexion bei Explosionen 794
Reflexion bei Knall 748
— bei Unterwasserexplosion 883
Regel von Dalton-Dühring 642
— von Dulong-Petit 646
Regel-Geschwindigkeit u. Temperatur 629
Regelung der Pulverbrenngeschwindigkeit 753
Regenbogen (Nebel) 932
Regen, elektrischer 935
Regenerativbrenner 547
Regenerativfeuerung 109
Regenerierung von Gasmasken 926, 983, 984
— von Permutiten 984
Regenfallgeschwindigkeit 903
Regenkanone 903, 905
Regen, künstlicher 903, 905
— von Quecksilber 982
— durch Sand, elektrischen 935
Regenschießen 796
Registriergeschosse 766
Regen, künstlicher 903, 905
Registriervorrichtung zur Druckmessung 761
— im Versuchsstollen 728
Regniers Eprouvette (Schw.-P.) 843
Regulierung der O-Atmung (Atembeutel) 986
— des Atmungsdrucks 986
Reibapparate 286, 473
Reibedraht 452, 470
Reibempfindlichkeit 254, 326, 342, 350
Reibflächen — Zündhölzer 453
Reibkegelapparat 286, 342, 473
Reiboxydation 618
Reibpendelprobe 252, 254, 405, 910
Reibprobe 473
Reibung an Glasflaschenstöpsel 252, 400
—, halbflüssige 080
— bei Kugelschuß durch Gase 846
— im Lauf beim Schuß 808, 840
Reibungsfunken 500
Reibungsgesetz-Coulomb 400
Reibungsprüfer (Rathsburg) 405
Reibungsversuch mit Pendelschlagmesser 910
Reibungsvorrichtung, automatische 405
Reibungswärme 405
— durch Luftwiderstand 833
Reibungsziffer (Rathsburg) 405
Reibvorrichtung, automatische 405
Reibzündröhren 470
Reibzündung, Explosivstoffe 405
—, Feststoffe 400
—, Flüssigkeiten 402
— mit Paraffinstreifen und Zündpillen 452
Reichweite des Explosionsstoßes 791
— des Schalls 741
— der Schwaden 789
— des Torpedos 886
— bei Verdunstung 643
Reifen, schwingende, und Straßen 797
Reifungsprozeß — Pflanzen 081
Reihenladung 860
Reihenpunkte 621
Reihenwurf (Bomben) 872
Reihenzünder 456
Reinheitskriterium, Schmelzpunkt 640

Reinigung von Giftkampfstoffen 940
Reinsdorfer Doppelleuchtgeschosse 379
Reißanzünder 463
Reißfestigkeit 980
Reiskornverfahren 788
Reiz, adäquater, inadäquater 972
Reizdruck auf Körper 817
Reizfarbe 549
Reizgrenze 973
Reiznebelhandbomben 966
Reizpistole (Polizei) 968
Reizschwelle für Geschmackstoffe 971
— für Riechstoffe 970
— für Schall 741
— für Wechselstromwirkung 741
Reizstoffe, parfümierte 977
— besonderer Wirkung 977
Reizzahl 973
Relativitätstheorie u. Wurfbahn 831
Remys Nebeluntersuchung 906, 907
Reserveluft (Atmung) 990
Residualluft (Atmung) 990
Resistenzzeit (Gasmasken) 984
Resonatoren 748
Resonanz 792
—, Knall 748
— bei Sprengkapseln in Aluminiumhohlzylinder 786
Resorption u. Atmung 975
Resorptionsförderung 998
Resorption durch Pflanzen u. Korngröße 939
Respirationsluft (Atmung) 990
Reststrahlenmethode (Rubens) 666, 492
Retorte, zusammensetzbare 031, 080
Rettungsraketen 827
R-G-T-Regel 109, 629
Rhenium 028
Rheum 998
Rheumasan 972
Rhodamin 590
Rhodan, Brennbarkeit 053, 394
Rhodan (Speichel) 971
Rhodanblei 455, 477
Rhodanverbindungen für Zündsätze 394
—, Feuererscheinung bei 715
Rhodanwasserstoff 053
Rhodium 026
Richmanns Mischregel 409
Richterol 091
Richters Zeitzünder 469
Richtlinien, Rohstoffbeschaffung 007, 028
Richtungshören 741
Richtung der Initiatorstoßwelle 785
— der Sprengsplitter bei bewegten Sprengmitteln 877
Ricinusöl, Brennbarkeit 087
—, medizinisch 998
—, Phlegmatisierung mit 257
—, Phlegmatisierung nach Esop 778
Ricochetteschuß 838, 856
Riechen 970
Riechkissen 970
Riechröhre 970
Riechstoffe 970
— in Leuchtgas 970
— an Räucherpflanzen 087
— unter Wasser 970
Riefen nach Schuß 809
Riemanns Stoßwelle 780, 790, 791
Riemenelektrizität 180, 190, 431
Riesenexplosion 867
Riffelbahnen in Bleiplatte 771
Riffsprengung im Meer 867
Rigolsprengung 866
Rilkes Brandgeschosse 832
Rillenanfeuerung (Leuchtsterne) 561, 581
Ringäther des Glycerins (Nitroprodukte) 350
Ringe an Goldstaub (Materialprüfung) 890
Ringe von Raschig 926
Ringersche Lösung 991
Ringkörper 060
— u. Chlorate 306
—, heterogene 070
— u. Perchlorate 306
Ringnitrokörper 350
—, Additionsverbindungen 365
—, Erstarrungsprodukte 370
—, Festigkeit von 354
—, Kristallform von 352
—, Nitrierung 350, 351
— zum Gelatinieren 348, 379
— phlegmatisieren Nitroglycerin 785
—, Physiologie der 369
—, Porösität 356
—, Pseudosalzbildung 364
—, Salzbildung von 363
—, Schwaden 378
—, Symmetrie u. Zerfall 785
—, Verdichtung von 353
—, Verpuffung der 374
Ringperoxyde 303
Ringspannung (Spannungswinkel) 621
Ringsuperperoxyde 303
Rinnenbrennversuche 150, 343
Risse bei Absaugung von Niederschlägen 797
— bei Fernstoß an Gebäuden 798
— in Pulversatz bei Raketen 821
Rißfigur bei Eissprengung 797
Rißzone (Minen) 860
Ritzverfahren für schnelle Schwingungen 742, 840
Roburit 379
Rochette (Spindelchen) 820
Rodmanns Kerbmeißelapparat 761, 766
Röhrendurchmesser u. Det.-Geschw. 757, 780
Röhren, enge, Versuche mit Na in 714
Röhre, kaltwarme, St. Claire-Deville 739
Röhrenpulver 343
— beim Brennen 082, 753
Röhrenstimmgabel zur Synchronisierung 755
Röhrenverbrennung (Strohhalm) 082
Röllchenpatrone (Kunstatmung) 986
Röntgenaufnahme von Schüssen 859
Röntgendiagramme bei Explosionen 711
— bei Verbrennung 623
Röntgenmaterialprüfung 890
Röntgenstrahlen 573, 590
Röntgenstrahlenphosphoreszenz 591
Röntgenstrahlen, Zündung durch 498
Rößlerofen 108
Rösten 082
— von Flachs 082
Rohgasbrenner 525, 526
Rohr 800

Rohrabnutzung 801
Rohranbohrung, Gasentnahme 738
Rohr ausblasen 718
Rohrausbrennung bei Waffen 615
Rohr, Autofrettage 800, 890
Rohrbewegungsmesser 816
Rohrdetonierer 754, 801, 808, 876
Rohr, Druckberechnung (Oswald-Luther) 768
Rohr, Drucksteigerung in 754
Rohrenge (Kaliber) 800
Rohr gekrümmt, Hochschuß 838
Rohr mit Grafit (Korrosion) 617, 801
Rohrhärtung 800
Rohrinneres, Druckausgleich 816
Rohrinnenuntersuchung 615
Rohr, konisches 808
Rohrkrepierer 295, 475, 615, 754, 801, 808, 876
Rohrleitung, Innenzündung 350, 410, 411
Rohrmaterial, Katalyse 838
Rohrmetallverschleiß 738
Rohrmündung, Geschoßgase an 832, 834
Rohrpost, pneumatisch 830
— mit Unterdruck (Guericke) 830
Rohrschwankungen nach Vieille 815
Rohrsicherheit 475
Rohrtemperatur und Flugbahn 838
Rohr, ungezogenes, Flugbahn 832
Rohrverkürzung, Druckmessung 766
— bei Leuchtpatronen 563
Rohrverkupferung, Schutz gegen 807
Rohrwandung, Dehnungsformel 800
Rohrweg des Geschosses 808
Rohrweite (Kaliber) 800
Rohrwiderstand 766, 800
Rohrwischer 615
Rohrzerspringer 801, 876
Rohrzucker, Verbrennung 048
—, katalytische Verbrennung 427
Rohstoffmomente 007, 011, 017, 028, 043, 048, 080, 087, 088, 091, 150, 996
Rolle des Fiebers 999
— des nascierenden Sauerstoffs 210, 625
Rostabbrand (Ofen) 174
Rosten 029, 236, 255, 616
Rostfeuerung 174
Rostgeschwindigkeit 252
Roststäbe 174
Rost — Stromlinienführung 174
Rostverhütung 029, 203
Rostverschleiß durch Asche 174
Rotamesser 760
Rotationsbewegung des Geschosses 614, 842
Rotationsenergie an Mündung 842
Rotation — Fliehbolzen 475
Rotationsrakete (Hale) 823
Rotationsspiegel 548
Rotblindheit 549
Roter Phosphor 015
— Phosphor und Chlorat 254
Rotfeuer 580
Rotglut 505, 636
Roths Methode der Det.-Geschw.-Messung 755
Rotierende Geschosse, Sprengstoffguß in 350
Rotierender Spiegel, Explosionsflamme in 711
Rotierender Spiralbohrer (Drall) 834
Rotor (Flettner) 657, 834
Rotor, Explosionsstoß gegen 796
Rotwein, Geschmacksprüfung 971
R-Patrone 568
Rubeanwasserstoff 053
Rubens-Reststrahlenmethode 666
Rubens-Schallmeßrohr 112, 525, 740
Rubidium 020
Rubren 065
Ruck — Stoß 790
Ruck beim Raketenauto 799
Rüböl 087
Rüböllampe 544
Rückenwind 923, 963
Rücklaufmesser 766, 840, 841
Rücklauf von Rohr 800
Rückschlagsicherung (Drahtnetz) 525
Rückschlagwirkung der Schwaden im Vakuum 787
Rückseite von Bleiplatten 771, 782, 793
Rückstandsbildung im Motor 158
Rückstoßabschwächung (Waffe) 818
Rückstoß — Alkalimetalle auf Wasser 020
Rückstoß, allgemein 810
Rückstoßausnützung (Waffe) 818
Rückstoßbremsung an Flugzeug 819
Rückstoßdämpfer 818
Rückstoßenergie (Geschoß) 842
Rückstoß bei Explosion, gerichteter 811
— bei Explosion von Gasen 814
— bei Explosion von Nebeln 813
— bei Explosion von Stäuben 813
— bei Geschoßhülsen 816
— bei Leuchtsternen 814
— bei Leuchtfeuerwerk 814
— bei Patrone außer Lauf 816
—, physiologisch 817
— als Schwadeneffekt 130, 731, 789, 811
— bei Waffen 816
— bei Zündmitteln 812
Rückstoßmessung, hydrostatische 843
— mit Pendelbrisanzmesser 811
Rückstoßverstärker 818
Rückwärtsgehende Schwaden 730, 789
Rückzündung 435
Rüdenbergs Brisanzausdruck 770
Rührwirkung durch Ultraschallwellen 797
Rüttelfestigkeit 285, 455, 456
Rüttelmaschine 285, 482
Rüttelprobe (Zündhütchen) 285, 472
Rüttelverdichtung, Feinbau bei 285, 920
Ruhende Sprengstoffe, Wirkung bei Explosion 860
— Sprengstoffe in Waffe, Explosionswirkung 881
Ruhewert 999
Ruhiges Feuer 500
Rum 047
Rumfords Flammenkalorimeter 604
— Schattenmethode 548
— Versuche betr. Lauferwärmung 400, 614
Rumpfvolumen u. Atmung 990
Rundbrenner 544
Rundfunk, Knall 742
—, Lautstärke 742

Rundkopfgeschoß 804
Rundum-Lafette 800
Rupffestigkeit 980
Ruß 031
Rußabscheidung in Chlor 522
— bei Explosion 350, 379
— in Flüssigluftsprengstoffen 208
Russel-Effekt 215, 428
Rußen, Vergleich mit Klopfen 168
Rußformen bei Rauch 922
Rußinterferenzstreifen 840
Russische Säbelkerzen 989
Rußtelegraphie (Flugzeug) 914
Rußverbrennung, flammenfrei 032
Ruthenium 026
Rutheniumtetroxyd 232
Rutschkegel (Stauchung) 761, 766, 776
Rutschrinnen für Stäube 830, 965
Rydberg-Zahl 574, 575

S

Saccharin 073
Sackminen 860
Säbelkerzen, russische 989
Sätze für Funkenzünder 455
— für Glühzünder 455
— für Leuchtpatronen 560
— für Signalpatronen 580
— für Widerstandszünder 457
— für Zündhütchen 451, 472
Säulenzünder (Rakete) 288, 469, 474
Säureaustreibung 691
Säure des Benzols, Nitrokörper der 350
—, feuerfest 691
Säurehalogenide 050
Säuren von Ketten 046
Säurelösung von Metallen 623
Säuren von Ringen 063
Safrol, elektrisches 431
— u. Ringnitrokörper 368
Salben 972
Salicylid, Salicylidchloroform 063
Salicylsäure 063
Salicylsäuresynthese unter Explosionsdruck 898
Salmiaknebel 912
Salmiak (Rauch) 270, 906, 912, 920, 938
Salophen, Lumineszenz 592
Salpeter, Ammon- 293
Salpeter, Kali 280
— zum Konservieren 999
Salpeter-Natron 290
Salpeterpapier 460, 461
Salpetersäure 278, 906
Salpetersäureester 322, 350
Salpetersäuresalze von C-Verbb. 310
Salpetrige Säure 273
Salpetrigsäureester 320
Salpetrigsäuresalze 274
Salutschüsse, Springen von Glocken bei 797
Salzablagerungsstellen im Körper 998
Salzbildung bei Ringnitrokörpern 363
Salze von Chromsäuren 308
Salzkottener Kannen 681, 684
Salzlösung, Schleier von 688
—, Sprengung unter 887
—, Torpedowirkung unter 888
Salze von Mangansäuren 308
Salze von Nitrokörpern 363
—, Metallgewinnung nach Kast 371, 378, 731
Salzsäure und Fulminate 382
— für Salmiaknebel 906
Salzsprengung 865
Salze, Sprengung unter 887
Salzstaubentwicklung 730
Salzstaub durch Schuß im Salzbergwerk 730
Salze von Wasserstoffsuperoxyd 220
Samarium 024
Sammelröhren für Gasanalyse (Kast) 350, 737, 738, 769
Samum 650
Sand 236, 252, 287
Sandarten, Stauformen durch Stempel 350, 850, 895
Sandbesatz bei Lampen 689
Sand, elektrischer 935
Sandkastenversuche 916
Sandkohle 031
Sand als Lauffüllung, Geschoß 808
Sandstaub (Staubexplosion) 686, 697
Sandstreuer bei Thermitbomben 861
Sandsturm 657
Sanduhr zur Besatzprüfung 861
Sandverformung 895
Sandzerschmetterung als Brisanzprüfung 775, 898
Saponine (Schaumbildner) 678
Sarnström-Apparat (Verbrennung in Flüssigkeit) 058
Satzringe (Zünder) 472, 473, 475
Satzringexplosion 475
Satzscheibenpulver 474
Satzstück, Zünder 475
Sauerstoff in Luft 200
— abgebende Substanzen im Kalorimeter 606
—, aktiviert 204
Sauerstoffanreicherung in Raumluft 203, 205
Sauerstoffatmung, künstlich 986, 987
Sauerstoffbedarf im Blut 986, 990, 999
— zu Verbrennung 201
Sauerstoffbestimmung in organischen Stoffen 203
Sauerstoff im Blut zur Atmung 993
Sauerstoffbombe 210, 986
Sauerstoffdruck, Kraftstoff unter 091
Sauerstoffdurchlässigkeit von Stoffen 203
Sauerstoff, flüssig 200, 204
—, flüssig, für Raketen 824
—, Funkenstrahl in 501
Sauerstoffgebläse 109
Sauerstoffgehalt im Blut (Photozellenuntersuchung) 991
Sauerstoffgerät, -bombe 686
Sauerstoffgeräte, chemische 987
Sauerstoff und Körperzellen 990
Sauerstoff, komprimierter, Brennen in 203, 600, 606, 610
Sauerstofflieferanten für Kalorimeterversuche 604
Sauerstoff in Luft 200
Sauerstoffnachweis durch Wärmeleitfähigkeit 203, 663, 666
Sauerstoffprüfung mit Strohhalm 202

Sauerstoff, rein 202, 203
—, Rolle bei Verbrennung 625
Sauerstoffsammler (Terpentinöl) 088
Saugfähigkeit (Filter) 980
Sauglampen 544
Saugwiderstand bei Luftwiderstand 833
Saugwirkung d. Explosionsstoßes 795
— beim Torpedo 882, 886
— an Windfang 795
Saugzugverblasen 174
Saum des Bunsenkegels 524, 525
Scandium 023
Schachtelhalm 972
Schachtofen 108
Schachtsprengung 867
Schädelschuß 859
Schädigung von Waffen, Maschinen durch Nebel 938
Schädlingsbekämpfung 979
— u. Schwebstoffeinheit 939
—, Selbstentzündung (Chlorate) 428
Schalbier, Schaumbildung bei 678
Schalenpatronen 986
Schall 740
Schallabsorption 749
Schallbeugung 748
Schalldurchgang 748
Schallfeld 742
Schallfortpflanzung 737, 930
Schallgeschwindigkeit u. Det.-Geschwindigkeit 759
— u. Leitungsmaterie 740
— u. Reaktionsgeschwindigkeit 789
— u. Temperatur 740
Schallmessung — Oscillograph 742
Schallmeßverfahren 711, 741, 746
Schallreichweite 741
Schallrohr 740
Schallschatten 748
Schalltoter Raum 748
Schallwellen u. Jodstickstoff 491, 793
Schallwelle verstärkt Detonationswelle 780, 782
Schallwellenkrümmung 741, 748
Scharfkantige Körper u. Explosivstoffe 861
Scharf wirkende Pulver 767
Scharten (nach Schuß) 809
Schatten, bunte 548, 549
Schattenmethode von Rumford 548
Schattenverfahren von Boys 836, 840
Schaum 678, 900, 902, 920
Schaumbildung 678
Schaumdruck 678, 902, 920
Schaumerzeuger 678, 902
Schaum, fester 920
Schaumhaltbarkeit 902
Schaumlöschung 678
Schaumuntersuchung 678
Schaum-Wirbelringe 678
Scheideapparat 350
Scheintod (Neugeborener) 999
Scheitel der Flugbahn 835
Scheiterhaufen 096
Schellack 098
Schellackersatz in Leuchtsätzen 560
— in Signalsätzen 580
— in Zündhütchen 472
Schellack-Kreidekitt 464
Scherben von Schleifstein 830, 877
Scherfestigkeit 890
Scherstaubexplosion 187
Schichtdicke bei Rauch 921
— u. Schlagempfindlichkeit 405
Schichtenfilter 980
Schichten, parallele 752
Schichtenweises Abbrennen 752
— Abbrennen der Raketen 822
Schichtweise Aufnahme der Fremdluftstoffe 982
— Wärmeübertragung 780
Schiebende Verdämmung 861
Schieferkohle 031
Schieferöle 094
Schiefersteins Schwingungssystem 709, 793
Schiefes Auftreffen der Geschosse 855
Schießapparate (Nagelschießmaschine) 844, 845
Schießbaumwolle 330, 331, 342
—, Denitrierung 330
Schießbilder mit Knall 747
Schießbock 832, 850
Schießen zur Entseuchung 987
Schießmittel 285, 340, 606, 607, 720, 724, 726
—, Feuer 717
—, Gasdruck 766
—, Rauch 734, 735, 736
— bei Luftfeuchtigkeit 288, 923
Schießofenglas, Druckwiderstand 768, 896
Schießofenrohrexplosion 701, 702
Schießofenrohr, Splitterprüfung 864
Schießofenversuche 108, 190
Schießplatz u. Fernstoßwirkung 895
Schießstandsicherung 894, 895
Schießwolle (s. auch Schießbaumwolle) 330, 331, 342
—, geschabt (Glühzünder) 455
Schießwollfilter 929
Schießwolle zur Raucherzeugung 913, 914, 918, 919
— mit Ringnitrokörpern 350, 379
— und Wasser 788
Schiffsgranaten (Skagerrakschlacht) 350, 375
Schiffe u. Neutralisationsnebel 906
Schiffsrettungsraketen 827
Schiffsschraube 834
Schild des Achilleus 897
Schild zum Schutz 893
Schilfrohrverbrennung 082
Schilfrohr (Zündholzarten) 454
Schillings Ausflußapparat 921, 951
Schimmelvorgang (Nitrocellulose) 330
Schläfenschlag (Todeseintritt) 999
Schlaf 999
—, Temperatureinfluß 999
—, Verdauung im 999
Schlagapparat 473
Schlagbolzen 473, 800
Schlagempfindlichkeit 406
Schlagende Wetter. Blitzlichtaufnahme 550
Schlagfigur auf Bleiplatte 771
Schlagfiguren elektrischer Funken 797
Schlag, gleitender (Dupré) 405
Schlaghammer, Stauchung 766
Schlag, heißer 484, 890
Schlagkreuzmühle 252, 910

Schlagmesser 890
Schlagprobe auf Amboß 406
Schlagen des Pulvers für Raketen 821
— der Sätze für Leuchtpatronen 561, 581
Schlagspitze, Form, Material 473
Schlagstauchversuch 890
Schlagwetter, Explosion in brennbarer Luft 722, 728
Schlagwetterexplosion kombiniert mit Kohlenstaubexplosion 780
Schlagwetter, Fernwirkung 794
Schlagwetternachweis (Nellissen) 041, 722, 925
Schlagwetterpfeife 737, 742, 930
Schlagwettersichere Motoren 681, 684
Schlagwettersicherheit 209, 720
Schlagwetter, Wirkungszunahme mit Entfernung 780, 794
Schlagzündschraube 288, 472
—, Wiederverwendung 472
Schlagzünder bei Attentaten 474
— bei Handgranaten 474
Schlagzündstoff-Sprengkapsel 480
Schlagzündung 400, 453, 473
— bei Gewehren, Geschützen 473
Schlagzündvorrichtung 473
Schlangengift, atemlähmend 992
—, stärkster Giftträger 927
Schlauch mit Besatzmaterial 861
Schlauchelektrode (Schweißen) 508
Schlauchgerät — O-Atmung 985, 993
Schleichbrand (Äther) 130
Schleier von Flüssigkeiten zur Feuerdämpfung 688
Schleiffunken 432, 500
Schleifrad für Funken 432, 500
Schleifstaub 910
Schleifsteinscherben 830, 877
Schleimhäute der Lunge 972
Schleimhäute des Magens 972
Schlemmschleuder 920
Schleudergußrohr 800
Schleudergußverfahren 350
Schleuderpflanzen 830
Schleuderstock 830
Schleuderversuch mit Pendel 830
Schleuse — Gasschutzraum 989
Schlierenmethode (Mach) 840
Schlierenphotographie 525, 836
Schlierenverfahren bei Initiatoren 785
Schliffbild (Kohle) 031
Schlittenaccelerograph 766
Schlitzbrenner 544
Schlitz, enger, u. Geschoßbeugung 852
Schlot 174, 175
Schmalfuß, O-Nachweis 081, 203
Schmeckstoffe 971
Schmeckvermögen 971
Schmelzen im Wasserbad 257
Schmelzpunkterniedrigung 640
Schmelzpunkt u. periodisches System 640
Schmelzpunktröhrchen, Explosion 714, 756
Schmelzpunkt unter Druck 640
— der Ringnitrokörper 370
Schmelzreaktionen, Temperaturmessung 632
Schmelzwärme 627, 640
Schmerzlinderer 972, 999
Schmierfähigkeit 257
Schmiermittel 080, 087, 093
Schmiermittel, Verkokung 031, 080, 087, 093
Schmiermittelzersetzung 910
Schmieröl-Brennbarkeit 090
Schmierölverkokung 031, 080
Schmierwirkung 268
—, Kappengeschoß 852
Schmirgelleinen (Reibzündung) 473
Schmirgel in Zündsätzen 472, 473
Schnabel-Bone-Oberflächenverbrennung 517
Schnappdeckel 983
Schneckentrommel 560
Schneeelektrizität 431
Schnee als Gasadsorbens 987
— als Geschoß 808, 847
—, indischer (Salpeter) 280
—, roter 920
—, schwarzer 910
Schneeschuß 847
Schneidbrenner 109
Schneidfunken unter Wasser 502
Schnellfuß 284
Schnelligkeit der Wärmeübertragung 661
Schnellzündschnur 288, 466, 703
—, Bogenschlag 756, 811
Schnellzündschnurfeuer 712
Schnittapparat (Uchatius) 761, 766
Schnüren (Sprengtechnik) 792, 860
Schnupfen 970
Schoops Spritzverfahren 177, 877, 890, 905
Schornstein 175
Schornsteinaufsatz 175
Schornsteinbrandlöschung 679
Schornsteinfegerkrebs 998
Schornsteinfilter (Cottrell) 935
Schornstein u. Rauchfahne 922
Schornsteinsprengung 867
Schotterung, Eisenbahndamm 861
Schrägrost 174
Schrapnell s. Shrapnel
Schraubenversuche (Drall) 834
Schreckpistole mit Knall 747
Schreibschrift auf verbranntem Papier 086
Schrot 805
Schroter 920
Schrot, Flugbahn 832
Schrotkörner, Deformierung an Mündung 808
Schrotkugeln, Geschwindigkeit 841
Schrotpatronen mit Leuchtspur 569
Schrot, Streuung bei 838
Schürofen 174
Schüsse, mehrere, auf dieselbe Materialstelle 890
Schüttfiguren (Pulver) 910, 965
Schütthöhe (Pulver) 910, 965
Schüttkegel 285, 910, 965
Schützengrabensprengung 868
Schulter, Rückstoßwucht auf 817
Schultze-Pulver 349
—-Sprengkapsel 481, 786
Schuß auf Bahn, erzwungen 839
— gegen bewegte Eisenplatten 890
— mit elektrischem Sand 935
— durch Flamme 526
— mit Flüssigkeiten 487
Schußgase an Rohrmündung 832, 834, 841

Schußhöhe 835
Schußkanal und Geschoßquerschnitt 850
Schußknalleindruck 741
Schußknall — Intensität 746
Schußkurven — Druck 767
Schuß mit Lehm durch Eisen 847, 852
Schußnarben auf Mond 860
Schußrauch 735, 736
Schußrohrpost 839
Schuß, senkrecht 835, 838
Schußsicherheit 893
Schußspuren-Nachweis 850, 859
Schuß auf Stahl 890
Schuß mit Wasser 808, 847, 850
— auf wasserhaltige Organe 859
Schußweite 835
—, Nebelgeschosse 909
—, Verringerung durch Abschleifen der Züge 800, 835
Schußwirkung auf Gase 846
— des Shrapnels 807
Schutzbauten 895
Schutzräume gegen Gasangriff 989
Schutzschild 893
Schutzsprengmittel 869
Schutz gegen Rohrverkupferung 807
Schwaden 730, 900
Schwadenanalyse 039, 209, 737, 738, 739
Schwaden von Bränden 084, 914
Schwadendichte 756
Schwadeneffekt 130, 731, 789, 811
—, Rückstoß 130, 731, 789, 810, 820
Schwaden, eigene 731, 732, 733, 734, 736
Schwadenentwickler (Dräger) 908, 915
Schwaden bei Explosion 731
—, fremde 730
Schwadengeschwindigkeit 759, 789
— und Brisanz 770
— und Det.-Geschwindigkeit 759
Schwadenionen 719, 739, 755, 783
Schwadenmeßverfahren 730, 731, 732, 735, 736
Schwaden bei Pulvern 734, 735, 736
Schwadenreichweite 789
Schwaden, rückwärts 731, 789
— bei Saugwirkung 795
Schwadenschießen 966, 968
Schwaden, Sekundärreaktionen 739
Schwadenstärke — Geschützart 735, 736
Schwadenspektroskopie 738
Schwaden bezl. Sprengstoffeinteilung 739
Schwadenstoß 789
— und Kopfwelle 836
Schwaden bei Teildetonation 733
— im Vakuum, Rückschlag 733, 787
Schwadenvergiftung 737, 738, 739
Schwaden vorwärts 731, 789
Schwärmer (Feuerwerk) 567
Schwamm 132, 980
Schwankungen, periodische (Vieille) 815
Schwanz der Rakete 823
Schwanzwelle am Auto 836
— am Geschoß 836, 840
Schwarzer Körper (Strahlung) 665
Schwarzpulver, Autokatalyse der 287, 427
—, elektr. Aufladung 934
Schwarzpulver, Feuer 717
—, Herstellung 286
Schwarzpulver, Katalyse bei 287, 427
— in Löschdosen 679
— mit Paraffin statt Schwefel 289
—, Raketenverdichtung 821
— nach Raschig 289
—, Rauch 288, 735, 923
Schwarzpulverentmischung 286
Schwarzpulverleitfeuer 469
Schwarzpulverzeitzündschnur 464
Schwarzpulverzündschnur 460, 462
Schwebanalyse 285
Schwebewaage, elektrische (Gasdichte) 921, 951
Schwebstoffe 900, 920, 950
Schwebstoffilter 975, 983
Schwebstoffe, Untersuchung — Photozelle 933
Schwebung, Welle 781, 793, 794, 796
Schwedische Sprengkapsel 481
Schwefel 011
Schwefel, kolloidaler (Schwarzpulver) 287
Schwefel in Schwarzpulver 051, 285
Schwefel, Zünderleichterer 407
Schwefelantimon 017
—, Katalysator bei Kautschukverbrennung 088
— in Zündsätzen 465
Schwefelblumen 285
Schwefeldampf — Thermolumineszenz 593
Schwefeldioxyd, Löschgas 679
— in Rauchgasen 939
Schwefel-Eisengemenge zur Giftkampfstoffverdampfung 969
Schwefeleisen, selbstentzündlich 423
Schwefelersatz in Schwarzpulver 289
Schwefelfaden 433
Schwefelkohlenstoff 051, 331
—-Explosion 750
— und Phosphor 014
—, Verdunstungskälte 014
Schwefelnebel bei Verbrennung 907
Schwefelsäure 011, 254, 261, 267, 287, 330
— und Chromate, Bichromate 246
—, Nebelbildner 906
— und Permanganate 241
Schwefelschwärmer 461
Schwefelstickstoff 394
—, Feuer bei 716
Schwefeltrioxyd (Nebelbildner) 906
Schwefelverbindungen von Ketten 051
— von Ringen 072, 074
Schwefelwasserstoff 011, 270
Schweflige Säure (Giftgas) 942
Schweigenszone 748
Schweiß 972
Schweiß — Buttersäure 472
Schweiß — Wirkung auf Umgebung 792
Schweißen von Metallen durch Explosion 890
Schweitzerkunstseide 049
Schwelkohle 031, 080
Schwellenamplitude 799
Schwellenwert bei Lichteindruck 548, 549, 710, 711
— bei Stoß 799
Schwelnebelgerät 908
Schwelung 031, 080

Schwenken der Flugbahn 835
Schwenktrommel 285, 560, 580
Schwermetallazide 386
Schwermetallchlorate 253
Schwermetalle 026, 027, 028, 029
Schwermetalle und Kohlenstoffverbindungen 058
Schwerpunktslage am Geschoß 804, 806
— bei Raketen 821
Schwerspat 287
Schwieningsche Zündmasse 454
Schwimmaufbereitungsverfahren 920, 921
Schwimmblase der Fische 994
Schwingmaschine (Erschütterungsmessung) 792
Schwingungsdauer 740
Schwingungen am Lauf 815
Schwingung in Leydener Flasche 495
Schwingungsmesser, optischer 796
Schwingungsmessung (Oszillograph) 742, 840
Schwingung von Molekülen 709
Schwingungssystem nach Schieferstein 793
Schwingungsversuch von Dove 505
Schwingungszahl 740
Schwingungszone (Minen) 860
Schwitzende Körperstellen, Hautgifte auf 975
Sclerograph, Scleroskop 472
Seberts Velocimeter 816
Sechseckringe und Brennbarkeit 070, 071 072, 621
Sechseckring und Zerfall 621, 785
Secundärfeuererscheinung 718
Secundärflugbahn 832
Secundärreaktion — Feuerbeeinflussung 711, 728
Secundärreaktionen (Schwaden) 739
—, Verhinderung durch Arbeitsleistung von 739, 769, 773
Secundärer Windstrom 655
Sedimentation 920
Sedimentationsgleichgewicht 920
Seekrankheit 977
Seelenachse 800
Seelenlänge 800
Seelenraketen 821
Seelenraum, Druckverlauf 767
Seeminen 881
Seeschießen 742, 786, 792
Seetiere, Öle, Brennbarkeit 099
Seezeichen, Erkennbarkeit 548
Segelflug 650
Segerkegel 631
Segners Wasserrad 810
Sehen, stereoskopisches (Rot-grün-Brille) 549
Sehpurpur 548
Seide, künstliche, Brennbarkeit 049
—, natürliche Brennbarkeit 097
Seidenglanz 548
Seife 046
Seifenblasenversuch 000, 113, 116, 270, 271
Seifengeruch 970
Seife für Hartspiritus 043
Seifenschaum 678
Seifenstaubexplosion 187
Seismik des Knalls 741
Seismographie 792, 796
Seismographische Geologisierung 792
Seitenabweichung bei Geschoß 834
— durch Drall 835
— durch äußere Einflüsse 835
Seitenanfeuerung 561, 581
Seitenflächengeschosse 839
Seitengewehr, aufgesteckt, Geschoßabweichung 835
Seitenketten, Aboxydation von 622
Seitenkettentheorie, Ehrlichs 621
Seitenstollen, Druckmessung 766
Seitenwind 923, 963
Selas-Licht 547
Selbstentzündlichkeit 420, 421, 429
Selbstentzündliches Schwefeleisen 423
Selbstentzündlichkeit von Phosphor 014
Selbstentzündung 420
— von Azetylenhalogenverbb. 429
—, biologische 420
— chlorathaltiger Pflanzen 428
— von Metallalkylen, Metallarylen 424
— im Motor 164, 165, 167, 420, 422
— von Patronen in Waffe 473
— von Putzlappen 087
Selbsterwärmung der Pflanzen 999
Selbstexplosion bei Äther 302
—, Äthylperoxyd 302
— von Aziden 387
— von Brenztraubensäure 706
— bei Flüssigluftmischung 207
—, Halogenazetylenverbindungen 429
— von Isoamylnitrit 706
Selbsthypnose 799
Selbstinitiierung 785
Selbstladeprinzip 818
Selbstmord durch Schuß, Nachweis 036
Selbstspannersicherung 800
Selbstverdauung 998
Selektivlösung (Kohleextraktion) 080
Selen 012
Selenkettenverbindungen 052
Selenkohlenstoff 052
— und Lösung von Phosphor 014
Selenringverbindungen 072
Selenschießpulver 289
Selenschwefelkohlenstoff 052
Selenthermite 236
Selenwaserstoff 012
Selenzellen 548, 666, 933
Seltene Erden (Nitrate) 552
Selterswasserflasche 830
Semipyrophore 423
Senföl 053, 972
Senfpflaster 972
Senkrecht fallende Kugel, Eindringtiefe 851
Senkrechter Schuß 835
Senkungsgeschwindigkeit 920
— von Blut 991
Senna 998
Sensible Nerven 971
Sensibilität 785
Sensibilitätskoeffizient 793
Sensibilitätsprüfung, Nitrokörper 375
—, Zündhütchen 473
Sensitive Flamme 526, 796
Sensitometrie 548, 564
Seo-Photoverfahren mit Al 023

Serienbrenner 526
Seriensprengung 782, 860
Serumtherapie 973
Seßhaftigkeit von Giftkampfstoffen 955, 970, 980
Seßhaftigkeit, Nebel, Rauch 926
Sesquiterpene 088
Sherardisierverfahren 619, 645, 966
Shokartige Giftwirkung 973
Shokartige Wirkung auf Granatladungen 876
Shokartige Wirkung beim Schuß 799
Shrapnel 350, 807, 832, 968
—, Flugbahn 832
—, Granate 875
—, Kugelgeschwindigkeit 832, 841
Shrapnelmine 868
Shrapnel, Sprengpunktermittlung 916
Sicherheitsdynamite 350
Sicherheitsglas 896
Sicherheitsgrubenlampe 682, 683, 861
Sicherheit gegen Schlagwetter 728
Sicherheitsvorlagen bei Azetylendarstellung 042
Sicherheitszündhölzer 453
Sicherheitszündschnur 465
Sicherung von Schießständen 894, 895
Sichtbarkeit des fliegenden Geschosses 837
— im Mikroskop 920, 950
— von Rauch (Entfernung) 730
Sichtbarmachen der Flugbahn 837
— ultraroter Strahlen durch Elektronengerät 492, 549
Siebanalyse 285
Siebenringe 060
Sieb, Flüssigkeiten durch 903
Siebguß (Schrot) 805
Siebmethoden (Feinheitsmessung) 920
Siedeanalyse 642
Siedegeschwindigkeit 642
Siedepunktänderung 642
Siedepunktänderung und Zündpunkt 410
Siedepunkterhöhung 642
Siedeverzug 642, 663
Siedewärme 642
Siegburgit 088
Siegellack und Explosionsstoß 797
— und Explosivprüfung 897
Siegellacktropfen, brennend, Fall von 141, 512
Siegertformel (Heizwert) 628
Siemensscher Funkenchronograph 755, 756
Sigla-Glas 896
Signalbomben 568, 588
Signalbuntrauch 910
Signalfeuer 540
—, Milchzuckerwirkung 577, 580
Signalflammenbeobachtung 578
Signalisieren mit Azetylen-Sauerstoff 104, 550
Signalpatronen 580, 588
—, rückfallende 583
Signalraketen 826
Signalrauchmittel 916
Signalsterne 584
—, Rückstoß 814
Silane 018
Silane-Rauchfiguren 018
—, Selbstentzündlichkeit 429
Silber 026
—, Blasensilber 204
Silberazid 387
Silbercyanamid 395
Silbercyankalium 381
Silberfulminat 381
Silbergehalt — photographisches Papier 086
Silberknallkalium 381
Silbernitrat 395
Silberoxalat 046, 397
Silberoxyd 230
Silberpermanganat 243
Silberperoxyd 230, 252
Silberpersulfat 226
Silberphenyl — Silbernitrat 299
Silbersternregen 566
Silbersuperoxyd 230, 252
Silesia-Sprengstoff 257
Silicagel 926, 982
Silicium 018, 254
Siliciumalkyle 057
Siliziumaryle 077
Siliciumcarbid 057
Siliziumchloroform, Lumineszenz 598
Siliciumdioxydreduktion durch Magnesium 233
Siliciumdioxydmischung, durch Zündholz zündbar 234
Siliciumwasserstoff 018, 424
Silicocyan 018
Silicole 057
Silicone, Lumineszenz 598
Silvesterfeuerwerk 566
Singende Flamme 529
Sinterkohle 031
Sinterkorund (Zündkerzen) 437
Sinterungsthermometer 631
Sinusgeflecht 799, 990
Sivys Schwadenuntersuchungen nach Schuß 730, 738
Skagerrakschlacht 377, 405, 406, 486, 788, 876
Skisprung, Weite 835
Sklerograph 472
Sklerometer 472, 890
Skleron 023
Skleroskop, Kugelprüfung 804, 890
—, Zündhütchenprüfung 472
Smirgel 472, 473
Smithells-P-Oxydation, Lumineszenz 596
Sömmerda-Aufladungszündung 456, 458
Sohlenbreite (Wall) 798
Solarkonstante 665
Solarplexus 799, 990
Solenoide zur Geschoßgeschwindigkeitsmessung 840
Solenoidgeschütze 830
Solvatochromie der Ringnitrokörper 357
Solventnaphtha 350
Sommersprossen 972
Sonderergebnisse bezl. Geschoßgeschwindigkeit 841
Sondergeschosse, Durchschlag 851, 852
—, explosive 875
Sonderrolle des Sauerstoffs bei Verbrennung 625

Sonne (Glut) 506
Sonnenbestrahlung und Giftkampfstoffe 988
— von Sprengstoffen 342
Sonnenbrand 972
Sonnenbrille (Neophanglas) 579
Sonnenkraftmaschinen 492, 665
Sonnenlichtoxydation 421
Sonnenofen 492
Sonnen von Pulver, feucht 648
Sonnenreiz 970, 972
Sonnenscheinventil 547
Sonnenstrahlung erzeugt elektr. Ladungen 665
— und Wetter 665
Sonnenstürme 506
Sonnwendfeuer 979
Sorelzement, Giftkampfstofffestlegung 966
—, Nitrokörper in 368
Spätzeitzünder (Bombe) 869
Spätzerspringer 878
Spätzündung (Motor) 167
Spaltbarkeit in freie Atome durch Explosion 783
Spaltglühzünder 457
Spalttöne 740, 748
Spaltung von Antimon- und Arsenwasserstoff in Flammen 536
— in Atome durch Druck 899
— in Moleküle bei Verbrennung 626
— von Teer, Ölen (Cracken) 080
Späne in Metallen (Cohärer) 457
Spanabheben 850, 890
Span, glimmender 203
Spannungsabfall von Gasen = Knall 740
Spannungswinkel in Ringkörpern 060, 621
Sparstoffmomente 007, 011, 017, 028, 043, 048, 080, 087 088, 091, 150
Spat, Spaltbarkeit 895
Specifisches Volumen 769
Specifische Wärme 646
Speck, Brennbarkeit 098
Speckschicht, Wärmeschutz (999)
Specksteinbrenner 524
Spectralanalyse 578
Spectralapparate 578
Spectralbeobachtung 524, 532
Spectralphotographie 578
Spectralsalzplatten 575
Spectralsalze von Sprengstoffen 363, 719
Spectralsalzverstäubung 902
Spectrogrammaufnahme 637
Spectroskopie des Explosionsfeuers 710
— der Schwaden 738
Spectrumanregung durch chemische Reaktion 593, 594, 595
Spectrum von Aschen 031, 572, 578
Spectrum und Atombau 578
— durch Elektronenstoß 574
— durch Innenerhitzung von Dämpfen 574
— durch Lichteinstrahlung 574
— von Salzen der Sprengstoffe 363, 719
— von Svan 575, 578
— und Thermosäule 666
Speichelfluß 970
Speichel, Rhodan im 971
Speichelsekretion 998
Sperre durch Sprengballons 988
Sperrholz imprägnieren 690
Sperring 475
Sperrschichtzelle (Lichtmessung) 548
Spezzia-Kommission, Durchschlagsformel 850, 890
Sphärokolloide 620
Sphärometer (Geschoß) 804
Spiegelapparat 350
Spiegelzylinderuntersatz für Versuche 110
Spiegel, rotierend 548, 711
Spielgewehr 830
Spin, Electronendrall 834
Spindelchen (rochetto) 820
Spinnmaschine 462
Spiralbohrer, rotierender (Drall) 834
Spiralfeder, Druckmessung 766
Spiralfederschleuder 830
Spiralgehäuse, Strömung in 659
Spiralit 349
Spirallampen (Wendellampen) 660, 671
Spiralnebel 657, 900
Spiralzüge an Ventilatoren 834
Spiritus 043
Spiritusflamme 343, 576
Spiritusglühlicht 147, 547
Spitzenentladung 573
Spitzenkoeffizient bei Geschossen 804
Spitzgeschoß 804
Spleen 993
Splitterbombe 872
Splitterdichte 877
Splittergröße (Bleiplatte) 771
Splitter von Reagensglas, bewegtem 877
Splittersicheres Bauwerk 864
Splittersicherheit 877, 893
— bei Glas 896
Splitterung bei Aufschlagzünder 877
— bei Brennzünder 877
— bei Hochspannungsfunken 797
— von Holz durch Explosion 894
—, Pfeifgeräusch bei 877, 878
Splitterwirkung, besondere 878
— brauner Reagensgläser 864, 877
— nach Eindringen des Geschosses 879
— bei Explosion von Dampfkessel 864
— bei Explosivmaterialprüfung 890
— bei Explosion, physikalischer 701
— auf Lebewesen 864, 879
— in Luft 877
— und Zündort 864
Splitterzahl (Bleiplatte) 771
— (Eisentiegel) 774
Splitterzahlformel (Justrow) 864, 877
Spodogramm 031
Sporen in kochendem Wasser 999
Sporn an Lafette 816
Sprachrohr — Detonationswelle 782
Spratzen des Silbers, Kupfers 026
Sprays bei Narkosen 905
Sprengballonsperre 988
Sprengbomben 872
Sprengelmischung 256, 278
Sprenggase, Abfließen der 795
Sprenggelatine 336
Sprengkapsel 208, 288, 336, 384, 437, 482, 703, 733
Sprengkapselabnahme 485, 486, 778, 785

Sprengkapsel, Detonationsübertragung 485, 793
—, Detonation unter Flüssigkeiten 881
— mit Doppelmetallhülse 484, 771
— mit Hohlboden 786
— in Hohlzylinder 786
Sprengkapselkasten, Übertragungsmöglichkeit 793
Sprengkapsel zur Materialprüfung 890
Sprengkapselmetall in Schwaden (Spektrum) 738
Sprengkapsel, Phlegmatisierungsprüfung (Abnahme) 778
—, Splitter 864
—, Stanzwirkung der 771, 772, 850
— im Vakuum 785, 793
— (Zündung nach Friedrich) 785
—-Zündung (Leuchtsätze) 563
Sprengkegel bei Granaten 877
Sprengkegel, Minen 860
Sprengladung, lose, in Geschoß 808
Sprengkulturverfahren 866
Sprengmittel, bewegte 870
—, Det.-Geschwindigkeit von 753, 756
—, Druckmessung 761
—, Rauch 731, 732
—, ruhende 860
Sprengpunktermittlung (Shrapnels) 916
Sprengstoffe, bewegte, in Wasser 885
Sprengstoffdurchmesser und Wellenentstehung 781
Sprengstoffeinschuß und Welle 781
Sprengstoffeinteilung nach Schwaden 739
Sprengstoffeisenprüfung 890
Sprengstoff, geometrische Form und Wirkung 862
Sprengstoffmaterie und Det.-Welle 780
Sprengstoffstauchung beim Schuß 876
Sprengstoffe, in Wasser ruhende 881
Sprengstücke, Durchschlagskraft 864
Sprengstoff, Zusammenschuß 876
Sprengstücke, Form der 864
—, Zahl 877
Sprengtechnik, allgemeine 860
Sprengtechnisches Moment 700
Sprengtrichter, Minen 860
Sprengtrichter unter Wasser 881
Sprengung von Blindgängern 868
— von Bohrlöchern 967
— von Brücken 867
— von Felsen 867
— unter Flüssigkeiten 887
— mit Gasen, vergifteten 860
— in Gesteinsarten 866
—, gleichzeitige 782, 859
— mit Knallgaspatronen 119
— von Mauern 867
— in Obstkulturen 866
— in plastischen Medien 889
—, physikalische 708
— mit Pulver, rauschschwach 343
— unter Quecksilber 887
— von Riffen 867
— von Stubben 866
— von Tunnels 867
— unter Wasser 885
Sprengwirkung und Gebäude 895
— von Sprengstoffen, freihängenden 868
Sprengzone (Mine) 860
Sprenkeln aus großer Höhe (Giftkampfstoffe) 964
Springs Versuche mit Metallpulvern 891
Sprinkler-Anlage 673
Spritzer bei Schuß 141, 643, 859
Spritzkegel bei Schoopverfahren 877, 905
Spritzpistole 905
Spritzverfahren von Schoop 177, 877, 890, 905
Spröde Körper zur Brisanzmessung 775
Spröde Stoffe, Schuß durch 850
Sprühfeuer, buntes 586
— bei Feuerwerk 566, 586
—, weißes 463, 566
Sprühverbrennung (Nebel) 148
Spüleffekt 926, 984
— in Gasmaske 982, 983, 984
Spülpumpen für Besatzentfernung 861
Spulenchronograph 840
Spumate 678, 900, 902
Spurennachweis bei Geschoßdurchschlag 850, 859
Stabdetonator 785
Stabilisatoren 341
— für Phosphor 014, 477
—, Rauch 734, 736
— u. Verbrennungsgeschwindigkeit 753
Stabilisierungsflächen 831
Stabilität von Schießwolle u. Uranylnitrat 331
Stabilkochung 330
Stabrakete 823
Stadtgas 041
Stäbchen (Auge) 548
Ständebachgeschoß 858
Stärke 048
Stärkejodidthermometer 350
Stärkenitrate 329
Stärkestaub — Explosion 187
Stahlanalyse an Hand von Funken 500
Stahl u. Bleikugel 890
Stahldraht, Biegeprobe (Brisanz) 777
Stahldrahtrohr 800
Stahl, Explosivmaterialprüfung 890
— und Feuerstein 287, 432, 500
Stahlflaschenexplosion, Pendelungen 765
Stahlfunkengarbe 432
Stahlgranaten 874, 875
Stahlhelm 893
Stahl, Kohlenstoffbestimmung in 058
Stahlmembrandruckmesser 760
Stahlpanzerschutz 893
Stahls Phlogistontheorie 625
Stahlrohr, Explosivprüfung 864, 890
Stanniol 254
— zur Explosionsfortpflanzung 785
Stanzdruck für Eisenplatten 890
Stanzvergleich mit Durchschuß 850
Stanzvorgang bei Bleiplatten 771
Stanzwirkung an Sprengkapsel 771, 772, 850
Starkgas 109
Starklichtbeleuchtung 547
Statisches Auswuchten der Geschosse 804
Statische Druckberechnung 768
Statischer Druck, Brisanz 770
Statische Druckprüfung 761, 766
— Stauchung 850

Staub 910, 930
—, Absatzgeschwindigkeit 926
— in Atmungsluft 910
—, brennbar, Explosion in 726, 727
—, bunter 918
Staubbindung 926
Staubexplosion 180, 235, 726, 771
— anorganischer Stoffe 190
— besonderer Staubarten 188
— von Kohlenstaub 180
—, Rückstoß 813
Staub von Explosivstoffen, Initiierung durch Alkoholbrand 726
—, Fallversuche mit 830, 965
Staub, unbrennbar, Explosion in 724, 725
—, unbrennbar, Feuerschutz 686, 687
Staubfeinheit 920
Staubfiguren nach Kundt 796
Staubfigur, Pulververstäubung 964
Staub auf Flüssigkeiten, Wellen 910, 964
Staubgewitter 189
Staubkipper (Besatz) 861
Staubkohle 031
Staublunge 910, 939
Staubmengenmessung 910, 920, 921
Staubsauger 910, 924, 926
—, Winderzeugung 652
Staubstrahlen 495
Staubstrommesser 921, 926
Staubzündung 430, 431, 432, 440, 442
Stauchapparat, Kast 776
—, Noble 761, 766
Stauchmethoden, Brisanz 776, 850
—, Haid 776
Stauchtabelle 766, 850
Stauchung von Bleizylindern 761, 766, 850
Stauchung, dynamisch 770, 776
Stauchungsform der Zylinder 776
Stauchung von Kupferzylindern 761, 766, 850
Stauchung von Luftschichten 728
Stauchung, statisch 776, 850
Stauchwirkung des Explosionsstoßes 797
Stauchzeitenwertung 776
Staudingers Stoßexplosionen 398, 429
Stauerscheinungen 795
Staufferfett 268
Stauformen in Sand 895
Staukörper 850
Staukugel (Strömungsmessung) 659
Stauung bei Atemwiderstand 983
Stauverformung in Sandarten 850
Stauzone (Saugwirkung) 795
St. Claire-Devilles kaltwarme Röhre 739
Stearinkerzen, Beleuchtung 541
Stearinsäure, Brennbarkeit 046
— in Zündhölzern 453
Steatit (Zündkerzen) 437
Steckengebliebenes Geschoß, Herausfeuerung von 808
Steckhygroskop 647
Steckschuß 859
Stehende Explosionswelle 782
Steifeprüfung 980
Steigerung der Brenngeschwindigkeit zur Explosion b. Feststoffen 170
— der Brenngeschwindigkeit bei Flüssigkeiten 130
— der Brenngeschwindigkeit bei Gasen 100
Steighöhe der Raketen 825
Steine u. Explosionsstoß 797
— u. Explosivprüfung 895
Steinholz, feuerfest 691, 699
Steinkohle 031
Steinkohlengas, Steinkohlenteeröl, Beleuchtung 080, 544
Steinkohlengrubenbeleuchtung 683
Steinkohle für Schwarzpulver 292
Steinsalz, Druckwirkung 898
Steinsalz, Molekülaggregat 203, 626
Steinsprengung 865
Steinstaub 715, 910
Steinstrahlbrenner 525, 526
Stempelapparat (Fallprüfung) 254, 406
Stempel am Bleiblock 773
Stempeldruck in Sandarten 350, 850
Stempel, glühender, auf Holz 084
Steppenbrand 084
Stereoisomerie der Ringnitrokörper 350
Stereoskopisches Sehen 548
Sterine, Pflanzen 088
—, Tiere 099
Sternbündel 588
Sternchen aus Signalpatronen 588
Sterne, neue, u. Höhenstrahlen 497
Sternfunkeln 665
Sterngluten 506
Sternschnuppe 506
Sternschnuppe — Tornados 657
Sternspektren 574
Stetiger Wind 923, 963
Stettbachers Dreiergemische 276
Steuerflügel (Geschosse, Bomben) 805, 874
Steuerung von Torpedos 886
Stibine von Ketten 056
— von Ringen 076
Stichflamme 177, 510, 512, 514
Stichflammenlänge 464, 698
Stichflamme bei Pulver 718
Stichflammentemperatur 464
Stichflammenuntersuchung 146, 442, 698
Stickoxyd 270, 271, 330, 331, 342, 976
—, Gleichgewicht im Flammenbogen 739
— mit Kohlenoxyd, Giftwirkung 976
Stickoxydschwefligsaures Kali 275
Stickoxydul 270
Stickstoff, aktiver 597
Stickstoffaufnahme in Rohr bei Schuß 615
Stickstoffdioxyd 275
—, Giftwirkung 917
Stickstoff, Explosion in 720
Stickstoffchlorate 260
Stickstoffkalium 020
Stickstoffnarkose 983, 993
Stickstoffpentoxyd 277
Stickstoffperchlorate 260
Stickstoffsauerstoffverbindungen 270
Stickstoffsulfide 394
Stickstofftetroxyd 276
— in Sprengelmischungen 276
Stickstofftrioxyd 273
Stickstoffverbindungen, anorganische 013
— von Ketten 053, 054
— von Ringen 073
Stickstoffwasserstoffsäure 270, 387, 390
Stielhandgranaten 871
Stilben 066

Stille, dunkle Entladung 495
Stillstand chemischer Reaktionen 672
Stimmgabelchronograph 840
Stimmgabel auf Knochen (Schalleitung) 740
Stimulation, pflanzliche 996
Stinkmorchel 970
Stinktöpfe 948
Stippfeuerzeug 450
Stockrodung 866
Stockschleuder 830
Stocks Doppelspektralflammen 575, 578
— Vakuumlinsenapparatur 492, 665
— Schwebewaage 921, 951
Störungen beim Schießen 767
Stoffe, Verschiebungslinien durch Geschosse 850, 872
Stofferhaltung, Gesetz der 629
Stoffwechsel — Krebs 998
Stokes' Gesetz 177, 920, 964
— Regel (Lumineszenz) 590
Stollendruckmessung 760
Stollenversuche 720
Stoltzenberg-Pistole 967
— -Zündhölzer 454, 969
Stopfen von Leucht-Signalsätzen 561, 581
Stopfradel — Kork — Prinzip 805
Stoppine 460, 470
Stoß abgeschreckter Feststoffe 797
—, allgemein 790
Stoßapparate 790
Stoßarten bei Stoßexplosionen 429
Stoß in abgeschlossenem Luftvolumen 796, 864
Stoßbeanspruchung 785
Stoßbohrmaschine 860
Stoßdämpfung, elektrische 509
Stoßdruck von Explosion in Flüssigkeiten 881
— von Minen 868
—, mittlerer 770
Stoß, dynamischer 760, 770
—, elastischer 790, 850
Stoßen von Leuchtsätzen 561
Stoßempfindlichkeit 326, 342
Stoßentlastung (Ausblasesystem) 798
Stoßexplosion mit Alkalimetallen (Kalium) (Staudinger) 398, 429, 592
Stoßfunken 934
Stoß, heißer 484, 890
Stoßkondensator 935
Stoßkraftausdruck (Bichel) 770
Stoß auf Lösungen, unterkühlte 797
Stoßmessung, dynamisch, statisch 770, 790
Stoßminenzünder 474
Stoß der Molecüle 629
Stoßreflexion (Bleiplattenrückseite) 782, 793
Stoßspannung 935
Stoß, statischer 760, 770, 776, 790
Stoßübertragung 850
Stoß, unelastischer 790, 850
Stoßverdampfung 509, 705, 790
Stoßvorgang und Arbeitsleistung (Cranz) 770
Stoßweise Druckentwicklung in Waffe 767
Stoßwelle nach Riemann 780, 790, 791
Stoßwellenbildung 770
Stoßwellentemperatur 719
Stoßwirkung im Dampfkessel 796, 864
— u. Erwärmung 890
— auf Feststoffe 797
— auf Flüssigkeiten 797
— auf Gase 728, 796
— auf Gase durch Schuß 846
— auf Glasarten 797
—, Picrate 790
— der Thermite 785
Stoßwucht und Abstand vom Explosionsherd 791
Stoßzündung 406, 471
Strahlbildung bei Schalldruck 742
Strahlenbrenner 526
Strahlenemission bei Explosionen 499, 899
Strahlen, positive 498
Strahlenzündung 490
Strahl, grüner 508, 573
Strahlung 490, 933
Strahlungskalorimeter 603
Strahlungsnachweis 665
Strahlungspyrometer 636
Straßenbaumaterial, Explosivprüfung 895
—, Sprengung 865
Straßenphotometer 548
Straßenstaub 910
Straßenzerstörung durch schwingende Reifen 797
Stratosphäre, Abschirmung der U-V-Strahlen 494
Stratosphärenatmosphäre 986, 994
Streckenvortrieb bei Sprengung 867
Streckgrenze 890
Streckung — Rohstoffe 087
Streckwellen, Deformierung 850
Streichfilter 980
Streichhölzer 453
Streichholz über Lampe 453, 514
Streichholzschachtel, Loch in 174
Streuminen 868, 881
Streutrommel, Entseuchung 989
Streuung bei Abschuß 830, 835
— durch Kartuschvorlage 689
— und Mündungsbremse 818
— bei Schrot 838
Strichprobe (Kohle) 031
Stricknadelzündung 434
Strömungsbilder bei Kerbmeißelprobe 890
— bei Kerbmeißelprobe von Uchatius 761, 766
Strömungsblech an Lokomotive 175, 651, 657
Strömung bei Gasdruckwirkung 768, 770
Strömungslehre — Turbulenz 659
Strömungslenkung — Flüssigkeitsstrahl 659, 905
Strömungsmessung mit Staukugel 659
Strömung von Rauch in Natur 923, 650
— von Rauch in Räumen, begrenzten 924
Strömungsvorgänge beim Lösen eines Stoffes 623
Stroh, Strohdach, feuersicher 690, 691
Strohhalm in Zigarre 083
Strohhalm zur O-Prüfung 202
Strohhalmverbrennung 082
Stromleitende Stoffe 324
Stromlinienbauten 798
Stromlinienbewegung (Rauch) 664, 924

Stromlinien bei Eindringen von Projektilen in Stoffe 850, 872, 890
Stromlinienform (Geschosse) 804, 808, 833
Stromlinienwirkung bei Explosion 798
Strontium 021
Strontiumchlorat 253, 580
Strontiumnitrat 580
Strutts aktiver Stickstoff 597
Stubbensprengung 866
Stufenphotometer 548
Stufenrost 174
Stufenweise Zündung 166
Stumpfkantige Stoffe u. Explosivstoffe 861
Sturzflieger, Vorhang beim 799, 829, 972, 991
Styphninsäure 350
Sublimation 645
Sublimationsretorte 031, 080
Sublimationstemperatur 645
Sublimationswärme 627, 640
Sublimatprobe (Patronenuntersuchung) 802 802
Submikronen 920
Substanzstäbchen, Spektralanalyse 574
Succinaldehyd 045
Süßlupine 048
Sulfate explosiv mit Metallen 238, 552
Sulfhämoglobin 991
Sulfide 236, 382
Sulfidthermite 236
Sulfomonopersäure 229, 241, 254, 350, 388, 450
Sulfone 051
Sulfosäuren von Ketten 051
— von Ringen 071
Sulfrianofen 108
Sulfurylchlorid 940
Superoxyde, echte 220
—, unechte 230, 252
Superoxydverbindungen mit Kohlenstoffkörpern 302, 303
Superoxydpatronen für Sauerstoffgeräte 987
Superoxydprobe nach Pringsheim 223
Suppurantien 972
Supraleitung für Schall 741
Svanspektrum 574, 575, 578
Symmetrische Ringnitrokörper und Zerfall 785
Synchrone Schwingungen 793
Synchronisierung durch Röhrenstimmgabel 755
Synchronismus von Detonationswellen 485, 793
Synthese, biochemische 043
— von Naturstoffen 007, 043, 048, 087, 088
—, totale (Naturstoffe) 088
Syphone, Flammenwerfer 092, 523
System, periodisches und Verbrennungswärme 628

T

Tabak 083, 084, 085
Tabakrauch und Desinfektion 914, 939, 920
—, kalter, Geruch 970
— und Luftströmung im Zimmer 920, 924
Tablettenpresse 350
Tachometer 755, 756
Tätowierung 972
Taffanels Brisanzausdruck 770
Tagesfeuerwerk 566
Taifun 650
Talcum 132, 350
— zum Phlegmatisieren 350, 778, 788
Talcumstaub, Feuerschutz 686
Talg-Kerzen 541
Tankabwehrgeschosse 807
Tankabwehrgeschosse detonieren zünderlos 788
Tankeinnebelung 915
Tankminen 868
Tankminenzünder 474
Tank, Wärmestrahlung auf 665
Tantal 027
Tapeten 086, 980
Tarnkraft 921, 932
Tarnnebel 908
Tarnung von Autostraßen 549
— von Munitionshäusern 549
Tarnungsfarben 549
Tauchbrenner 512
Taucher (Feuerwerk) 566
— mit Sauerstoff 986, 994
—, Tiefengrenze bei 986, 994
Tauch-Retter 986
Tauchverfahren — flüssige Luft 208
Taurin 054
Tausz-Schulte, Moloxyde 626
Tausz-Zündungsregel 410
Technische Abkühlung 761
Teclubrenner 526
Tee, Brennbarkeit 082
Teeprober (Geschmack) 971
Teer aus Holz 080
— aus Kohlen 074, 080
Teerfänger beim Rauchen 083
Teerkohle 031
Teerkrebs 998
Teerpech 078
Teerstoffe für Feueranzünder 454
Teildetonation 485, 714, 733, 793
—, Schwaden bei 733, 793
Teilungskoeffizient 981
Teilungsprinzip bei Raketen 825, 838
Teilverschiebung bei Geschoßaufprall 857
Telegraphenmastsprengung 866
Telegraphie mit Ruß 914
Tellerapparat-Mischmaschine 285, 292
Teller bei Leuchtsatz (große Kaliber) 561
Tellur 012
Telluride 236
Tellur im Körper, Knoblauchgeruch 970
Tellurkohlenstoff 052
— und Phosphor 014
Tellurschwarzpulver 289
Tellurschwefelkohlenstoff 052
Tellurwasserstoff 012
Temperaturberechnung aus verschiedenen Momenten der Explosivstoffe 719
Temperatureinfluß — Schlaf 999
Temperaturerhöhung des Laufs 614
Temperatur von Flammen 510, 525, 526, 635, 636, 637
— und Flammendauer (Explosivstoffe) 710

Temperaturgrenzen — Schmieröle 080, 087, 093
Temperaturen, kosmische 506
Temperatur u. Giftwirkung 961, 973, 976
— bei Glimmzündung 433
Temperaturmessung 630, 635
—, Blauanlaufen von Stahlstellen 719, 864
— bei Explosionsleuchten 784
— bei Explosivstoffen 719
— u. Gasdruck 705
— durch Kalorimetrie 639
—, kosmische 506
— durch Manometrie 634
— durch Radioaktivmaterial 638
— durch Schmelzreaktionen 633
— durch Strahlungsmessung 636
— durch Thermoelement 635
Temperatur im Motor 163
Temperaturpunkte der Haut 972
Temperatur des Rohres u. Flugbahn 614, 838
— der Stoßwelle 719
Tempern des Stahls 029, 058
Tennisbälle, gekühlte 838
Tennisschleuder 830
Tepidarium 174
Terbium 024
Terpene 065
Terpentinöl 087
—, Explodierbarkeit 272
— u. Salpetersäure 278
Tesching — Knall 746
Teschingmunition 471, 478, 766, 842
Teslalicht, Buntfeuer 573
—, Phosphoreszenz 591
—, stehende Wellen 573
Teslaschwingung zur Erregung von Piezoquarz 890
Teslastrahlen 495
Teslatransformator bei Erschütterungsmessung 783
Testkochen 330
Testpapier 331
Tetanustoxin 977
Tetracetat von Blei 302
Tetrachloräthan 676
Tetrachlorkohlenstoff 676
Tetrahydrobenzol 065
Tetralin 067, 356
Tetralöscher — Minimax 676
Tetramethylbasenpapier 211
Tetranitroglycerin 327
Tetranitromethan 314, 350, 867
—, Feuer 710, 719, 867
—, Nachweis in Ringnitrokörpern 360
Tetranitromethankalium 315
Tetranitropentaerythrit 328
Tetrazen 391
Tetrazole 075
Tetrite 043
Tetrosen 048
—, Nitrierung 328
Tetroxyde 273
Tetryl 372
Teufelsfuß 918, 949, 977
Thallium 023
Thalliumoxydulpapier 211
Thallium-Quecksilberthermometer 630
Thalliumsalze (Buntlicht) 576
Thalliumsalze (Nitrokörper) 363
Thallosulfidzelle, lichtempfindlich 548, 719
Thalpotasimeter 634
Theaterblitz 187, 500, 551
Theaterbrände 084
Theaterkulisse, feuersicher 690
Theaterpatronen 747, 805
Theoretische Explosionsgleichung 739
Thermexplosive Stoffe 399
Thermexplosiver Zerfall von Acetylen 111, 398
— Zerfall von Acetyleniden 398
— Zerfall von Aziden 386
— Zerfall von Fulminaten 380
— Zerfall, Detonationsgeschwindigkeit 758
— Zerfall, Druckmessung 763, 764
Thermischer Abbau, Aufbau 080, 621
Thermische Lumineszenz von Flammen 596, 667
— Spektrenerzeugung 574
— Zersetzung 621
— Zersetzung, Azide, Fulminate 382, 388
— Zersetzung ohne, mit Sauerstoffgegenwart 041, 153, 156
— Zersetzung u. Wärmeleitfähigkeit 150
Thermisilid(pumpen) 321, 330
Thermit 235, 236, 696
Thermite für Arsenikrauch 962
Thermitbrandbomben 237, 696
—, Sandstreuung 861
Thermite, Explosivität 785
Thermitfliegerpfeile 273
Thermitgeschosse 237
Thermitglut 505
Thermit, Knallgasbildung beim Löschen 676
Thermitlöschung 673, 676
Thermitsprengung (Eisberge) 237, 867
Thermit, Zündwirkung 434
Thermochemische Explosionswelle 780
— Rechnung 627, 628
Thermodissociation 624, 637
Thermodynamik 629
— explosiver Vorgänge 626, 700
— von Flammen 510
— von Zwischenreaktionen 622
Thermodynamische Verdichtungswelle 780
Thermoelektrische Messung 609
— Zelle 548, 667, 719
Thermoelement 609, 635
— im Kalorimeter 635
Thermoleometrie 047, 087, 098, 099, 407
Thermolumineszenz 593
Thermometer 630
— mit Jodstärke 350
Thermometrie mit Spektrogrammen 637
Thermophore Gruppen 620
Thermosäule (Wärmestrahlung) 665
Thermosflasche 669
Thermoshaus 669
Thermoskop 631
Thiazol 075
Thioaceton 973
Thioäther 051
Thioaldehyde 051
Thioalkohole = Mercaptane 051, 940, 973
Thioanthracen 074

Thiokarbonate 051
Thioketone 051
Thionaphthaline 074
Thionylchlorid 940
Thiophen 074, 379
Thiosalicylsäure 071
Thiosäuren 051
Thiosulfat — Fulminate 382
Thiosulfatversuche in Gasmaskeneinsatz 985
Thomasbirne 174
Thomasche Probe 342
Thompson-Gibbs-Theorem 926
Thomsons Formeln — Verbrennungswärme 628
Thoriumsalze (Leuchtsätze) 556, 559
Thrombin, Thrombose 991
Thulium 024
Tiefangriff (Bomben) 872
Tiefe für Auftauchen von Gasblasen 015, 886
— im Gestein, Sprengwirkung 865
Tiefenbrenngeschwindigkeit 131
Tiefengrenze, Taucher 986, 994
Tiefenstufe, geothermische 660
Tiefe bei Unterwasserexplosion 881
Tieflockerung durch Sprengung 866
Tiefseebomben 867
Tiefstes Eindringen des Geschosses 850
Tiefste Tiefe für Gasblasenaufstieg aus Wasser 015, 886
Tiefziehmethode (Erichsen) 890, 771
Tiere, Brennbarkeit 095, 096
Tiereiweiß 097
Tierelectricität 952
Tierfasern, feuerimprägniert 690
Tierfette 098, 099, 257, 262, 263, 544
Tierfleisch 971
Tiere und Gaskampfstoffe 974, 975, 976, 977
Tiergerüche 971
Tiere und Giftkampfstoffe 974, 975, 976, 977
Tierhypnose 799
Tier, Kalorimetrie 604, 999
Tierkohle 031
Tier-Kunstatmung 986
Tierlack 098
Tierleichen (Adipocire) 095
Tierleim 097
Tiere, leuchtende 599
Tier als Maschine 999
Tieröle 098, 099, 257, 262, 263, 544
—, Beleuchtung mit 544
Tierverbrennung 095, 096
— durch Blitz 096
Tiere, Wärmeisolation 669
Titan 025
Titanchlorid, Nebel 906
Tod 999
—, Eintritt von 999
—, elektrischer 993, 999
Todesschweiß 920, 999
Todesstrahlen 499
Tödlichkeitsprodukt 973
Tönende Gasharmonika 000, 110, 529
Tönende Leuchtlampe 683
Tönendes Stahlband 742
Töplers Schlierenmethode 159
Toluol 061
Toluolnitrokörper 350
Toluol- Tetranitromethan 710, 719
Tonnenform bei gestauchten Zylindern 761, 766, 776
Tonnenmischer 742
Ton (Schall) 742
Ton (erde) 132, 235, 388, 926
Tonblöcke, Brisanz 773
Toncylinder, poröse, Brennen in 133, 544
Tonerde 132, 235
Ton und Explosionsstoß 797
— und Explosivprüfung 895
Tonfarbe 742
Tonfilter 980
Tonmischer 742
Tonnenform, Stauchcylinder 761, 766, 776, 890
Tonplatten, Erhitzen auf 350
Tonsprengung 866, 889
Tonstärke (Schall-Phon) 742
Tonvolumen 742
Torfverbrennung 082, 087
Tornado durch Beugungswirkung 782
Tornado bei Fernstoßwirkung 770, 797, 895
— bei Hohlraumsprengung 786
— in Luft 796, 797, 798, 799
Tornadowirkung, lebendes Material 799
—, totes Material 797, 798
Tornistergerät für Gelbkreuz 965
Torpedo 886
Torpedo, abgesackter, Auffindung (P_2H_4) 886, 015
Torpedoabschußvorrichtung 830
Torpedoform der Bombe 872
Torpedokanone 830
Torpedowirkung 770, 882, 888
— bei Stahlprüfung 890
Torricelli — Gefäß — Explosion 880
Totallöscher 676, 679
Totalsynthesen von Naturstoffen 088
Totenstarre 999
Tote Pflanzen, Huminbildung 089
— Pflanzen, Ligninbildung 087
Toter Punkt, Überwindung 990, 993
Totkühlen — Knallquecksilber 383, 384
Totpressen 383, 387
Tournantöl 047, 087
Toxische Dosis 973
Trägheitswiderstand des Materials bei Durchschuß 850
Tränendrüsen 974, 998
Tränengas 941, 974
Tragfähigkeit von Flugzeugen 872, 964
Tragfähigkeitszahl, Explosivprüfung 895
Tragflächengeschosse 839
Tramchronograph 840
Translationsenergie (Geschoß) 614, 842
Translationsgeschwindigkeit (Wind) 650, 663
Transplantation 972
Transversale Explosionswelle in Erde 792
Trauzlprüfung 773
—, Ammonale 295, 773
Trefferbild und Geschoßgarbe 835
Treibmittel 340
Treibmittel, Rauch 734, 735, 736
—, Brenngeschwindigkeit 752
—, Druckverlauf 767
—, Gasdruck 766

Treibofen 174
Treibriemenelektrizität 180, 190, 431
Treibstoff, Motoren 150
Treibstoff — Raketen 821
Trennung von Stoffen durch Explosionsstoß 798
Trennzone (Minen) 860
Treppenhausbrand 084, 512, 514, 654
Tressengaze 682
Tretgebläse 174
Triacetonperoxyd 302
Triazidopicrinsäure 390
Triazidotrinitrophenol 390
Triazine 075
Triazole 075
Tricarballylsäure 046
Triboluminescenz 592
Trichter, ausgeworfener 865
— (Bleiplatte) 771
Trichterform (Minen) 860
Trichterminen 860
Trichter über brennenden Stoffen 130, 135, 136, 175
—-Verbrennung, Wirbelbildung 130, 135, 136
Trifluornitrosomethan (blauer Dampf) 917
Trikresylphosphat 341
Trimercuraldehyd 380
Trimethylbenzol 351
Trimethylen 040
Trimethylolmethylnitrat 321
Trinitrat von Glycerin 324
Trinitrobenzol 350
Trinitromethylentetramin 318
Trinitrophenol 350
Trinitrophenyläthanolnitraminnitrat 362
Trinitrophenylglycerinäthernitrat 362
Trinitrophenylglycoläthernitrat 362
Trinitrophenylmethylnitramin 350
Trinitrophenylnatriumsuperoxyd 360
Trinitrophloroglucin 363
Trinitroresorcin 350
Trinitrotoluol 350
Triosen 048
Triosennitrate 328
Trioxycarbonsäuren 063
Trioxymethylen 045
Triphenyl 066
Triphenylmethan 066, 076
Triphenylnitromethan 317
Triphenylphosphat 341
Trisaccharide 048
Trixyl-Kochsalzmethode 778, 788
Trockenapparate 647
Trockendestillation von Gesteinseinschlüssen 096
Trockeneis 039, 942, 978
Trockeneis, Feuerlöschung 679
—, Flüssigkeitsverstäubung 964
—, Sprengung 708
Trockenlaub 082
Trocknende Öle 087
Trocknen, Verfahren 647, 648
Trocknung — Krause-Verfahren 648
Troia-Mauern, Explosionsversuch an 895
Tromben 657
Trommelfeuer 741
— der Moleküle 629
Tropenkerzen 542
Tropenlagerung 342, 563, 583
Tropfbild von Blutspritzern 141, 643, 859
Tropfenfall, brennender 140
— auf Flüssigkeiten 903, 964
Tropfenformen 903, 920, 964
Tropfenform und Düsenform 964, 965
Tropfengröße 964, 965
Tropfen von Metall, zündend 434
— von Nichtmetall, zündend 435
Tropfenverstäubung 140, 903, 904
Tropfenvolumen 903, 920, 964
Tropfenzerstäubung 903, 904
— und Wasserwellen 903
Troisdorfer Methode der Det.-Geschw.-Messung 755
Trudelkanal 659, 796, 833
Trübung, Beugung 548, 920
Trübungsmessung 932
Tuberkelbakterien 997
Tuberkeln und Sauerstoff 997
Tuberkulose 910, 926, 997
Tuchfilter 980
Tüpfelreaktionen 350
Türkischrotöl 047, 087
Türversuch, Feuerschutzprüfung 695
Tütenversuche, Explosionsknall 701
Tunkhölzer 450
Tunnelbau, Explosivstoff als Maschine 770
Tunnel, Rauch in 789
Tunnelsprengung 867
Tupfen auf Papier 272
Turbine, Atmung als Antriebskraft 990
Turbine, elektr. Aufladung 431
Turbinen, Explosionsstoß 796
Turbinen-, Gas-, Explosions- 119
Turinengeschosse 807
Turbinenkanone (Turbokanone) 800, 808, 816
Turbodynamo für Grubenlampen 508
Turbolüfter 174
Turbolumineszenz 592
Turbulenz-Wirkung 657
Turbulenz bei Flüssigkeiten 650, 662, 663, 890
—, Meerwasserströmung 662
—, Windkanalmessung 650, 659, 662, 663, 890
Tusche, Brennbarkeit 031
Tyndallkegel, Nephelometrie 590, 932
Tyndall, Kerzenversuch auf Montblanc 288

U

U-Boot, Aktionsradius 985
Uchatius, Pulverprobe 843
—, Schnittapparat 761, 766
Uchatius, Zündschnurballons 464
Überbrausen mit Kampferlösung 341
Übercarburieren 534
Überchlorsäure 260
Überchromsäure 249
Überdruck von Gasen und Explosionsgeschwindigkeit 750
Überdruck-Knall 744
Übergang d. Verbrennung in Explosion 288
Übergangskegel, Abschleifen vom 800, 835
Übergangszustand bzl. Wellenentstehung 780

Überhöhung (Wallsystem) 798
Überjodsäure 269
Überladene Mine 860
Überschallgeschwindigkeit 744
— und Kopfwelle 836
Überschießen des Ziels 801, 808
Überschlagsfunkenfarbe 573
Überstürzungszahl 254, 285
Übertragung der Aktivierungsenergie 787
— des Explosionsstoßes 790
— der Geschoßenergie auf andere Medien 857
— in gleicher Richtung 793, 860
—, Influenzform 793
— bei Initiierung, doppelte 785
Übertragungskoeffizient 793
Übertragung physiologischer Wirkung durch Hauch 961
Überwindung von Druck bei Gasentwicklung 524, 760
— der Geschoßreibung 808
Übungsbombe — Luftschutz 872
Uhlenhuths Blutnachweis 991
Uhr, chemische (Landolt) 109
—, elektrische (Hipp) 757
Uhrlampen — Grosse — Carcel 544
Uhrwerkszünder (Bomben) 474
Uhrwerkszünder in Geschossen 475
Ulbrichtsche Kugel 548
Ullmann-Ofen — Glassicherung 896
Ullmann-Rohr, Splitterprüfung 864
Ultrafilter 929, 981
Ultrafiltration 929, 952, 981
Ultrageschoß (Gerlich) 853
Ultralongitudinalwellen 899
Ultramikroskop 177, 920
—, Feinheitsmessung 920
Ultrarotes Licht 549
Ultrarote Strahlen und Flugzeugerkennung 666
— Strahlen (Photozelle) 666
— Strahlen (Wärmewellen) 492
Ultrarotabsorption und Gasanalyse 666
— bei Flammen 518, 666, 933
Ultrarotphotographie 933
Ultraschallwellen 491, 783
—, Bakterientötung 783
— und Chemikalien 898
— — Echolotmessung 782
— zur Materialprüfung 890, 899
— zur Molekülzertrümmerung 491
—-Wirkung 787, 898
—, Staubbildung durch 910
Ultraviolettfluoreszenz 590
Ultraviolettlicht 493, 494, 590, 591
—, Absorption in Flammen 518, 933
—, Giftkampfstoffe 975, 988
— und Pulver (Berthelot) 341, 342
Ultraviolettlichttherapie 999
Ultraviolettphosphoreszenz 591
Ultraviolettspektrogramme 578
Ultraviolettstrahlen der Stratosphäre 494
Umbiegen der Det.-Geschwindigkeit 757
Umbralgläser 548, 932
Umdrehungsgeschwindigkeit der Geschosse 834
Umdrehungszahl — Drallverstärkung 834
— bei Geschossen 834
Umfüllapparatur (Bomben) 986
Umfüllpumpen (Gase) 203
Umgebung, Dichte 770
Umgekehrte Flamme 528
Umgießen von Blei (Härte) 771
Umheizung 413, 414, 415
Umkehrung des Kappengeschoßprinzips 893
Ummantelung (Feuerschutz) 690
Umsatzprodukte bei Blitzlicht 558
— bei Verbrennung 350
Umsatz im Körper 999
Umwallung und Explosionsverstärkung 794
Umwallungssystem 798
Unbrennbare Flüssigkeiten mit brennbaren 680
— Gase, Explosion darin 720, 721
— Nebel (Feuerausbreitung) 680
— Stoffe, gemischt mit brennbaren 680
Unechte Explosion 700 bis 709
Unendlich großer Gasdruck 768
Unerträglichkeitszahl 973
Unfähigkeit bezl. Gefechtstätigkeit 817
Ungehemmte Masse des Rohres (Rückstoß) 816
Ungeleimtes Papier 086
Ungerichtete Explosion 700
Ungerichteter Explosionsknall 743
Ungerichtete Explosivstoffgemische, Feuer 710
— Explosivstoffverbindungen, Feuer 711
Ungesättigte Aldehyde (Acrolein, Citral) 045
— 1-wertige Alkohole 043
— -Karbonsäuren 046
— Kohlenwasserstoffe 042
— Öle 087
— Ringe wie Cyclopentadien 060
Unges Raketengeschoß 822
Ungeziefer-Giftkampfstoffe 979
Ungezogenes Rohr, Flugbahn 832
Unhörbare Detonationswelle 780
Unkrautvertilgung — Chlorat 428
Unsichtbarkeit — Mikroskop 920, 950
Unstimmigkeiten der Kastschen Brisanzformel 770
Unterbeleuchtung von Rauchwolken 731
Unterbrecherfunken 430
Unterdruck — bei Atmung 990, 994
—-Explosionsknall 744
— von Gasen und Explosionsgeschwindigkeit 750
— bei Gaszündung 403
— im Luftgewehr (Guericke) 830
Unterfeuerung 174
Untergrundlockerung 866
Unterirdische Magazine, Gebäude 792
Unterkühlte Stoffe — Explosionsstoß 797
Unterladene Mine 860
Unterlageschuß 862
Untersalpetrige Säure 275
Unterscheidung von echten und unechten Peroxyden 220
Unterschied der Rschw. Pulverformen 343
— der Raucharten den Zeiten nach 776
Unterschiedsschwelle (Schall) 742
Untersuchung von Brandstellen 084, 174
— durch Brennproben 691
— der Phosphorescenz 591

Untersuchungen bezgl. Staubexplosion (Beyersdorfer) 430, 431, 433
Untersuchung der Zersetzungsgase von Sprengstoffen 769
Unterstände 895
Unterteilung an Sauerstoff 731
Unterwasserexplosion, allgemeine 881
—, Doppelwirkung 881
—, Druckwirkung 765
—, Fernwirkung 883
— und Lebewesen 884
—, Tiefe des Sprengstoffs 881
—, Wasserbewegung 881
—, Wirbel, Reflexion 883
—, Wirkungserklärung 881
Unterwassertreffer, Schutz gegen 886, 890
Unterwasserschallsignale 740
Unterwasserschlauch 985
Unterzündung 435
Unvermutete Bildung von elektrischen Funken 431
Unzündbarkeit von Flugzeugmotor durch Ionisierung 495
Unvollständige Verbrennung 036, 626, 628
Uran 028
Uranylnitrat 331
Urethane 341
Urgesteine, Explosivprüfung 895

V

Vakublitz 551
Vakuumapparatur für (Nebel) 901
Vakuum, Brennen in 625
—, Explosion in 438, 723
— und Explosionsstoß 787
—, Feuererscheinung in 723, 787
Vakuumgefäße, Implosion 704
Vakuumkalorimeter 604, 625
Vakuum, Knall in 740, 744
Vakuumlinsenapparat (Stock) 492, 665
Vakuum an Nase bei Atmung 994
—, Pulververbrennungsgeschwindigkeit in 752, 753
— für Sprengkapselzündung (Friedrich) 438, 785, 793
Vakuumsublimationsretorte 031, 371
Vakuumtrockner 380
Vakuum, Zündung in 438
Valenzkräfte 620
Valiers Rückstoßmessung (Waage) 811, 820
Vanadinsalze (analytisch) 382
Vanadinstahl 893
Vanadium 027
Van der Waals Gleichung 629
Vapocide 979
Variation der Det.-Geschw. nach Gaszusammensetzung 751
Vaseline 093, 972
—, Phlegmatisierung 788
—, Stabilisierung 341
Vegetation und Wind 650
Velocimeter (Sebert) 816
Velozimeterchronograph 840
Venoxil 051
Ventilatmung (2-weg) 983
Ventilator für Feuchtluftlieferung 647
— mit Innenspiralzügen 834
Ventilator als Wirbelerzeuger 657
Ventilexplosion 203
Ventilschmierung 203
Venti-Motor 651
Venturirohr zur Stoßmessung 790
Veränderung des Gefüges 890
Verarbeitete Pflanzenstoffe, Brennbarkeit 086
— Tierstoffe, Brennbarkeit 097
Veratrin 970, 972, 974
Verbandsabwurf (Bomben) 872
Verbandsformel (Heizwert) 628
Verbrennung, Abbau 621
— durch Blitz 084, 096
—, Dauer bei Pulver 343, 753
—, Dunkle, bei CO 517, 985
— bei Explosivstoffen 719
—, Farbe (Buntsätze) 570, 580
—, Feuchtigkeitsrolle 151
—, flammenlose (Äther) 044
—, Geschwindigkeit bei Feststoffen 170
—, Geschwindigkeit bei Flüssigkeiten 130
—, Geschwindigkeit bei Gasen 100
—, Geschwindigkeit bei Pulvern 343, 753
—, Geschwindigkeit — Pulver — analog der Metallauflösung 623, 752
—, Gesetzmäßigkeiten 620
—, Gesetze bei Pulver 343, 753
—, Gleichungen 201
—, indirekte 622, 625
—, katalytische von Zucker 427
—, Luftbedarf 201
—, Molekularität 621
— im Motor 163
—, periodisches System 628
—, Produkte bei vorzeitig gelöschten Flammen 131, 522
—, Röntgendiagramme 623
—, schichtweise bei Raketen 822
—, Sauerstoffbedarf 201
— unter Sauerstoffdruck 150, 610
—, Seitenkettentheorie (Ehrlich) 621
—, Temperatur 630
—, unvollständige 626, 628
—, Wärme 609, 624
—, Wärme, bezogen auf Gewichts-Raumeinheit 628
—, unter Wasser (P) 254
Verbundglas, Explosivprüfung
Verdämmte Ladungen 861
Verdämmung bei Flüssigkeiten 881
Verdämmung, schiebende 687, 861
Verdampfung von Feststoffen (Sublimation) 645
—, Metallsalzen 576
—, Nebelbildung 900
—, Paraffin 728
—, unterhalb des Siedepunktes 643
Verdampfungswärme, latente 642
Verdampfungszeit 642
Verdauung im Schlaf 999
Verdichtete Gasmischung (Sprengung) 860
Verdichtung der Buntlichtsätze 581
— und Detonations-Geschwindigkeit 781, 788
— durch Fallkugel (Zentrifuge) 285
— durch Läufern 285

Verdichtung von Pulver, Brenngeschwindigkeit 752
— bei Raketen 821
— von Ringkörpern 353
— von Schwarzpulver, Explosionsgefahr 285, 821
— von Weißlichtsätzen 561
Verdichtungszündung 404
Verdrängermetallzylinder 341
Verdrängerzentrifuge 341
Verdrängungszeit 341
Verdrehung von Molekülen durch Druck 785, 898
— bei Tornadowirkung 796, 797
Verdünnungswelle 791
Verdunklung von Licht als Feinheitsmessung 730
— durch Rauch 731
Verdunstung gibt Explosionsgemisch 644
Verdunstungskälte von CS_2 014
Verdunstung, Nebelbildung 900
— in Papierstreifen 643, 970
— und Riechstoffe 643, 970
Verdunstungsweg 643
Verdunstungszeiten 643
Veredlung, Bodenkultur 048
Vereinigung von Kohlenstaub und Schlagwetterexplosion 780
Verfestigen von Gasteilchen 967
Verfettung 998
Verflüchtigung von Kampfer 341
Verflüssigung von Kohlenstoff 031
Verformung des Geschosses 808
— von Gummikörpern, Materialprüfung 890
Vergasung, elektrische 080
Vergasungszeit und Flammendauer 710, 728
Vergiftung, akute 977
— chronische 977
— beim Cottrellfilter 935
— bei Fliegern 986
Vergiftungsschießen 966, 968
Vergiftung durch Schwaden 737, 738
Vergilbung — Papier 086
Vergleich verschiedener Drucke 890
Vergleichsbestimmung (Explosion) 700
Verglimmen von abgelegter Zigarette 083
Verhältnis der Dimensionen von Initiator zu initiierendem Sprengstoff 785
Verhinderung von Sekundärreaktionen 739
— von Explosion von Gas, Nebel, Staub 686
— des Sublimierens von Feststoffen 645
Verhütung von Feuerausbreitung 680
Verkieseltes Holz 691, 699
Verkleinernde Geschosse, Flugbahn 838
Verkleinerungregeln für Explosionsversuche 797, 890, 895
Verkokung beim Schmieren 031, 080, 087, 093, 154, 156, 157
Verkupferung, Schutz gegen 807
Verlangsamte Explosion, Knall 744
Verlangsamung der Explosion bei Deflagration 714
Verletzung durch Luftwirbel 836
Vermoderung 081
Vermorelzerstäuber 989
Vernebelung 516, 938, 964
— von Auto, Flugzeug, Schiff 908
— durch Explosion 729, 730, 898, 910, 968
Vernichtung von Aziden 389
—, chemische 472
— von Giftkampfstoffen
— von Munition 257, 264, 294
Verpackung von Zündhütchen 473
Verpuffung 419, 350, 342
Verpuffungsapparatur 419, 108, 350, 342, 711
Verrußung 437
Versager beim Sprengen 860, 861
Verschiebung von Erdschichten 850, 872, 890
— durch Geschoßaufprall 857
— von Materialfasern durch Geschosse, Bomben 850, 872, 890
Verschiebungszone (Sprengen) 860
Verschleiß am Rohr 738
Verschluß, luftdichter, von Patronen 802
Verschlußöffnung — Flamme 718
Verschluß an Rohr 800
Verseifung von Giftkampfstoffen 987
Verspannung von Glas 986
Versprühung (von Flüssigkeiten) 140, 150
Versprühung durch besondere Apparate 905
Verstärker des Zündstroms (Motor) 437
Verstärkung von Detonationswelle durch Schallwellen 782
— des Explosionsstoßes 794
—, Luftsäulen 786, 794, 882
— durch Luft unter Wasser 882
— an Panzern 893
— der Wirkung bei Schlagwettern 780, 794
Verstäubungsbrisanz 369
Verstäubung durch Explosion 729, 730, 898
— von Giftkampfstoffen durch Explosion 898, 966, 968
— von Pulvern (Figuren) 516, 964
— bei Sprengung 730
Verstäubung beim Schuß
Versteinerungen 081, 095, 690
Verstiebungsfiguren von Pulvern 964
Versuche mit Drahtnetz — Funkenfänger 682
— zur Fortpflanzung der Explosionsflamme 685
— zur Früh-Spätzündung (Motor) 167
Versuchskohlenmörser 726, 728
Versuchsstollen 720, 726, 728
Versuchsstrecken — Grubengas 103, 720, 728
Versuche zur Wellenhypothese der Explosion 782
Verteerung (elektrische) 080
Verteerungszahl, Conradsons, 087, 156
Verteilung von Gas in Flüssigkeiten (Schaum) 678
Verteilungssatz 629, 981
Verwertung des Pulvers 767
Verwesung 095, 999
Verwirbelungseinrichtung 728
Verworn: Nahrungsmittel und Explosivstoffe 999
Verzögerer der Phosphoroxydation 596
Verzögerung — Aufschlagzünder 474
— beim Hohlraumschießen 786
—, Luftwiderstand 833
— in Zündung 166, 484, 700, 785
Verzögerungssprengkapsel 459, 469, 481, 741
Verzögerungszünder, Eschbach 459, 481

Verzögerungszündkapseln 459. 469, 481
Verzögerungszündung (Leuchtsterne) 561, 581
Verzugszündung 872, 474
Verzunderung 029, 615
Vesicantien 972
Vesta-Feuer 087, 098, 540
Vibrationen des Laufs 815
Vieillesche Druckwellen 786, 808, 815
Vieillesche Probe (Fest) 342
Vieilles Versuche bzl. Rohrschwankung 808, 815
Vierringkörper 060
Vinylkunststoffe 042
Virus-Krankheitserreger 998
Visiereinrichtungen 831, 872
— im Flugzeug 831, 871
Viskoseseide 049, 339
Viskosität 336, 520, 521, 926
Viskosität und Molekülbau 080, 093
Viskositätspolhöhe (Schmiermittel) 093
Visuelle Photometer 548
Vitalkapazität (Atmung) 990
Vitamine 996, 998
Vitamine — Rohstoffkulturen 048, 088
Vogel, im Flug getroffen 838, 878
Volldetonationsknall 743
Vollgas, Explosivprüfung 896
Voltol-Öle 080, 087, 093, 098
Vorbeistreichende Schußgase 832, 834, 841
Vorderlader (Flugbahn) 832
Vorderzündung — Waffe 476, 808
Vorfeuerung 174
Vorgabe 860
Vorgang bei Unterwasserexplosion 881
Vorhalten 835
Vorhaltemaß — Flugzeuge 831, 872
Vorhang des Sturzfliegers 799, 829, 872, 991
Vorholer 818
Vormischung 580
Vorstecker (Zünder) 475
Vorwärts gehende Schwaden 730, 789
Vorzeitig ausgelöschte Flamme 131, 522
Vorzündung (Motor) 167, 437
Vulkanausbruch, Detonation 792
Vulkanisation von Kautschuk 088
Vulkankrater 860
Vulkannachbildung 423

W

Waage-Gesetz von Erhaltung des Stoffes 629
Waage mit Manometer (Deprez) 766
—, Moschusversuch 970
— — Rückstoßmessung (Valier) 811, 820
Waals, van der — Gleichung 029
Wachholder 082
Wachse (Pflanzen-) 047, 087
Wachstum (Auxin) 998
Wachswichsen 087
Wachszündhölzer 454, 541
Wärmeabgabe bei Schußwaffen 614
Wärmeabsorption bei Verdämmung 861
Wärmeäquivalent, mechanisches 629
— (Brisanz) 770
Wärmeausdehnung bei Feststoffen 660
Wärmeausdehnung, Flüssigkeiten 662
— bei Gasen 629
Wärmeausstrahlung — Obstkultur 671, 931
Wärmecentrum 999
Wärmeconvektion 662, 663
Wärmedurchgang 668
Wärmedurchlässigkeit 668
Wärme, Explosions- 628
Wärmefarben 665
Wärmefluß 660
Wärmehaushalt der Erde 506
— der Lebewesen 999
Wärmeisolation 699
— durch Kohleschicht 694
Wärmeleiter (Feststoffe) 660
—, Flüssigkeiten 662
—, Gase 663
—, Gase, hochverdünnt 664, 665, 972
—, Lebewesen 660
Wärmeleitfähigkeit und Gasanalyse 203, 663
—, Prüfung thermische Zersetzung 150
Wärmeleitungsgesetz nach Lorenz 660
Wärmeleitung in hochverdünnten Gasen 664
Wärme, Kartusche beim Schuß 803
Wärmephotographie 933
Wärmepunkte (Haut) 972
Wärmerad 810
Wärme, Schuß- 808
Wärmeschutz 669, 972, 999
Wärme, spezif. 639, 646
Wärmestarre 999
Wärmesteine 174
Wärmestrahlung 492, 665, 666, 972
— auf Tank 665
Wärmestromdichte 660
Wärmesummengesetz 627, 628
Wärmetod 999
Wärmetönungen 605
Wärmeübergangszahl 668
Wärmeübertragung 660, 661
— durch Schuß 614, 665
— schichtweise 780
Wärmeverhalten von Messing beim Schuß 892
Wärmewellen, ultrarote Strahlen 492, 665
Wärme und Zahnschmerz 972, 999
Wäsche, Bügeln der 341
—, Trocknen der 648
Waffe 800
—, Druckverlauf 767
— mit Explosivgeschoß 873, 874
—, Hochladung 808
—, Höchstdruck in 768
—, Waffenknall 746
—, Lebensdauer 616, 801
—, Mündungsdruck 816
— und Pulververbrennungsgeschwindigkeit 754
—, Rücklauf 813
—, Rückstoß 816
—, Schädigung durch Nebel 938
—, Untersuchung (Mord) 809
Wagners Pulverprobe 843
Waldbrand 084
Waldfeuerlöschgerät 676
Walfisch, Nebenlunge 990, 995

Walldimensionen 798
Wallsysteme und Explosionsverstärkung 794
Walzenschüsse 786
Wanderrost 174
Wand, glühende (Zündung) 410
—, nachgiebige 770, 779, 842
Wandmaterial bei Sprengung 770
Wandstärke (Pulver) 343
Wandstärke bei Röhrenpulver und Geschwindigkeit 753, 754
Wandstoffe-Kettenabbruch 626, 686
Wandung der Waffe und Gasdruck 850
Warburgs Atemferment 992
Warmblüter, Atmungsgrenze 986, 993
— (Blut) 978, 990
— und Unterwasserexplosion 884
Warm-kalte Röhre 036, 739, 769
Warmluftatmung 984
Warmwasserheizung 662
Wartezeit, nach der Schädigung eintritt (Latenzzeit) 973
Waschapparate 350
Waschmittel, Schaumbildung 678
Wasser, Alkalimetalle auf 810
Wasseranziehung, Glyzerin 647, 982
Wasserbad, Schmelzversuche 257
Wasserbomben mit Alkalimetall 020
Wasserdampfdestillation 642
Wasserdampfkanone 830
Wasserdom bei Sprengung 881
Wasser, Druck von Explosion unter 765
Wasserdruckprobe (Patronen) 802
Wasserdurchlässigkeit (Filter) 980
Wassereinfluß bei Verbrennung 151
Wasserelektrizität 431
Wasser, Explosionstoß in 857, 880
Wasserfallelektrizität 934
Wasserfeuerwerk 566
Wassergarbe bei Unterwasserexplosion 881
Wassergas 547
Wassergasgleichgewicht 628
— bei Explosion 739
Wasser, Geschoßzerschmetterung in 857
Wasserglas 981
Wasserhaltige Organe, Schuß in 859
Wasserhose 657
Wasserkerze 881
Wasser, Knall unter 881
—, Lichtbogen unter 508
—, Luftgefüllte Körper unter 882
—, Luftsäulenverstärkung 882
—, Massenbewegung bei Explosion unter 881
—, Oberflächenbewegung bei Explosion 881
—, Phlegmatisierung mit 788
—, Prüfmethode unter 881
—, Schneidfunken unter 502
Wassernebel, künstliche 903
Wasserrad 810
Wassersäulenform 881
Wasserschlag-Dampfkessel 790, 880
Wasserschleier, Feuerdämpfung 688, 689
Wasserschuß 808, 847
Wasserschuß durch Holz 850
Wasser, Sprengstoffe in 885
—, Sprengtrichter in 881
Wasserstarre 999
Wasserstaub, Einblasen von 907
Wasserstoff 000
—, atomarer 003
—, Durchgang durch Ziegelstein 517, 980
—, Einblasen von, Berginverfahren 040, 080
—, Einblasen von, bei Schmierölen 080, 087, 093, 154, 155, 156
—, Explosion von 100, 270, 288
—, Flamme von gewöhnlichem 574
—, Flamme von schwerem 524
—, flüssiger 002
—, gewöhnlicher 000
—, okkludierter 003
—, ortho- 003
— aus Palladiumwasserstoff 003, 955
—, para 003
—, schwerer 004
Wasserstoffentwickler 000, 574
Wasserstoffspektrum, Besonderheit 574
Wasserstoffsuperoxyd 209, 215, 216
— und Cellulose 217
— und Kohlenstoff 219
— und Kork 217
— und Metalle 218
— und Nitrocellulose 330
— und Nichtmetalle 217
Wasserstrahl, Knalleinfluß auf 742
Wassertiefe für Entwicklung von PH_3-Blasen 015, 524, 886
Wassertiere 098
Wasserverdämmung 881
Wasserverdrängung aus Schießwolle 341
Wasserwellen durch Tropfenzerstiebung 903
Wasserwirbel 657
—-Erzeugung durch Explosion 883
Wasserwölbung bei Explosion 881
Watte 049
— im Flüssigluftsprengstoff 208, 331
Weber-Fechners Gesetz (Reizschwelle) 817
Wechselstrom, Reizschwelle 741
Weg des Geschosses im Rohr 808
Weglänge, mittlere, der Moleküle 629, 664, 709, 759
Wehnelt-Unterbrecher, Funken bei 430
Wehrgeologie 792 860
Weicheisenführung 806
Weichgeschosse, Auftreffwucht 852
Weichheit des Materials, Sprengung 865
Weihrauch 082, 914
Weihrauchkessel 911
Weinbausprengung 866
Wein, Geschmacksunterschied 971
Weinkeller, Geschmacksprüfung 971
Weinprobe 971
Weißglut 636
Weiße Leuchtgasflamme 532
Weißer Phosphor 014
Weißes Schießpulver 289
Weiße Schwefelflamme, in Nitrat, Chlorat 281
Weite beim Schuß 835
Weite beim Skisprung 835
Weiterbrennen von Schnellzündschnur 467
— von Zeitzündschnur 463
Weiterdetonation von Det.-Zündschnur 467

Weiterglühen — Zündhölzer 453, 690
Welle im Ährenfeld 780
Wellen bei Aufstäuben auf Flüssigkeiten 910, 964
Wellen bei Auftropfen auf Flüssigkeit 903, 964
Wellenentstehung und Sprengstoffdurchmesser 781
Wellenentwicklung bei Detonation 781
Wellenerlahmung in plastischen Medien 781
Wellenerscheinung bei Gasexplosionen 780
Wellen bei Explosion in Feststoffen, Flüssigkeiten 781
Welle vor fallendem Fallbär 254, 780, 836
Wellenfremde Explosivstoffe 490, 793
Wellen, hochfrequente 491, 797
Welleninterferenzen 782
Wellenlänge der Explosionswellen 780
— bei Gasexplosionen 119
— (Knall) 740
Wellennatur und Verheerung der Umgebung 780
Wellenphotographien 780
Wellenshrapnel 807
Welle und Sprengstoffeinschluß 781
Wellenschlag — Explosionszündung 722
Wellenstoß des Initiators 785
Wellensynchronismus 485, 793
—, Beweis gegen (Knackfunken) 485, 714
Wellen bei Explosion, Versuche dazu 782
Wellenverwandte Explosivstoffe 490, 793
Wellenwiderstand bei Luftwiderstand 833
Wellenzündung 474
Weltenraum, Explosionsstoß 796
Weltraumkälte 665
Weltraumrakete 829
Weltraumstrahlung 665
Wendel-Spirallampe 660, 671
Werg — Explosion 187
Werksteinsprengung 865
Wesen der Initiierung 785
Westfalit 295
Westöstliche Abweichung 657, 658, 835, 838
Wetterbomben 796
Wetterführung 652
Wetterlichtlampe 683
Wetterraketen 826
Wetterschießen 796
Wettersicherheit 722, 728
Wetter und Sonnenstrahlung 665
Wettersprengstoffe 728
Wheatstones Methode der Geschoßgeschwindigkeitsmessung 840
— Uhr 755
Whitehead-Torpedo 886
Widerstand und Geschoßbahnablenkung 856
Widerstandsänderungen von Quecksilberdruck 766
Widerstandsfähigkeit der Waffe 815
Widerstandsgrad, ballistischer 833
Widerstandslinie, kürzeste 860
Widerstand gegen Detonationswelle 757
— gegen Geschosse 850
— gegen Stanzen 850
Widerstand und Torpedowirkung 882
Widerstandsmaterial bei Sprengungen 770
Widerstandsprüfer (Gasmaske) 982
Widerstandspyrometer 636
Widerstandszünder 458
Wiedemann, Franz: Wärmeleitung 660
Wiederanzünden von Zigarre 083
Wiederbelebung 986
Wiederlesbarmachen von verbranntem Druckpapier 031, 086
Wiederverwendung beschossener Kartuschen 803
Wiederverwendung von Schlagzündschrauben 472
Wiegandts Nebelapparatur 666, 933
Wiesenentwässerung durch Sprengung 866
Wildheckensprengung 866
Wildschuß, Explosivwirkung 859
Willsche Stabilitätsprobe 342
Wilson-Kammer 647, 934
Wind — Abtrift 830, 831, 832, 835
—, elektrischer 810, 935
Windblech (Lokomotive) 175, 651, 656
Windbüchse 830
Winderhitzer 174
Winderzeugung durch Feuer 653, 655, 656
— (Zyklone) 657
Windfangtür 795
Wind, Geländeverhältnisse 650,
— und Giftkampfstoffe 988
Windhose bei Explosion 657, 796
— — Tornado 657, 796
Windkanal, Explosion in 796
Windkanal — Geschoßprüfung 804
Windkanalmessungen 659
Windlichter 540
Windmessung im Freien 651
Windmotor 651
Windmühle 651
Wind, Nase gegen 652
Wind, pendelnder 650, 651, 923, 963
Windrichtung 651
Wind als Schleuderkraft 652, 830
Windseparation 652, 830
Windspiegel 650
Windspitze, Kappengeschoß 852
Windstärke 651
Windstille 923, 963
Windstoß statisch, dynamisch 659, 770, 790
Windströmung bei Rauch, 650, 923
Windstrom primär, sekundär 655
Windwalze 650
Windwinkel 963
Wind, Wirbel, 650
Winkel bei Ringspannung 060, 621
— bei schiefem Auftreffen des Geschosses 855
Winterschlaf (Pflanzen) 999
— (Tiere) 999
Wirbelerzeugung bei Explosionen 658
— bei Verbrennung (unter Trichter) 130, 135, 136
— in Wasser — Schiffsabwehr 883
Wirbel bei Gasverbrennung 728
— von Geschossen und Verletzungen 836
Wirbelkammermotoren 155, 156
Wirbelringe als Feuerlöscher 657, 679
— bei Schaumlöschung 678
Wirbelstürme bei Meteoren 796
Wirbel — Tornados bei Explosion 796
— bei Unterwasserexplosion 883

Wirbelung, innere (Ausblasesystem) 798
— von Mauerstücken durch Luft 797
— bei Motorverbrennung 658
— von Menschen durch Luft 799
— bei Raketengasen 658, 789, 825
— bei Schwaden 789
—, Wirbelstürme 657
Wirbelwiderstand bei Luftwiderstand 833
Wirbelzöpfe 650, 657, 662, 663
Wirkung von Atomen, Radikalen nach Haber 499
— bei Explosion von Flüssigkeiten, Nebel, 159
— bei Gasexplosion 119
—, kombinierte, bei Giftkampfstoffen 973
— von Giftkampfstoffen auf Tiere 979
— von Longitudinalwellen 491
— von Staub 199
— von Ultraschallwellen 491
— bei Unterwasserexplosion 881
Wirkungsquantum, elementares 548
Wischer, Rohr- 615
Wismut 025
Wismutäthyl 059
Wismutamalgam, Geschoß 808
Wismutaryl 078
Wismutchlorat 253
Wismutnitrat als Nitriermittel 299, 350
Wismutperchlorat 261
Wismut—Silber, thermoelektrisch 667, 719
Wismutwasserstoff 102
Wittscher Brenner 525
Wöhlers Brisanzausdruck 770
— Phlegmatisierungsmethode 778
Wohls molekulartheoretische Anschauung 621, 783
Wohl-Poppenbergs N-Bestimmung 341
Wohnungsbrand 084, 512, 514, 654
Wolfram 028
Wolframcarbid 699
Wolframgeschosse 805, 807, 852
Wolframglühlampe 671
Wolframstahl 893
Wolframtrioxyd 232
Wolken 648
Wolkengeschwindigkeit 649
Wolkenspiegel 649
Wollastons Drahtmethode 487
Wolle (Tierstoffe) 097
Wollfette 098
Woltmanns Flügel (Strömungsmessung) 796
Woods Metallbad, Explosionsstoß in 887, 791, 797
Wucht, außer Gefecht setzend 817, 859, 877
Würfelpulver 343
Wüstenstaub u. Tuberkulose 910, 926, 997
Wunderkerzen 501, 566
Wundheilung 999
Wurfbahn 830, 831
Wurfminen 873
Wurfminenattentate 870
Wurfstempel am Bleiblock 773
Wurftrichter 860
Wurfzeiger 860
Wurfzone (Minen) 860
Wurzel, Brennbarkeit 082

X

Xanthene 074
Xanthogenate 051
Xenon 009, 202
Xylane 333
Xylannitrate 333
Xylole (o-, m-, p-) 061
— = Dimethylbenzole (Nitro-) 351

Y

Ytterbium 024
Yttrium 024

Z

(s. auch bei c und k)

Zackige Sprengstücke 864
Zähigkeit 890, 926
— u. Geschoßdurchschlag 850
Zähigkeit des Glases 896
Zahl der Atemzüge 990
— der Granatsplitter 877
—, Konradsche 080
— der Pulsschläge 990
Zahnplomben mit Tellurgold 970
Zahnschmerz 972, 999
Zaponlack, weißer u. bunter 690
Zapfen (Auge) 548
Za-Zündung 430
Za- u. Zi-Zündung 432, 433, 434, 435, 439
Zeemanneffekt 578, 579
Zehrung (Raketen) 821
Zeichnung bezügl. Brennbarkeit 621
Zeiger bei Minen 860
Zeitdauer d. Verbrennung 287, 343
Zeit der Druckentwicklung 770
— der Explosion, Detonation 750, 757
Zeitlicht 550
Zeitlichtmessung 551
Zeitlupe der Detonation 350, 714
— der Explosion (Knall) 744
—, Glimmzündung 433
Zeitlupenaufnahme bei Abschuß 830
Zeitmesser nach Behm 840
Zeitmessung bei Kalorimetrie 602
— bei Brennzündern 288, 474
Zeitzünder 459
Zeitzündschnur 462
Zellatmung (Lyochrome) 990, 992
Zellenerneuerung 999
Zelle Graetzsche 430
Zelle, lichtelektrische 548
Zelle und Sauerstoff 998
—, thermoelektrische 667, 719
Zellenwachstum bei Tieren 095, 098
Zellwolle 049
Zement — Explosivprüfung 895
Zementieren des Eisens 058
Zementstaub 920
Zentralheizung 653
Zentralstoß 790
Zentrierwulst 806
Zentrifuge 285, 350, 981
—, Dochtflamme auf 522
—, Explosion 877
—, Gasflamme auf 524, 526
—, Zündversuche auf 402, 403

Zentrifugenuntersuchung 920, 921
Zeppelinbrandgeschosse 221
Zeppelin, Luftwiderstand 833
Zerfall, detonativer, Feuer 716
Zerfall in Elemente 624, 628, 637, 671
Zerfallsgeschwindigkeit von Initiatoren 785
Zerfall, thermexplosiver, Det.-Geschw. 758
Zerknall von Autoreifen, Glühlampen 704, 740
Zerlegung von Chemikalien durch Explosionsstoß 898, 968
Zermalmungszone (Sprengung) 860
Zerreißknall 740, 748
Zerschäumungsanalyse 678
Zerschelldächer gegen Fliegerbomben 895, 988
Zerschellen von Geschossen 852
Zerschmetterung von Chemikalien durch Explosionsstoß 898, 968
— elektrisch geladener Körper 890
— durch Explosion 729, 898, 910, 968
— von Geschossen in Wasser 850, 857
— magnetischer Körper 890
— von Metallpulvern 891
Zerschmetterungsmoment 700
Zerschmetterung spröder Körper als Brisanzmessung 775
Zersetzungsanzeiger 342, 343
Zersetzung von Brombenzylcyanid (Detonationsschlag) 898, 968
Zersetzungsgeschwindigkeit 261
Zersetzungsgleichung, Aufstellung 739
— (Gasmenge) 769
Zersetzungskatastrophen von rauchschwachem Pulver (Marine) 342
Zersetzungsreaktion bei Peroxyden 220
Zersetzung, thermische 621
—, thermische, ohne, mit Sauerstoffgegenwart 041, 153, 156
—, thermische, u. Wärmeleitung 150
Zersetzungswärme 628
Zerspaltung von Brombenzylcyanid durch Explosionsstoß 898, 968
Zerspannung 890
Zerspringen von Druckluftspritzen 965
Zerstäuber für Flammenfärbung 575
— nach Mitscherlich, Valenta 575
— für Nebel 905
Zerstäubungserscheinungen 509
Zerstäubungsgeräte (Entseuchung) 989
Zerstiebende Kugeln 848
Zerstörung durch Staub 923
Zerstörungssprengung, Attentate 869
—, militärische 868
Zertrümmerung von Atomen 497, 499, 783, 899
— von Molekülen durch Ultraschallwellen 491
Ziegel, Explosivprüfung 895
Ziegelstein, Gasdurchgang 517, 980
Ziehen der Kerzen 541
Ziehpressendruck 890
Zielfeuer 344
— mit Aluminium 343
Zielverhalten der Kugeln 851
Zimmerfeuerwerk 566
Zimtsäure 063
Zinckes Normalthermometer 630
Zink 022
Zinkäthyl 142
Zinkaryl 078
Zinkführung, Flammschutz der 806
Zinkhülsen (Leuchtpatronen) 561
Zinkoxydrauch 920
Zinkstaubdestillation 080
Zinkverbrennung mittelst Natriums 022
Zinn 025
Zinnchlorid, Nebel 906
Zinndraht bei Geschoßführung 807
Zinnitrat 299
Zirkon 024
Zirkonbrenner 546
Zirkulationsstörungen (Wind) 655
Zisternenflugzeug 964
Zi-Zündung 420
Zi- u. Za-Zündung 432, 433, 434, 435
Zodiakallicht 573
Zone des Schweigens 748
Zonenhöhe, Flammen 510
Zonen bei Gasflammen 525
Zone, neutrale, bei Explosionsstoß 795
Zoostoffe 090, 239, 256, 278
Zoostoff, Explosion von 187
—, Explosion in 729
Zoostoffe mit Salpeter 283
Zucker 048, 256, 427
Zuckerexplosion 187
Zuckerhalogenverbindungen 050
Zucker, katalytische Verbrennung 427
—, Lumineszenz 592
—, Melasse 427, 953
—, Motorentreibstoffzusatz 187
Zuckeroxydation bei Nitrierung 328
Zuckerstaub 431
Züge (im Lauf) 800, 834
—, Abschleifen der 801, 835
—, Einpreßdruck 808
—, Reibung in 808, 840
Zündapparate, elektrische 437, 456
Zündarten am Motor 437
Zündart bei Nebelgeschossen 909
— u. Splitterwirkung 864
Zündbänder 452, 454
Zündbarkeit von H-Isotopen 004, 163
— von Gas in Leitung nach Abdrehen des Haupthahns 524
Zündbremse 166, 437
Zünder, allgemein 469, 475, 806
Zünderaufladung, elektrische 872
Zünder, Bomben 872
—, Brenndauer 474, 756
—, Brennzeitenmessung 288, 474
—, elektrische 474, 872
—, Geschoß 474
Zünderlaufzeit 288, 379, 757
Zünderleichterer 401, 407, 440, 454
Zünderlose Granatenexplosion 788, 876
— Tankabwehrgeschosse 788
Zünderstellmaschine 288
Zündertellerbrandloch 288
Zündfäden um Leuchtsterne 460
Zündfähigkeit 453
Zündfeuerung 174, 177, 439
Zündflamme (Flammenpendel) 445

Zündflammensicherung 525
Zündgeschwindigkeit 163, 404, 411, 413, 437
Zündgrenzen bei Feststoffen 180
Zündgrenzen bei Flüssigkeiten (Motor) 160
— in Sauerstoff 164, 596, 626
Zündgrenzen bei Gasen 100, 101, 102
Zündholz 208, 234, 325, 453, 454
— in Bunsenflamme 453, 525
— mit beschwertem Ende 454
—, ewiges 454
— ohne Kopf 454
— über Lampe 453, 514
—, Nachglimmen 504
— aus Pappe, Preßpapier 454
Zündholzschachtel, durchlöchert 174
Zündholz, Weiterglühen 453, 690
Zündholzzündung 287
Zündhütchen 254, 434, 420
—, Apparat zum Öffnen 472
—, Cellophanabdeckung 472
—, Detonationsübertragung 473, 793
—-Eigenschaften 472
—-Fertigung 472
—, Feuerstrahllänge 475, 476, 712
—, Metall in Schwaden 738
—, Preßdruck 472
Zündhütchenschachtel 473
Zündhütchen mit Schußwirkung 478
—, therm. Zersetzung 473
—: Za-Versuche 475
—, Zündübertragung 473
Zündinitium (Sprengung) 860, 785
Zündkerzen 435, 437
Zündkerzenverrußung 437
Zündköpfe 363
Zündladungskörper 350, 785
Zündlichte 479
Zündmaschine 430
Zündmasse bei Zündholz 453
Zündmethode nach Friedrich 785, 793
Zündmittel, allgemein 400, 720, 730
—, Det.-Geschw. 755, 756
— (Rauch) 731, 732
—, Rückstoß 812
Zündmomente 287
Zündöle 150, 156, 168
Zündoxyde 410, 420
Zündpapier 334
Zündpillen 409, 452, 479
Zündpunkterniedrigung 420
Zündpunktprüfer nach Jentzsch, 410, 416
— nach Krupp 410, 416
— nach Langhans 410, 435
Zündpunktprüfung nach Nernst 403
Zündpunkt u. Siedepunkt 410
Zündregel nach Tausz 410
Zündrequisiten 460
Zündsätze 299, 405, 471, 756
—, Brenndauer 756
— für chemische Zündung 450
Zündschnur 460, 466, 555, 563
—-Ballons (Uchatius) 464
—, Brenndauer 756
—, Det.-Geschw. 757
— mit Diazokörpern 465
Zündschnurfäden bei Leuchtsternen 460
Zündschnurzündung 254
Zündschnurvorläufer 461
Zündschrauben 475
Zündstab nach Langhans, dunkel 416, 417, 418, 435
— nach Langhans, leuchtend 435
— für Flammpunktsapparatur 446
Zündstärke 456
Zündstoffarten 470
Zündstrahl 343
Zündstreifen 452
Zündstromverstärker 347
Zündtemperatur 343
Zündtüte 433
Zündübertragung (Zündhütchen) 473
Zündung, allgemeine 236, 286, 430
—, Anarchistenbomben 450
—, außen 430, 458, 555
—, Bomben 450
— durch brennende Flüssigkeiten 440, 441 442
—, chemische 407, 408, 451
—, elektrische 409
— unter erhöhtem Druck 165
— von Feststoffen, Flüssigkeiten durch Flüssigkeiten 440, 442
—, Flammenzündung 443
— von Handgranaten 871
—, innen 420, 458, 553
—, kalorische 409
— durch Metalle, glühende 434
— in Motor 437
— durch Nichtmetalle, glühende 435
—, passive 463
— in Rohrleitung 410, 411
— von Schmierölen 402
—, stufenweise 166
— am Totpunkt 437
— unter vermindertem Druck 164
— unter vermindertem Druck, bei Gasen 403
— unter Wasser 384
— durch Wellen, Strahlen 490, 493, 494
— durch Zündpillen 450
Zündungsdruck (Motor) 164, 437
Zündungslücke (Jentzsch) 410, 411
Zündungsregel nach Tausz 410
Zündverzug bei Blitzlichtlampen 550
— (Motorzündung) 166, 728
Zündwertprüfer 410
Zündwilligkeit 163
Zündwirkung, aktive 464, 467
— von Bleinitrat 483
— von Leuchtflammen 410, 441
— von Thermit 236, 434
Zugaufnehmen (Zugversuch) 890
Zugformel (Schornstein) 175
Zugkraftmesser 800, 803
Zugregler 174
Zug — Saugwirkung 795
Zugspannungen beim Eindringen von Geschossen 850, 872, 890
Zugstärke 174, 175
Zugversuch 890
Zumischung von Gesteinsstaub 686
Zunahme der Härte bei beschossenem Blei 772
Zunder 501, 454
Zunehmender Drall 834

Zungennerven — Zunge 971
Zurückschlagen des Bunsenbrenners 525
Zurückspringen freier Elektronen 590, 591
Zusammenlagerung von Nitrokörpern mit anderen brennbaren Stoffen 199
Zusamenprall entgegengesetzt fliegender Kugeln 845
Zusammenschweißen durch Explosion 891
Zusammensetzbare Retorte 031, 080
Zusammensetzung von Gasen und Expl.-Geschw. 750
Zusammenschießen d. Sprengstoffs (Dichte) 876
Zusammenstoß der Molecüle 629
Zusatzsubstanzen zur Trockendestillation 031, 080
Zusatz unbrennbarer Stoffe zu brennbaren 680
Zustandsgesetz 629
Zwardemakers Olfaktometer 643, 970
Zweibasische Säuren 046
— Säuren und Kohlensuboxydbildg. 038, 046
Zweite Luft (Atmung) 993
Zweiwertige Phenole 062
Zwillingskalorimeter 607
Zwischenreaktionen (Thermodynamik) 622
Zwischenwände als Schutz 895
Zwischenzünder 485
Zwischenzündungen 454
Zyklon (HCN) 978
Zyklone als Verstäuber 652, 657
Zylinderchronograph 840
Zylinderdurchschuß (Geschoß-Geschw.) 840
Zylinderformen 543
Zylinder für Lampen 543
Zylindermaterial 543
Zylinder von da Vinci 543

B. W.
KRAKÓW
29765
Biblioteka Naukowa ASG
im. gen. broni K. Świerczewskiego

Aus der Feder von Dr. Langhans sind kürzlich bei uns erschienen:

Explosionsmomente

Preis ..... RM 3.60

Auf 183 Seiten Text gibt der Verfasser eine Zusammenstellung des wichtigen Gebietes – wichtig, weil es auch seine kulturelle Bedeutung bei der Gewinnung von Bodenschätzen, bei Herstellung von Tunnels, Kanälen, Straßenbauten hat. Unter Verzicht auf weitläufige Definitionen und theoretische Erörterungen führt der Leitfaden in das Wesen der Explosion ein: ein lückenloses, auf logischen Zusammenhängen beruhendes Mosaik der Explosionsmomente.

AUS DEM INHALT:

Vorwort – Grundbegriffe der Verbrennung – Unechte (physikalische) Explosion – Echte (chemische) Explosion – Auslösbarkeit und Empfindlichkeit – Chemisches Explosionsmoment = Feuer – Prüfungsvorschriften – Physikalisches Explosionsmoment = Knall – Momente der Sprengwirkung – Brisanz; Brisanzmessung – Tabelle wichtiger Zahlenwerte für die Explosivstoffe – Explosionsvorgang im Explosivstoff; Welle; Chemischer Stoß – Explosivwirkung außerhalb des Explosivstoffs; Explosionsübertragung; Verdichtungsstoß – Schießmomente; Schießtechnik – Sprengmomente; Sprengtechnik

Momente der Nebel-Rauch-Giftkampfstoffe

Preis ..... RM 2.70

Dieser Leitfaden stellt gegenüber anderen Werken über Wesen, Darstellung, Wirkung, Anwendung der Nebel-Rauch-Giftkampfstoffe eine Neuerscheinung dar. Besondere Momente sind durch längere, allgemeinere durch kürzere Stichwortangaben gekennzeichnet. Vorstellungen und Kenntnisse sollen damit erweitert und vertieft, das Einarbeiten in unbekannte Gebiete ermöglicht werden.

AUS DEM INHALT:

Vorwort – Nebelerzeugung – Staub; Raucherzeugung – Rauch zur Tarnung; Signal-Buntrauch – Mechanische Eigenschaften und Methoden zur Erkennung, Beseitigung von Nebel, Staub, Rauch – Akustische, kalorische, optische, elektrische, chemische Eigenschaften und Methoden zur Erkennung, Beseitigung von Nebel, Staub, Rauch – Giftkampfstoffe: Darstellung, Reinigung, Chemische Spezialreaktionen – Giftkampfstoffe, besondere physikalische Eigenschaften – Methoden zur Feinverteilung von Giftkampfstoffen; Flüchtigkeit; Verdampfbarkeit; Anwendung der Stoffe direkt, in Geschossen; Laborierung – Physiologische Wirkungen der Giftkampfstoffe – Giftstoffabwehr durch Gasmasken; Künstliche Atmung; Kollektivgasschutz – Atmung; Wärmehaushalt der Lebewesen; Thanatologie.

VERLAG »OFFENE WORTE«, BERLIN W 35

Druck von A. Seydel & Cie. Aktiengesellschaft, Abteilung Owo-Druck, Berlin SW 61.

BIBLIOTEKA
ASG
NAUKOWA
48717