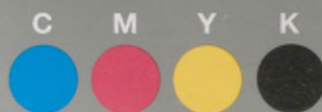


Grey Scale #13



Part Code
511316

DANES
-PICTA
.COM

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

HERMANN BÜSCHER



UND WIR?

ZWEITE AUFLAGE

JOHANN AMBROSIOUS BARTH · LEIPZIG

Blue

Cyan

Green

Yellow

Red

Magenta

White

3/Color

Black

Centimetres

Colour Chart #13

DANES
-PICTA
.COM

HERMANN BÜSCHER



UND WIR?

ZWEITE AUFLAGE

3d 1965/57
JOHANN AMBROSIOUS BARTH · LEIPZIG

von J. H. 7. Unbleib

Giftgas!
UND
wir?

Gifts
and
more

Giftgas! UND *wir?*

Die Welt der Giftgase
Wesen und Wirkung · Hilfe und Heilung

von

HERMANN BÜSCHER

DR. MED. ET DR. PHIL.

Zweite, völlig umgearbeitete Auflage

Mit 61 Abbildungen im Text

362

J 114/2



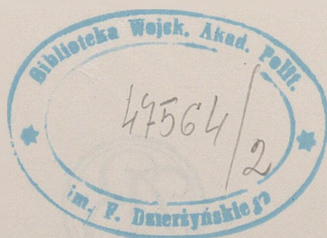
1 9 3 7

VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH · LEIPZIG

Einnahmepuch-Nr.: 37.638

355.3(358.5)

6.—15. Tausend



Alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht
— auch ins Russische — vorbehalten

Copyright by Johann Ambrosius Barth / Leipzig / 1937

Printed in Germany

*„Wir haben nie Sonntag,
nie eine Feierstunde . . .“
(Aus ihrem letzten Briefe)*

Dieses Buch widme ich dem Andenken meiner Frau

Herta geb. Wickel

*deren junges, edles Leben an diesem Buche und an
dieser Wissenschaft zerbrach*

THE
OF THE
THE

THE

THE

THE

THE



THE

Vorwort zur ersten Auflage

(gekürzt)

„Giftgas! Und wir?“ So nenne ich dieses Buch. Der Titel könnte sensationell wirken; das soll er nicht. Sensationen will und kann ich nicht geben. Aber aufrütteln will ich, besonders die will ich aufrütteln, die den Giftgasen lau und gleichgültig gegenüberstehen. Denn die Giftgase sind eine ungeheure Macht geworden.

Viele Giftgase sind in Friedenszeiten treue Gefährten menschlicher Arbeit geworden (Leuchtgas im Haushalt, Phosgen in der Farbenindustrie, Ammoniak in der Kälteindustrie, Gase in der Schädlingsbekämpfung usw.). Der Ablauf chemischer Produktionsprozesse mit den segensreichen Produkten für die Menschheit wäre ohne Giftstoffe gar nicht möglich. Das Vorhandensein dieser Giftstoffe hat vor dem Weltkriege die Menschheit auch gar nicht bedrückt.

Erst, als im letzten Kriege die Menschen auf den Gedanken kamen, Giftgase zum Töten zu verwenden, erst da ahnten und fühlten sie all das Furchtbare, das in den Giftgasen steckt. Seit dieser Zeit drücken die Giftgase auf uns wie ein schwerer Alp.

Die Giftgase sind zu einem Problem geworden. Der Krieg hat sie in unserer Vorstellung zu jener unheimlichen Macht gestempelt, der wir fast ratlos, tatlos, hilflos gegenüberstehen.

„Giftgas! Und wir?“ Sind wir wirklich der Macht „Giftgas“ ratlos, tatlos, hilflos, schutzlos preisgegeben? Sind wir nicht mehr Herren der Giftgase? Müssen wir uns den Giftgasen beugen als einem Schicksal, dem man nicht mehr entinnen kann? Nein! Wir müssen nur mit klarem Blick und beherztem Mute den Giftgasen gegenüberreten, um sie wieder meistern zu können.

Ich bin Arzt, der helfen, aufklären, schützen will, sonst nichts. Ich bin Arzt, der selbst in der Praxis steht und jahrelang tagaus, tagein mit den gefährlichsten chemischen Kampfstoffen hat umgehen müssen. Denn ich habe von 1919—1925 während der Vernichtungsarbeiten auf dem Gasplatz Breloh den ärztlichen Dienst versehen.

Von den Tausenden von Arbeitern, die im Laufe der Jahre hier beschäftigt wurden, haben viele infolge der Gasschädigungen qualvoll leiden müssen, und mancher hat seine aufopferungsvolle Tätigkeit noch mit dem Tode gebüßt. Dieses stillen Heldentums, das hier auf dem Gasplatz Breloh viele Arbeiter für unser Vaterland in Erfüllung des Versailler Friedensdiktates durchgekämpft haben, sei an dieser Stelle in Ehren und Dankbarkeit gedacht!

Außer den eigentlichen chemischen Kampfstoffen — den Grünkreuz-, Gelbkreuz-, Blaukreuz- und Augenreizstoffen — hatten wir auf dem Gasplatz Breloh viele chemische Substanzen liegen, die in der Sprengstoffindustrie eine große Rolle spielen. Auch diese mußten wir vernichten.

Außerdem hatten wir häufig Kohlenoxydvergiftungen, so daß ich vielleicht von mir sagen darf, daß ich in der Welt der Giftgase kein unbekannter Gast bin.

Die Giftgase gehen nicht nur die Wissenschaft an, sondern alle, d. h. jeden Laien; denn der günstige Ausgang der Heilung hängt bei der ganzen Art der Gasvergiftungen meistens von der ersten richtigen Hilfeleistung der Rettungsmannschaften und auch vom Kranken selbst ab. Bei der außerordentlich schnellen Wirkung der Giftgase kann der Arzt meistens erst dann zur Stelle sein, wenn er den Ablauf der Krankheit nicht mehr beeinflussen kann. Darum müssen alle, die zur Hilfe und Heilung in einem Staate berufen sind, aufs sorgfältigste in der ersten Hilfeleistung ausgebildet werden. Denn nur, wenn der Laie im Anfang einer Vergiftung das Richtige tut, dann ist die beste Vorbedingung für einen weiteren günstigen Heilverlauf gegeben und auch nur dann kann der Arzt meistens mit Erfolg die Heilung durchführen.

Was hat bei einer Gasvergiftung der Kranke zu tun, was haben die Rettungsmannschaften zu tun, und was hat der Arzt zu tun?

Ich habe die Kompetenzen streng voneinander geschieden und bei jedem Giftgas, soweit es mir möglich war, dargestellt, was der Kranke selbst zu tun hat, was die Rettungsmannschaften zu tun haben und was der Arzt zu tun hat. Ich hoffe, daß durch diese dreifache Gliederung das Buch außerordentlich an praktischem Wert gewinnt. Darum kann der Laienhelfer ohne weiteres die Seiten im Buch überschlagen, die nur den Arzt angehen.

Trotz aller unserer Schutzmaßnahmen können wir die Gasvergiftungen nicht aus der Welt schaffen. Darum wendet sich dieses Buch auch ganz besonders an die Ärzte, die nicht Zeit haben, unsere großen Bücher zu lesen. Das ganze Giftgasproblem wird erst dann zu einer vernünftigen Lösung gebracht werden können, wenn die Ärzte sich dieses Problems annehmen. Wie wir Ärzte die Ausbreitung von ansteckenden Krankheiten häufig zu unterbinden vermögen, so muß es uns auch gelingen, die Gefahren der Giftgase zu bannen. Und wenn erst die Ärzte mit Ernst und Gründlichkeit und Leidenschaft an die Lösung des Giftgasproblems herangehen, dann — das weiß ich genau — werden die Giftgase bald ihren Schrecken verlieren.

Mein Buch soll bei aller Wissenschaft ein Volksbuch sein, und die vielen Bilder mögen dieses Buch im guten Sinne zu einem wahren Volksbuche machen.

Heute vor hundert Jahren schloß einer der ganz Großen, die je über die Erde gegangen sind, für immer die Augen. Von seinem Geiste spüren wir alle einen Hauch. Ich lese gerade von ihm: „Und dein Streben sei's in Liebe und dein Leben sei die Tat.“ Im Sinne dieser werktätigen Menschenliebe schicke ich dieses Buch in die Welt hinaus.

Munster in der Lüneburger Heide
Am Todestage Goethes 1932

Hermann Büscher

Vorwort zur zweiten Auflage

Dieses Buch erschien in erster Auflage noch in der Systemzeit im Frühjahr 1932. Die erste Auflage dieses Buches in Höhe von 5000 Exemplaren war bereits Ende 1933 vergriffen. Im Jahre 1933 übernahm der Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig, dieses Buch, sowie meine große Kampfgasmonographie „Grün- und Gelbkreuz“. Der Verlag hat sich mit ganz besonderer Liebe und Opferbereitschaft der Neuauflage vorliegenden Buches angenommen. Dafür danke ich ihm.

Als dieses Buch erschienen war, schrieb der Direktor des Pharmakologischen Institutes der Universität Würzburg, Prof. Dr. Ferdinand Flury, unser aller Meister auf dem Gebiete der Giftgasforschung, folgendes:

„Ich finde das Buch „Giftgas! Und wir?“ in jeder Hinsicht zweckentsprechend und glaube, daß es vor allem wegen seiner Billigkeit und Zuverlässigkeit alle anderen Gasbücher 'schlagen' wird. Es ist vor allem auch ungemein lebendig geschrieben und dadurch besser zu lesen als die nüchternen Zusammenstellungen anderer Autoren. Das Ganze ist vorzüglich gelungen.“

Flury hat recht behalten. Ich glaube, es gibt kaum ein wissenschaftlich geschriebenes Buch über Giftgase, das in etwa 1½ Jahren in erster Auflage einen Absatz von 5000 Exemplaren gehabt hat.

In den „Berichten über die gesamte Biologie“ schrieb Flury in eingehender Würdigung über dieses Buch u. a.:

„Das neue Werk ist keine Monographie wie das jüngst erschienene Buch, Grün- und Gelbkreuz' des gleichen Verfassers, sondern eine knappe, aber umfassende Darstellung des ganzen Gebietes der giftigen Gase. Wie wenige Fachleute ist Büscher berechtigt und befähigt, über dieses Gebiet zu schreiben; hat er doch jahrelang reichste eigene Erfahrungen, besonders als Arzt auf dem Gasplatz Breloh in der Lüneburger Heide, sammeln können...“

Der Versuch, das Problem möglichst von allen Seiten zu schildern, ist aufs beste gelungen. Aufklären und Helfen sind die Leitmotive des Verfassers, sie beherrschen überall die Darstellung...

Das Buch ist flott und lebendig, allgemein verständlich und doch wissenschaftlich geschrieben und von hohem sittlichem Ernst getragen. Dazu kommt bei reichem Inhalt und vielen Bildern der Vorzug außerordentlicher Billigkeit; es ist also wirklich, wie Verfasser anstrebte, ein Volksbuch geworden, dem weiteste Verbreitung zu wünschen ist.“

Generaloberst von Seeckt schrieb mir (30. Juni 1932) nach Erscheinen des Buches:

„Ihre zusammenfassende Darstellung bietet das für die große Menge Wissenswerte in eindrucksvoller Form. Die Giftgasfrage wird mit dem ihr zukommenden Ernst, aber doch in einer Form behandelt, die nicht durch übertriebene Wissenschaftlichkeit den Leser verwirrt und abschreckt. Die hier gebotenen Kenntnisse und Vorschriften können nicht genug Verbreitung im Volke finden. Tritt die Gefahr ein, ist es für Belehrung zu spät.“

„Tritt die Gefahr ein, ist es für Belehrung zu spät.“ Dieser Satz des großen Soldaten von Seeckt, der jetzt in die Ewigkeit und in die Unsterblichkeit eingegangen ist, sei für uns immer eine Mahnung und Warnung!

So wie der große Soldat von Seeckt und der Forscher Flury über dieses Buch urteilten, so und ähnlich urteilten viele andere Wissenschaftler, Forscher und Soldaten von Rang und Namen.

Da dieses Buch aber auch weltanschauliche Kapitel enthält, besonders Gedanken über Krieg und Frieden, so glaubte die internationale jüdisch-pazifistische Presse eine typisch deutsche Denkwegsweise in diesem Buche zu entdecken. Sie behauptete, ich sei „giftgasbegeistert“, ich hetze zum „frisch-fröhlichen Gaskrieg“, ich sei überhaupt ein „Kriegshetzer“ im „Solde des Kapitals“ usw. Verträge (die jüdische internationale Presse meinte damit das Diktat von Versailles) existierten für uns Deutsche nicht, denn ich schriebe¹⁾:

„Über Tod und Leben, über Krieg und Frieden entscheiden nicht Proklamationen und Reden, nicht Verträge und Bündnisse, sondern die Gesetze des Werdens und Vergehens, die menschlichem Willen entrückt sind.“

Oder:

„So werden wir dem Kriege nicht entrinnen können, wie wir dem Tode nicht entrinnen können.“

Diese beiden Sätze aus dem ersten Kapitel dieses Buches haben es dem internationalen Pazifismus scheinbar sehr angetan. Selbst der Hauptschriftleiter der französischen Zeitschrift „Le Danger Aérien et Aéro-Chimique“ glaubte diesen letzten Satz im Original seinen französischen Lesern nicht vorenthalten zu dürfen.

Der internationale Pazifismus argumentierte etwa so: wenn das die Überzeugung der Deutschen ist, daß über Krieg und Frieden nicht mehr Verträge entscheiden, sondern die Gesetze des Werdens und Vergehens, dann, ja dann nützen alle Verträge überhaupt nichts mehr. Darauf erwidere ich: Verträge nützen schon, aber keine Diktate. Das Versailler Diktat war niemals ein Vertrag. Diktate führen zwangsläufig zum Kriege. Daß das Versailler Diktat nicht zu einem Kriege geführt hat, hat die Welt der hohen staatsmännischen Kunst unseres Führers Adolf Hitler zu verdanken, dem es gelungen ist, dieses Diktat ohne einen Krieg zu liquidieren. Das Ausland kann überzeugt sein, daß jeder Vertrag, den das neue Deutschland in Ehre und Gleichberechtigung abschließt, auch gehalten wird. Ob diese Selbstverständlichkeit das internationale Judentum glaubt oder nicht, ist für uns vollkommen belanglos. Das Judentum will gar keinen Völkerfrieden; das Judentum hetzt die Völker gegeneinander auf; das Judentum kann nur seinen Nutzen ziehen aus Krieg und Unglück, aber niemals aus Frieden und Glück der Völker.

Meine so gern zitierten Sätze aus diesem Buche sollen das bedeuten, was Generaloberst von Seeckt in seinem Buche „Gedanken eines Soldaten“ so ausdrückt:

„Gegen die großen welthistorischen Umwälzungen wird kein Locarno helfen.“

¹⁾ Vergleiche S. 5ff. in diesem Buche.

Das alles sind keine spezifisch deutschen Erkenntnisse, sondern Erkenntnisse aller Menschen, die über die letzten Dinge dieser Welt nur etwas nachgedacht haben.

Ueber eine Anerkennung, die dieses Buch erhielt, habe ich mich ganz besonders gefreut. Denn es wurde in der Dienstvorschrift für die SA. der NSDAP., Heft 7 unter Ziffer 110 als einziges Buch namentlich empfohlen. Es heißt unter Ziffer 110:

„Als besonders empfehlenswert für die Einführung in das Giftgasproblem kann für Ärzte das Buch von Dr. Hermann Büscher ‚Giftgas! Und wir?‘ bezeichnet werden. Es gibt über alle Giftgase, Wirkung und Heilung ausgezeichneten Aufschluß. Andere Bücher über diese Stoffe werden aber nicht ausgeschlossen.“

So bekam das Buch, das immerhin in der Systemzeit geschrieben war, im nationalsozialistischen Staat von der obersten SA.-Leitung eine besondere Auszeichnung. Das verpflichtete mich. Ich mußte, wenn eine neue Auflage dieses Buches hergestellt wurde, ein Buch schaffen, das in besonders eindrucksvoller Weise den Geist und die Kraft des neuen Reiches atmete. Ich mußte das Buch, so sehr wie es auch die Kritik gelobt hatte, vollkommen umarbeiten. Aber meine Gesundheit war schlecht; meine sonst widerstandsfähige Natur war allmählich untergraben worden durch das jahrelange Tag-und-Nacht-Arbeiten, ohne je Urlaub gehabt zu haben; vor allem aber durch das chronische Einatmen chemischer Kampfstoffe bei meinen vielen experimentellen Versuchen. Als ich mit der Umarbeitung dieses Buches im Herbst 1933 anfang, ging es noch einigermaßen mit mir; aber dann brach ich bald vollkommen zusammen. Zwei Jahre lang habe ich meine ärztliche Praxis nicht ausüben können. Ich konnte viele Monate überhaupt nichts machen. Nur ganz allmählich konnte ich die Neubearbeitung dieses Buches wiederaufnehmen.

Die gewerblichen und industriellen Giftstoffe, die ich noch in der ersten Auflage behandelt habe, habe ich ganz fallen lassen. Der Entschluß hierzu fiel mir nicht schwer, da ich zu der Ueberzeugung kam, daß diese Giftstoffe doch zu kurz und zu sehr im Telegrammstil behandelt worden waren, wodurch der Leser doch keinen rechten Nutzen hatte. Dafür habe ich alle wichtigen chemischen Kampfstoffe besonders eingehend behandelt und außerdem alle im Weltkriege bekanntgewordenen chemischen Kampfstoffe neu aufgenommen, selbst wenn sie auch nur noch ein historisches Interesse beanspruchen können. So kann der Leser sich über jeden chemischen Kampfstoff, der irgendwie einmal im Weltkriege eine Rolle gespielt hat, unterrichten.

Wegen der großen Bedeutung von Rauch und Nebel in Zukunftskriegen habe ich ein besonderes Kapitel „Rauch und Nebel“ neu geschrieben.

Immer wieder werden wir Menschen durch sensationelle Zeitungsnachrichten über die Erfindung neuer Giftgase von unvorstellbarer Wirkungskraft aufgeschreckt. Damit sich der Leser über den Stand und die Entwicklungsmöglichkeiten all dieser Dinge selbst ein ruhiges und kritisches

Urteil bilden kann, habe ich außerdem noch ein Kapitel mit der Ueberschrift „Neue Kampfstoffe?“ neu eingefügt.

Da ich alle gewerblichen und industriellen Giftstoffe in der Neuauflage dieses Buches nicht mehr behandle, sondern nur noch Giftstoffe, die mit den Kriegen irgendwie in Verbindung stehen, so habe ich das Buch bewußt auf Krieg eingestellt. Nicht weil ich den Krieg will, sondern, weil ich ihn nicht will. Denn das aufgeklärteste Volk ist immer noch die beste Gewähr des Friedens. Gerade wir deutschen Forscher können den Ruhm für uns in Anspruch nehmen, sehr viel für die Aufklärung auf dem Gebiete der Giftgase getan zu haben; denn, wer nur einen Blick in die ausländischen Bücher und Zeitschriften, die sich mit dem Giftgasproblem beschäftigen, wirft, wird immer wieder auf die Forschungsergebnisse deutscher Gelehrter stoßen.

In der Systemzeit schrieb das Hamburger Tageblatt (8. Juni 1932), die nationalsozialistische Zeitung Hamburgs, über dieses Buch:

„Das Buch ‚Giftgas! Und wir?‘ überragt viele, fast alle Bücher, die über Giftgas und Gaskrieg handeln. Es ist sehr gut geschrieben und wendet sich in klarer, phrasenfreier Form an Laien, Hilfsmannschaften und Ärzte zugleich.

Das Buch ist Mahnung, Geschichtswerk und Lehrbuch und dabei in einer Klarheit und Allgemeinverständlichkeit geschrieben, daß man es in die Hand eines jeden Volksgenossen legen möchte.“

Möge dieses Buch auch weiter Mahnung, Geschichtswerk und Lehrbuch sein!

Munster in der Lüneburger Heide
Im März 1937

Hermann Büscher

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Kapitel: Der Krieg — ein Schicksal.	1
2. Kapitel: Zur Geschichte und Technik des Gaskrieges	10
3. Kapitel: Einführung in die Welt der Giftgase	31
4. Kapitel: Können wir uns schützen und wie können wir helfen?	52
a) Einzelschutz	52
Sauerstoffschutzgeräte	55
Schlauchgeräte	59
Filtergeräte	62
Durch Fehler lernen wir	73
b) Sammelschutz	75
Wie können wir helfen	77
bei erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung?	78
bei Reiz- und Ätzwegen?	84
bei allen übrigen Gasen (Blut-, Nerven- und Stoffwechselgiften)?	86
Kurze zusammenfassende Darstellung der Behandlung von Gasver-	
giftungen	88
5. Kapitel: Grünkreuzkampfstoffe (Erstickende Kampfstoffe)	94
a) Phosgen	95
Historisches — Chemisches — Kriegstechnisches	95
Die Wirkung von Phosgen auf den Menschen	97
Hilfe und Heilung bei der Phosgenvergiftung	104
b) Perchloraureisensäuremethylester	109
Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches	109
Die Wirkung von Perstoff auf den Menschen	110
Hilfe und Heilung bei der Perstoffvergiftung	111
c) Chlorkiprin	111
Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches	111
Die Wirkung von Chlorkiprin auf den Menschen	113
Hilfe und Heilung bei der Chlorkiprinvergiftung	114
d) Chlor	114
Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches	114
Die Wirkung von Chlor auf den Menschen	115
Hilfe und Heilung bei der Chlorvergiftung	116
6. Kapitel: Gelbkreuzkampfstoffe (Ätzende Kampfstoffe)	117
a) Dichlordiaethylsulfid (= Lost, Yperit, Senfgas)	117
Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches	118
Die Wirkung von Dichlordiaethylsulfid auf den Menschen	121
Schädigungen der Haut	121
Schädigungen der übrigen Organe	129
Hilfe und Heilung bei Dichlordiaethylsulfidschädigungen	133

b) Chlorvinylarsindichlorid (= Lewisit)	143
Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches	143
Die Wirkung von Lewisit auf den Menschen	145
Hilfe und Heilung bei Lewisitschädigungen	148
Die Durchschlagskraft von Dichlordiaethylsulfid (Yperit) und Lewisit durch verschiedenartige Stoffe	151
c) Aethylarsindichlorid (= Dick)	155
d) Methylarsindichlorid	156
7. Kapitel: Reizstoffe	158
I. Blaukreuzkampfstoffe (Nasen- und Rachenreizstoffe)	158
a) Diphenylarsinchlorid (= Clark I)	159
Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches	159
Die Wirkung von Clark I auf den Menschen	162
Hilfe und Heilung bei Clarkschädigungen	164
b) Diphenylarsincyanid (= Clark II)	167
c) Diphenylaminarsinchlorid (= Adamsit)	168
II. Augenreizstoffe (Tränenstoffe)	169
a) Bromaceton	169
b) Brommethylaethylketon	171
c) Brombenzylcyanid	171
d) Chloracetophenon	172
Anhang	173
e) Bromessigester	174
f) Chloraceton	174
g) Xyllylbromid (T-Stoff)	174
h) Benzylbromid	175
i) Jodaceton, Jodessigester, Benzyljodid	175
k) Methylschwefelsäurechlorid und Aethylschwefelsäurechlorid	175
l) Chlorameisensäureester (K-Stoff)	176
m) Perchlormethylmercaptan	176
n) Acrolein	176
Andere wegen der Eigenart der Wirkung bemerkenswerte Kampfstoffe	177
a) Dichlordimethylaether	177
b) Dibromdimethylaether	177
c) Dimethylsulfat	177
d) Blausäure	177
e) Bromcyan	178
f) Chlorcyan	178
g) Kohlenoxyd	178
Kampfstoffverbrauch im letzten Kriege	179
8. Kapitel: Neue Kampfstoffe?	181
9. Kapitel: Rauch und Nebel	190
a) Allgemeines	190
Begriffliches	191
Künstliche Nebel	192
Historisches	192
Verwendung künstlicher Nebel für friedliche Zwecke	195
Die Nebelkatastrophe im Maastale	195

Bunte Nebel	196
Oelnebel	197
Gefährlichkeit künstlicher Nebel	197
Giftnebel	197
b) Die Nebelstoffe	199
1. Phosphor	199
Historisches, Darstellung, Eigenschaften	199
Phosphor als Nebelbildner	199
Sind Phosphornebel giftig?	200
Die Giftigkeit des elementaren Phosphors	201
Phosphorbrandwunden	201
Wirkung des Phosphors vom Magen aus	203
Anhang.	203
Phosphorwasserstoff	203
Chloride des Phosphors.	203
2. Schwefeltrioxyd	204
3. Chlorsulfonsäure.	206
4. Sulfurylchlorid	207
5. Siliciumtetrachlorid	207
6. Titan-tetrachlorid.	208
7. Zinntetrachlorid	209
8. Die Zinknebel: Bergermischung	210
Schutz, Hilfe und Heilung	211
10. Kapitel: Ewiges Deutschland	213
Quellenverzeichnis.	221
Namenverzeichnis	223
Sachverzeichnis	225

1. The first part of the report deals with the general situation of the country and the progress of the work during the year. It is divided into two main sections: the first section deals with the general situation of the country and the progress of the work during the year, and the second section deals with the specific work done during the year.

2. The second part of the report deals with the specific work done during the year. It is divided into three main sections: the first section deals with the work done in the field, the second section deals with the work done in the laboratory, and the third section deals with the work done in the office.

3. The third part of the report deals with the results of the work done during the year. It is divided into three main sections: the first section deals with the results of the work done in the field, the second section deals with the results of the work done in the laboratory, and the third section deals with the results of the work done in the office.

4. The fourth part of the report deals with the conclusions drawn from the work done during the year. It is divided into three main sections: the first section deals with the conclusions drawn from the work done in the field, the second section deals with the conclusions drawn from the work done in the laboratory, and the third section deals with the conclusions drawn from the work done in the office.

5. The fifth part of the report deals with the recommendations made for the future work. It is divided into three main sections: the first section deals with the recommendations made for the work done in the field, the second section deals with the recommendations made for the work done in the laboratory, and the third section deals with the recommendations made for the work done in the office.

6. The sixth part of the report deals with the summary of the work done during the year. It is divided into three main sections: the first section deals with the summary of the work done in the field, the second section deals with the summary of the work done in the laboratory, and the third section deals with the summary of the work done in the office.

7. The seventh part of the report deals with the bibliography. It is divided into three main sections: the first section deals with the bibliography of the work done in the field, the second section deals with the bibliography of the work done in the laboratory, and the third section deals with the bibliography of the work done in the office.

8. The eighth part of the report deals with the index. It is divided into three main sections: the first section deals with the index of the work done in the field, the second section deals with the index of the work done in the laboratory, and the third section deals with the index of the work done in the office.

9. The ninth part of the report deals with the appendix. It is divided into three main sections: the first section deals with the appendix of the work done in the field, the second section deals with the appendix of the work done in the laboratory, and the third section deals with the appendix of the work done in the office.

10. The tenth part of the report deals with the conclusion. It is divided into three main sections: the first section deals with the conclusion of the work done in the field, the second section deals with the conclusion of the work done in the laboratory, and the third section deals with the conclusion of the work done in the office.

1. Kapitel

Der Krieg — ein Schicksal

Nach ewigen, ehrnen,
Großen Gesetzen
Müssen wir alle
Unseres Daseins
Kreise vollenden.

Goethe

Von allen Kanzeln und Altären wird am Christabend die Engelsbotschaft verkündet: „Friede den Menschen auf Erden!“

Seit fast 2000 Jahren hören wir diese Botschaft, diese Botschaft aus einer anderen, himmlischen Welt.

Aber in diese, unsere Welt will kein Friede kommen; nicht in uns, nicht um uns.

Wenn die Menschen von großen und schweren Kriegen heimgesucht waren, dann besannen sie sich auf die ewigen Werte, dann wurden Institutionen, Verträge und Pakte ausfindig gemacht, um den Frieden — den ewigen — endgültig zu sichern. Die furchtbaren Schrecknisse jedes Krieges durchzitterten und durchbebten die Herzen der Menschen so, daß sie sich vornahmen, nie wieder Krieg zu führen. Aber die Menschen vergaßen immer schnell.

Nach dem 30jährigen Kriege verpflichteten sich die Signatarmächte des Westfälischen Friedens von 1648 ausdrücklich, den Frieden zu schützen und gemeinsam die Friedensstörer zu ahnden. In der „Heiligen Allianz“ von 1815, in der die Völker Europas zu einem „Bunde wahrhaftiger Brüderlichkeit“ vereinigt werden sollten, stehen die feierlichen Worte: „Ueberzeugt von der Notwendigkeit, die Beziehungen der Mächte auf die erhabenen Wahrheiten zu gründen, welche die Religion des Erlösers lehrt, bezeugen der Kaiser von Rußland, der Kaiser von Oesterreich, der König von Preußen im Angesicht der ganzen Welt ihren unerschütterlichen Entschluß, die Lehren dieser heiligen Religion, Lehren der Gerechtigkeit, der Liebe, des Friedens zur alleinigen Regel ihrer Handlungen zu machen.“

Metternich nannte diese „Heilige Allianz“, trotzdem er seinem kaiserlichen Herrn zur Unterschrift geraten hatte, ein „bloßes Geschwätz“. Diese ist auch nur ein „bloßes Geschwätz“ geblieben, denn Kriege hat „Dieser Große Heilige Bund in Christo“ nicht zu verhindern vermocht.

Nach dem Weltkrieg wurde der Menschheit Wilsons Völkerbund beschert, der den Friedensbund Kants (foedus pacificum), wie er ihn bereits vor mehr als 130 Jahren in seiner Schrift „Zum ewigen Frieden“

forderte, in ein Zerrbild verwandelt hat, trotzdem die Wilsonsche Idee des Völkerbundes sicherlich auf Kant zurückzuführen ist.

Es kam Locarno und als Krönung aller Friedensbestrebungen der Kellogg-Pakt, der alle zivilisierten Nationen der Welt zusammengeschlossen hat, die — wie es in der Präambel heißt — „überzeugt sind, daß die Zeit gekommen ist, einen offenen Verzicht auf den Krieg als Werkzeug nationaler Politik auszusprechen“.

Es wird also nicht auf den Krieg schlechthin, sondern nur auf den Krieg als Werkzeug nationaler Politik verzichtet, eine Redewendung übrigens, die dem Buche Clausewitz', „Vom Kriege“, entnommen ist.

Wie sieht es aus in einer Welt, die durch den Kellogg-Pakt auf den Krieg als Werkzeug nationaler Politik verzichtet hat?

Die Welt befindet sich in einem Rüstungstaumel. Schon Anfang Mai 1931 erklärte der amerikanische Staatspräsident Hoover auf dem 6. Kongreß der Internationalen Handelskammer in Washington, daß die Welt 20 Milliarden Mark jährlich für Rüstungszwecke ausbebe, das bedeute 70% mehr als vor dem Kriege. 5½ Millionen Männer ständen unter den Waffen und weitere 20 Millionen in Reserve.

So hoch gerüstet war die Welt in einer Zeit, als Deutschland schon jahrelang mit einem förmlichen Fanatismus bis zur vollkommenen Wehrlosigkeit abgerüstet hatte. In jener Zeit saß Deutschland in Genf als „Macht mit ständigem Sitz im Rate des Friedensbundes“. Aber diese „Macht“ stand in der militärischen Rangordnung weit zurück hinter dem kleinsten Staat des europäischen Festlandes: hinter Estland. Denn dieses Land, dessen Bevölkerung etwa der von Hamburg gleichkommt, dessen Grenzen von keinem seiner Nachbarn bedroht werden, verfügt im Kriegs-falle über ein Heer von 130000 Mann mit 60 schweren Geschützen, 74 Militärflugzeugen und einer Anzahl Kampfwagen. Das Deutsche Reich dagegen mit seiner 60fachen Einwohnerzahl und mit seinen weitgedehnten, ungeschützten Grenzen war für Krieg und Frieden beschränkt auf ein Heer von 100000 Mann, die keine schweren Geschütze, keine Militärflugzeuge, keine Kampfwagen besitzen durften. So hatten wir, vertrauend auf die Buchstaben von Verträgen, bis zur vollkommenen Wehrlosigkeit abgerüstet. Und ausländische Kommissionen hatten dafür gesorgt, daß die deutsche Abrüstung auch restlos durchgeführt wurde. Dieselben Staaten, die bei uns die Ueberwachung durchführten, setzten in ihre eigenen Etats Milliarden ein für neue Aufrüstungen und für die Verbesserung der Kriegstechnik. Und das alles sah ein wehrloses und ehrloses Deutschland ohnmächtig mit an.

Da kam der 30. Januar 1933. Adolf Hitler übernahm die Macht. Ein neues deutsches Volk, ein Volk der Ehre und der Freiheit, erstand. Wir waren 1933 noch bereit, abgerüstet zu bleiben, wenn die sogenannten Siegerstaaten auch abrüsten würden. Immer wieder erklärte unser Führer und Reichskanzler Adolf Hitler, „daß das letzte deutsche Maschinengewehr zerstört werden könne und solle, wenn zu gleicher Zeit und in gleichem Umfange die übrigen Völker das Gleiche täten“. Feierlich hatten die Sieger-

staaten im Friedensdiktat von Versailles die Verpflichtung übernommen, nach Deutschlands Abrüstung ebenfalls abzurüsten. Als Deutschland schon jahrelang „buchstäblich bis zum Nichts“ (Hitler) abgerüstet hatte, wurde zwar vom Völkerbund eine Abrüstungskonferenz eingesetzt, die 1½ Jahre tagte, ohne daß die anderen Staaten auch nur einen Anfang mit der Abrüstung gemacht hätten. Im Dezember 1932 wurde uns Deutschen die Gleichberechtigung in der Rüstungsfrage zuerkannt. Diese Gleichberechtigung wurde uns 1933 dann ausdrücklich wieder verweigert.

Immer wieder verkündete Adolf Hitler als Führer und Beauftragter der deutschen Nation der Welt den Frieden. Die Welt hörte nicht auf ihn. Hitler mahnte immer wieder ernst und eindringlich, durch weitere Rüstungen nicht den Frieden zu gefährden. Aber die Welt verhöhnte ihn und rüstete weiter. Da man uns die Gleichberechtigung verweigerte, so mußten wir als Volk von Ehre alle die internationalen Einrichtungen meiden, in denen wir nicht als gleichberechtigte Vertreter saßen. Darum verließen wir die Abrüstungskonferenz und den Völkerbund. Wenn das deutsche Volk diesen Schritt tat, dann „nicht, um damit gegen den Gedanken der friedlichen Verständigung unter den Völkern zu demonstrieren“, sondern, „um zu bekunden, daß eine wirkliche Verständigung und ein wahrer Friede nur auf dem Boden der Gleichberechtigung möglich ist“ (Hindenburg).

Es ging bei diesem Schritt Deutschlands auch nicht — wie die sogenannten Siegerstaaten der Welt glauben machen möchten — um Deutschlands Aufrüstung, es ging „nicht um Flugzeuge und Kanonen, sondern ausschließlich um Deutschlands Ehre, um Deutschlands Gleichberechtigung als stolzes Volk unter anderen Völkern der Welt“ (Göring).

Selbstverständlich verlangte das deutsche Volk auch seine Sicherheit, damit nicht andere Völker in unser Land einfallen könnten, wie es Frankreich im Februar 1920 in den Maingau, Frankreich und Belgien im Jahre 1923 — sogar nach Ansicht der englischen Kronjuristen unter Vertragsbruch — in das Ruhrgebiet getan hatten. Gegen die Wiederholung solcher als „Sanktionen“ verkleideter Rechtsbrüche forderte das deutsche Volk unbedingte Sicherheiten.

Der Austritt Deutschlands aus dem Völkerbund hätte für die übrigen Staaten eine deutliche Warnung sein müssen; aber die Welt rüstete weiter. Die Welt rüstete, als wenn es schon morgen wieder in einen neuen Krieg gehen sollte. Und alles rüstete mit der Front gegen das Herz Europas: gegen Deutschland. Rußland setzte die Friedensstärke seines Heeres auf 960000 Mann fest, Frankreich führte die zweijährige Dienstzeit ein. Dieser ungeheuren Gefahr mußte die deutsche Regierung als Wahrerin der deutschen Ehre und der deutschen Lebensrechte entgegentreten. Die deutsche Regierung mußte die Gleichberechtigung, die die hochgerüsteten Staaten ihr verwehrten, kraft des höheren Lebensrechtes der Nation sich selber nehmen und geben. Darum wurde die allgemeine Wehrpflicht eingeführt. Adolf Hitler gab uns am 16. März 1935 die Wehrhoheit wieder.

Aber auch dieses Gesetz vom 16. März 1935 ist kein Kriegsgesetz, sondern — wie die Reichsregierung in ihrer Proklamation an das deutsche Volk betont hat — nur die notwendige Maßnahme, die dem deutschen Volke die Sicherheit gibt, die es zum Schutze seiner Grenzen braucht.

Mit welchen Hoffnungen hat die Welt einst den Völkerbund begrüßt! Jetzt ist sie tief verbittert und enttäuscht. Diese Enttäuschung mußte kommen, weil der Völkerbund nie ein Bund gleichberechtigter Völker gewesen ist. Auch fehlte von Anfang an das Prinzip der Universalität, denn nicht einmal die Vereinigten Staaten von Nordamerika, von deren Präsidenten Wilson doch die Idee stammte, traten dem Völkerbunde bei, Japan und später bekanntlich auch Deutschland (Herbst 1933) traten sogar wieder aus. Dafür trat — ein zweifelhafter Gewinn — das bolschewistische Rußland (Herbst 1934) ein.

„Die Idee des Völkerbundes“, heißt es in der Proklamation der Reichsregierung an das deutsche Volk vom 16. März 1935: „hat vielleicht in keiner Nation eine heißere Zustimmung erweckt, als in der von allem irdischen Glück verlassenen deutschen“. Aber der Völkerbund in Genf ist nie im Sinne Wilsons, geschweige im Sinne Kants ein Völkerbund und ein Friedensbund (*foedus pacificum*) gewesen: „Denn“, so sagte Adolf Hitler in seiner großen Rede am 21. Mai 1935, „an Stelle der Gleichheit aller trat die Klassifikation in Sieger und Besiegte. An die Stelle des gleichen Rechtes die Unterscheidung in Berechtigte und Rechtlose. An die Stelle der Versöhnung aller die Bestrafung der Unterlegenen. An die Stelle der internationalen Abrüstung die Abrüstung der Besiegten. An die Stelle der Sicherheit aller trat die Sicherheit der Sieger.“ Und damit hatte der Völkerbund sein Todesurteil sich selbst gesprochen.

Dieser Völkerbund wird auch nur leistungsfähig werden, wenn er seine Satzungen löst vom Versailler Diktat, wenn alle Mitgliedsstaaten frei und gleichberechtigt sind und wenn der Weg zur friedlichen und vertragsmäßigen Revision des Versailler Diktates offengehalten und besritten werden kann.

Gewiß wird die Idee eines Völkerbundes im Sinne des Friedensbundes Kants unter Kulturvölkern immer bleiben, aber sie ist jetzt erst ein Samenkorn, das in diese friedlose Welt gelegt worden ist; dieses Samenkorn muß erst aufgehen, dann muß es wachsen, und dann wird es noch Jahrhunderte dauern, ehe aus diesem Samenkorn ein Baum geworden ist, unter dem die Völker Schutz finden können.

Goethe freute sich eines Tages in einem Gespräche mit Eckermann über ein Wort Rousseaus, der gemeint hatte, daß man ein Erdbeben nicht dadurch verhindern könne, daß man in die Nähe eines feuerspeienden Berges eine Stadt baue. So können auch wir einen Krieg nicht dadurch verhindern, daß wir in ein waffenstarrendes Europa einen Völkerbund setzen. Darum wollen wir uns keinen Illusionen hingeben. Die jetzt lebende Menschheit steht auf einer Entwicklungsstufe, die für den ewigen Frieden noch nicht reif ist. Unsere und sicherlich noch manche nach-

kommenden Menschengenerationen werden ihre Gegensätze noch nicht mit geistigen Waffen allein, sondern mit Waffen aus Stahl und Eisen austragen müssen.

Denn es fehlt das Vertrauen zwischen den Völkern; es fehlen Einsicht und Vernunft. Scheinbar muß diese Welt erst durch neue Kriege in Trümmer geschlagen werden. Und aus diesen Trümmern wird dann vielleicht eine neue Welt entstehen und mit ihr neue Menschen, die sich zu reineren und höheren Formen entwickeln können.

Zwar wird der Welt von vielleicht gutgläubigen Idealisten gepredigt: „Wenn du den Frieden willst, mußt du auch zum Frieden rüsten.“ Aber in Wirklichkeit gilt bis heute noch der Glaubenssatz römischer Staatsweisheit: „Si vis pacem, para bellum: Wenn du den Frieden willst, rüste zum Kriege.“

Kriege werden bleiben. „Gegen die großen welthistorischen Umwälzungen wird kein Locarno helfen“, schreibt der Soldat von Seeckt¹. Und der große von Moltke meint: „Solange die Nationen ein gesondertes Dasein führen, wird es Streitigkeiten geben, welche nur mit der Waffe geschlichtet werden können; aber im Interesse der Menschheit ist zu hoffen, daß die Kriege seltener werden, wie sie furchtbarer geworden sind.“

Die Welt rüstet; schon darum werden Kriege bleiben. Sie werden bleiben, weil die Interessengegensätze, weil Mißgunst, Mißtrauen, Neid und Haß, die großen Triebfedern menschlichen Handelns, die Völker immer wieder in den Krieg treiben werden. Die Kriege werden bleiben, nicht zuletzt, weil sie — wie der Humanist Erasmus sagt — „den Un-erfahrenen süß sind: dulce bellum inexpertis“.

Gibt es denn gar kein Mittel, um Kriege zu verhüten? Es soll sogar ein Allheilmittel geben: Krieg dem Kriege! Diesen Krieg predigen die mit aggressiver Leidenschaft, die sonst des Friedens voll sind. „Krieg dem Kriege!“ ist ein Schlagwort, so ähnlich, als wenn wir Aerzte „Tod dem Tode!“ proklamieren würden und damit der Menschheit weismachen wollten, das Sterben höre jetzt auf.

Das Sterben hört nicht auf, wie die Kriege nicht aufhören werden. Ueber Tod und Leben, über Krieg und Frieden entscheiden nicht Proklamationen und Reden, nicht Verträge und Bündnisse, sondern die Gesetze des Werdens und Vergehens, die menschlichem Willen entrückt sind. Es entscheiden „die ewigen, ehernen, großen Gesetze, nach denen wir alle unseres Daseins Kreise vollenden müssen“ (Goethe).

„Der ewige Friede“, sagt Kant, „ist eine Aufgabe an den Menschen, aber nicht ein Geschenk an ihn.“ An dieser Aufgabe sollen und wollen wir alle mit heißem Bemühen arbeiten. Aber wie?

Die Arbeit am Frieden gleicht in vielem der ärztlichen Arbeit. Am Ende aller ärztlichen Tätigkeit steht der Tod, am Ende aller Friedens-

¹ von Seeckt: Gedanken eines Soldaten. Berlin 1929, Verlag für Kulturpolitik. S. 73.

arbeit steht der Krieg. Dieser Gedanke in dieser scharfen Formulierung klingt wie Wahnsinn und ist doch kein Wahnsinn.

Wir Aerzte wissen, daß alle Menschen sterben müssen; wir wissen, daß wir den Tod nie bezwingen können, und trotzdem kämpfen wir zeit unseres Lebens einen heroischen Kampf mit dem Tode, mit dem Tode, der täglich immer wieder über uns Sieger ist. Was gibt uns Kraft in diesem Kampfe? Was behütet uns vor Verzweiflung und Mutlosigkeit? Es ist ganz besonders das Wissen um das „Sterbenmüssen“. Dieses Wissen lehrt uns frühzeitig die Grenzen unserer Macht und unseres Könnens.

Innerhalb dieser Grenzen können wir Gutes, sogar Großes leisten. Wir können helfen, trösten und lindern, wir können Krankheitsmöglichkeiten ausschließen. Wir können bei vielen Krankheiten sogar so helfen, daß der Tod hinausgeschoben wird. Aber das ewige Leben können wir nicht geben und begehren es auch nicht, und gegen die letzten Entscheidungen bäumen wir uns nicht auf in Trotz, sondern beugen uns in Demut.

Durch Seuchen ist die Menschheit viel mehr dezimiert worden als durch Kriege. Solange noch Priester und Aerzte in früheren Zeiten glaubten, durch Beschwörungen und Zaubersprüche die Gefahren der Seuchen bannen zu können, so lange waren sie erfolglos. Erst als die Großen in der Medizin, Männer wie Semmelweis, Lister, Jenner, Pasteur, Robert Koch, Emil Behring durch Entdeckung der Krankheitserreger die Menschheit aufklärten, erst dann begann ein siegreicher Feldzug gegen die Seuchen mit dem Erfolge, daß z. B. in Europa Cholera, Pocken und Malaria seltene Krankheiten geworden sind. Hygiene und Aufklärungen haben dahin gewirkt, daß Kindbettfieber und Kindersterblichkeit erheblich nachgelassen haben, daß Krankheitsmöglichkeiten bei Infektionskrankheiten bedeutend herabgemindert worden sind. Aber sind damit die Seuchen und Infektionskrankheiten beseitigt oder ist gar der Tod aus der Welt geschafft? Das wird wohl niemand behaupten mögen.

Auch der wirkliche Friedensfreund weiß, daß er den Krieg nicht aus der Welt schaffen kann. Darum greift er nicht nach den Sternen und verlangt den ewigen Frieden. Er bescheidet sich. Er wird alles versuchen, um Kriegsmöglichkeiten auszuschließen, er wird die Geister zu befrieden versuchen, aber sich dabei immer bewußt sein, daß alle aufbauende Friedensarbeit eines Tages doch wieder vom Kriege zerstört und zerschlagen werden kann. So werden noch viele Menschengenerationen durch Kriege geläutert werden müssen, ehe überhaupt die Friedensidee aus dem jetzt so labilen in einen stabileren Gleichgewichtszustand kommt.

Und dann ist der ewige Friede noch ebenso weit von der Menschheit entfernt, wie er es am ersten Tage war. Denn der ewige Friede ist allein in Gott beschlossen.

So werden wir dem Kriege nicht entrinnen können, wie wir dem Tode nicht entrinnen können. Das Leben schließt den Keim des Todes in sich. Das ist Schicksal alles Lebenden.

Wenn schon Kriege bleiben, dann bleibt eine Form des Krieges sicherlich: der Gaskrieg. Gegen Ende des letzten Krieges war bereits mehr als 30% aller Munition Gasmunition. Wenn es technisch möglich gewesen wäre, noch größere Mengen herzustellen, dann wäre der Prozentsatz noch viel höher gewesen. Denn der Hunger aller Fronten nach chemischen Kampfstoffen war groß; er war fast unstillbar, weil der Soldat die glänzenden Erfolge mit chemischen Kampfstoffen gesehen hatte. Darum wird kein Heerführer im Zukunftskriege auf diese chemischen Kampfmittel verzichten wollen.

Nie wieder chemischer Krieg? Die Menschheit gab noch nie eine Waffe preis, von der sie Erfolg gesehen hat. Darum wird bei weiter fortschreitender Technik in einem zukünftigen Kriege das Gas sicherlich eine sehr bedeutende Rolle spielen.

Gewiß ist 1922 in Washington von den Militärstaaten der Welt ein Uebereinkommen geschlossen worden, in zukünftigen Kriegen chemische Kampfstoffe zu verbieten. Aber dieses Abkommen ist von den maßgebenden Staaten bisher nicht ratifiziert worden und es scheint auch kein Staat mehr daran zu denken, es zu ratifizieren. Es ist stille davon in der Welt geworden. Sehr stille.

Den chemischen Kampfstoffen geht es, wie es allen Waffen in früheren Zeiten ergangen ist. Solange die Menschen sich noch mit Speer und Lanze bekämpften, wurde die Feuerwaffe, als sie auftauchte, als unmenschlich und unritterlich verschrien. Aber sie nahm doch ihren Siegeslauf.

So wie die Granaten, die die Leiber der Menschen zerfetzen und zerstückeln, heute legitimiert sind, werden die chemischen Kampfstoffe, noch ehe eine nächsthöhere Stufe der Wirkung gefunden sein wird, durchaus legitimiert sein.

An die furchtbare Wirkung der Granaten hat sich die Menschheit gewöhnt und entrüstet sich kaum mehr darüber. An die chemischen Kampfstoffe, deren Wirkung durch unsere Schutzmittel zum Teil sogar illusorisch gemacht werden kann, hat sich die Menschheit noch nicht gewöhnt und entrüstet sich deswegen darüber.

Auf der internationalen Haager Konferenz im Jahre 1899 sagte der amerikanische Vertreter, der Admiral Mahan: „Vom humanen Standpunkt ist es nicht grausamer, die Feinde mit giftigen Gasen zu ersticken, als sie im Wasser mit Hilfe von Torpedos zu ersäufen; jedes neue Kriegsmittel hat man immer zunächst als barbarisch bezeichnet und schließlich angenommen.“ So ist es. Aehnlich schreibt von Seeckt¹: „Human ist auch das Schwert und die 21-Zentimeter-Brisanzgranate nicht.“ Auch der Gaskrieg, selbst wenn man sich gegen die meisten Kampfstoffe vollkommen schützen kann, ist nicht human. Man sollte besser das Wort „human“ in Verbindung mit dem Kriege nicht gebrauchen.

¹ a. a. O. S. 74.

Wie wir uns am ehesten gegen die Infektionskrankheiten schützen können, wenn wir die Erreger kennen, so können wir uns gegen neue Kriege am ehesten schützen, wenn wir die Ursachen und die Gefahren kennen. Die Ursachen werden wir nur zum Teil beseitigen können, auf die Gefahren aber können wir — ruhig und besonnen aufklärend — hinweisen.

Jede Zeitung schreibt heute fast täglich von „Giftgasen“ und jeder-mann im Volke führt sie im Munde. Aber wer kennt sie denn wirklich, diese „Giftgase“? Wer kennt denn ihr Wesen und ihre Wirkung, wer weiß etwas von Hilfe und Heilung bei Gasvergiftungen? Von all diesen Dingen wissen nur sehr wenige etwas; und doch sollten es alle wissen.

Alle sollten es wissen. Denn in zukünftigen Kriegen werden nicht nur die Soldaten an der Front mit chemischen Kampfstoffen überschüttet werden, sondern Flugzeuge und Luftschiffe werden diese Stoffe weit in das Hinterland hineinbringen. Ganz abgesehen von Kriegsgefahren, müssen wir bedenken, daß dieselben Giftgase, mit denen wir Menschen uns im Kriege töten, in Friedenszeiten häufig treue Gefährten unserer Arbeit sind und daß sie uns bei Unglücksfällen täglich immer wieder dahinraffen können.

Es ist ein chemisches Zeitalter heraufgezogen. Die Chemie ist zu einer Weltmacht geworden.

Die Zahl der Unglücksfälle durch Einatmung schädlicher Gase nimmt schon in Friedenszeiten trotz aller Vorsichtsmaßregeln bedenklich zu. Wie viele Menschen sterben allein täglich an Kohlenoxydvergiftung? Und in Zeiten wirtschaftlicher Not wird das Kohlenoxyd (durch Einatmung von Leuchtgas) nur zu oft als Erlöser aller Schwierigkeiten und aller Nöte angesehen.

Eines der bekanntesten und gefährlichsten Giftgase im Kriege, das Phosgen, ist als Industriegas (besonders in der Farbenindustrie) ebenso bedeutend, wie es als Kampfgas wohl das gefährlichste Einatmungsgift ist. Täglich werden auf den Eisenbahnen große Mengen giftiger chemischer Substanzen (verdichtete und verflüssigte Gase, Säuren, Arsenikalien, Celluloiderzeugnisse, Lösungsmittel usw.) von der Produktionsstätte zum Verbraucher transportiert, die durch Unachtsamkeit beim Transport, bei der Verarbeitung usw. unübersehbaren Schaden anrichten können.

So steigt die Zahl der Unglücksfälle durch Giftgase gewaltig an, und nur ganz wenige wissen Bescheid, wie sie dem Gasvergifteten helfen sollen. Selbst wenige Aerzte wissen, daß zum Beispiel ein Phosgenvergifteter grundsätzlich anders behandelt werden muß als ein Kohlenoxydvergifteter. Und mancher Gasvergiftete könnte sicherlich gerettet werden, wenn die Arbeitskameraden und die Rettungsmannschaften, die die erste Hilfe bringen, eine bessere Schulung und Ausbildung hätten.

Darum sollten wir alle uns darum kümmern, wie man schon bei den zahlreichen Gasvergiftungen des täglichen Lebens helfen kann. Denn dieselben Giftgase, die dem Menschen im Frieden zu segensreicher Arbeit

helfen, dienen bekanntlich im Kriege dazu, ihn zu töten. Wenn wir alle erst einmal die Giftgasgefahren kennen, wenn wir alle erst einmal wissen, wie wir bei Gasvergiftungen helfen können und wie wir uns dagegen schützen können, dann kommen wir ein gutes Stück vorwärts und tragen bei zum großen Werke des Friedens.

Denn der, der die Gefahren eines neuen Krieges kennt, fürchtet ihn mehr als der, der die Gefahren nicht kennt. Darum ist ein aufgeklärtes Volk die beste Gewähr des Friedens.

Die Kriege werden wir nicht aus der Welt schaffen können, wie wir den Tod nicht aus der Welt schaffen können. Im Kriege und im Tode erfüllt sich der Menschheit Schicksal immer wieder. Das „Stirb und Werde“ gilt für dich und für mich, für dein Volk und für mein Volk. Aber helfen können wir, und aufklären und schützen können wir. Das ist wahre Arbeit am Frieden.

Zur Geschichte und Technik des Gaskrieges

Seit Jahrtausenden führen Angriffs- und Verteidigungswaffen einen erbitterten Kampf um die Vorherrschaft. Diese ewige Rivalität gab der Menschheit Speer und Schild, Lanze und Harnisch, Festungsgürtel und Feuerwaffen. Sie gab ihr als letztes Kriegsinstrument: den Stellungskrieg und den Gaskrieg.

Als im Weltkriege die Fronten im Stellungskampf erstarrten, war der Verteidiger dem Angreifer überlegen. Ein leichter Erdwall schützte ihn vor den Kugeln des Angreifers, und die großen Erdbefestigungen — Unterstände und Stollen — schützten ihn vor Granaten und Minen. Die Verteidigungstechnik war stärker als die Gewalt der Feuerwaffen. Mochte der Angreifer die Durchschlagskraft und die Feuergeschwindigkeit seiner Geschosse zu unerhörtem Ausmaß steigern, mochte seine Artillerie stundenlang mit Feuerwalzen auf den Stellungen des Verteidigers hämmern und trommeln: sein Widerstand schien unüberwindlich zu sein.

Die Eisensplitter konnten den Verteidiger in der Tiefe seiner Erdbefestigungen nicht fassen. Seine glänzend ausgebauten Stellungen konnten nicht sturmreif gemacht werden. Wagte der Angreifer trotzdem den Sturm, dann empfing ihn meistens ein Eisenhagel von dem fast unversehrten Gegner und erstickte seinen Angriff oft schon im Keime.

So war die Wirkung der Feuerwaffe einem derartigen Verteidigungssystem gegenüber fast erschöpft.

Aber die moderne Kriegsführung war ganz auf den Bewegungskrieg eingestellt, denn nur hier konnte die Brisanzmunition ihre volle Wirkung entfalten.

Darum sann der Angreifer, um wieder zum Bewegungskriege zu kommen, auf Kampffarten, die den Verteidiger in der Tiefe seiner Erdbefestigungen erfassen und ihn daraus verjagen sollten.

Diese neue Kampffart war der Gaskrieg. Die Gaswolken krochen überall in die Tiefe, so daß der Verteidiger, wenn er nicht ersticken wollte, fliehen mußte. Dadurch kam wieder Bewegung in die starren Fronten.

Der Angreifer wollte also aus den Fesseln des Stellungskrieges heraus; und da er glaubte, daß er das mit Hilfe der Feuerwaffe nicht konnte, so griff er mit Hilfe modernster Technik zum Gas.

Der Beginn des Gaskrieges wird häufig auch als eine Art Kriegslist aufgefaßt, eine jener Kriegslisten, „Strategemata“, von denen uns alte kriegsgeschichtliche Bücher seit der römischen Kaiserzeit erzählen. Wie die Feldherren des Altertums und des Mittelalters bei uneinnehmbaren Festungen gern zu einer Kriegslist ihre Zuflucht nahmen, indem sie Rauch und Nebel, Dampf und reizenden Staub mit dem Winde in die Festungen treiben ließen, genau so machte es der moderne Heerführer, indem er bei günstigem Winde Gas in die sonst uneinnehmbaren Stellungen des Verteidigers blies; allerdings Gas, das ihm Wissenschaft und Technik in hoher Vollendung in die Hand gaben.

Erst später wuchs der Gaskampf über seinen ursprünglichen Zweck hinaus. Er blieb dann nicht mehr Mittel zum Zweck, sondern wurde Selbstzweck: er wurde eine selbständige Waffe, die nur auf Vernichtung eingestellt war.

Der erste große Erfolg mit dieser neuen Kampfmaschine wurde am 22. April 1915 (dem „schwarzen Tag von Ypern“) erzielt. An diesem Tage bliesen die deutschen Truppen aus Tausenden von Stahlzylindern aus der Front vor Ypern in die gegenüberliegende Stellung des Feindes bei Langemarck gewaltige Mengen Chlorgas ab¹ (Abb. 1), die den Gegner vernichtend trafen und seinen Widerstand sofort brachen (Näheres vgl. S. 16ff.).

Wenn auch das deutsche Heer den ersten großen Erfolg im Gaskampf für sich zu buchen hatte, so ist es aber nicht — wie wir noch sehen werden — der Urheber gewesen.

Wohl der älteste chemische Kampfstoff ist nächst dem harmlosen Rauch das Verbrennungsprodukt des Schwefels: das Schwefeldioxyd. Wie Thucydides² im II. und III. Buche seiner Geschichte des Peloponnesischen Krieges berichtet, verwandten die Peloponnesier bei der Belagerung von Plataä (428 v. Chr.) und Delion (424 v. Chr.) Schwefel, indem sie Holzstöße mit Pech und Schwefel anzündeten, um die Verschanzungen in Brand zu setzen und die Feinde zu ersticken. Delion wurde auf diese Weise genommen, während Plataä durch einen gleichzeitig einsetzenden starken Regen gerettet wurde.

¹ Vgl. Hanslian, Rudolf: Der chemische Krieg. E. S. Mittler & Sohn. Berlin 3. Aufl. 1937, Bd. 1, S. 16 u. 87ff. Dieses Buch gab mir auch die Anregung, die Abb. 1, 4, 5, 6 zu bringen.

² Vgl. hierzu: Meyer, Julius: Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe. S. Hirzel. Leipzig 1926. S. 20ff. Diesem Buche und dem Buche Rudolf Hanslians (vgl. Fußnote 1) sind die folgenden historischen und technischen Daten entnommen.

Aus der römischen Kriegsgeschichte berichtet Plutarch im 17. Kapitel der Lebensbeschreibung des Feldherrn Sertorius einen Fall ähnlich unserm Blasverfahren mit Chlor und Phosgen. Sertorius ließ gewaltige Mengen einer reizenden Asche durch den Wind in einen feindlichen befestigten Platz treiben, wodurch die Feinde sich dem Sertorius ergeben mußten und — wie Plutarch bemerkt — sie „nicht allein die Macht, sondern auch den Ruhm desselben vermehrten, weil er das, was mit den Waffen unbezwänglich war, durch List und Klugheit überwältigt hatte“.

Spätere Kriegsschriftsteller, wie Sextus Julius Frontinus (um 90 n. Chr.) und Sextus Julius Africanus (um 230 n. Chr.) beschreiben mancherlei Verfahren, die in ihren Grundzügen zum Teil an unseren modernen Gaskrieg erinnern.

Julius Africanus gibt — ebenso wie auch Kallinikos (um 763 n. Chr.) — eine genauere Beschreibung über die Zusammensetzung des gefürchteten „griechischen Feuers“, das in jener Zeit in der Vorstellung der Menschen eine große Rolle spielte. Da diesem griechischen Feuer außer Pech, Salpeter, Kochsalz, Erdöl, Kalk auch Schwefel zugesetzt war, so wird man neben der heftigen Brandwirkung auch sicherlich durch Schwefeldioxyd auf die Atmungsorgane des Gegners einzuwirken versucht haben.

Als dann im 13. Jahrhundert die Feuerwaffe erfunden wurde, erlagen die befestigten Plätze leicht der Gewalt der Feuerwaffen. Der Angreifer brauchte nicht mehr die kleinen Mittel des Ausräucherns. Darum erwähnen die Kriegsgeschichtsschreiber jener Zeit auch nur noch wenig von derartigen Hilfsmitteln des Angreifers.

Erst als die Verteidigungstechnik wieder Fortschritte gemacht hatte, sodaß die Festungen der Feuerwaffe trotzen konnten, tauchten auch wieder Vorschläge auf, wie man dem Gegner durch chemische Mittel beikommen könne. So empfiehlt der Oesterreicher Veit Wulff von Senfftenberg (um 1575) unter anderm Arsenikrauchkugeln. Doch das „Vergifften — meint er — ist ein abscheulich Ding, sollten Christen gegen Christen nicht gebrauchen, sondern allein wider die Türken und anderen Ungläubigen, denselben ein abbruch zu thun“.

Geniale Köpfe, wie der wahrhaft große Lionardo da Vinci (1452 bis 1519), wie der Chemiker Johannes Rudolf Glauber (1604 bis 1668), wie der Philosoph Wilhelm von Leibniz (1646 bis 1716), ahnten kriegstechnisch intuitiv voraus, was erst nach Jahrhunderten Wirklichkeit werden sollte. So empfiehlt Lionardo da Vinci, zur Einnahme von Festungen Rauch zu verwenden, dem Arsenikdämpfe und ähnliche Gifte zuzusetzen seien. Johannes Glauber machte, als die Türken Europa zu überfluten drohten, den Vorschlag, Geschosse mit Terpentin und Salpeter zu füllen, und Leibniz empfiehlt in seinen „Gedanken zur deutschen Kriegsverfassung“ einen „Stinkpott, dessen Rauch sich unglaublich ausbreitet und unerleidllich. Damit kann der Feind unfehlbar von einem gewissen posto vertrieben werden“.

Es sind das alles Ideen genialer Männer, die um Jahrhunderte voraus dachten, deren Ideen aber, da sie meistens technisch nicht ausführbar waren, Ideen bleiben mußten.

Hier sei noch des großen Schwedenkönigs Karl XII. gedacht, der einen Gedanken praktisch durchführte, der auch heute noch — allerdings in besserer technischer Ausführung — zum Bestandteil moderner Kriegsführung gehört. Beim Uebergang über die Düna (1701) steckte er bei günstigem Winde — wie Voltaire in seinem „Charles XII.“ berichtet — gewaltige Mengen feuchten Strohs an, um künstliche Nebel zu bilden. Unter dem Schutz dieser reizenden und dichten künstlichen Nebelschwaden setzte er dann, vom Feinde unbemerkt, über die Düna.

Durch stete Verbesserungen der Feuerwaffe war im 18. und 19. Jahrhundert bis zum Weltkriege hin jeder Krieg ein Bewegungskrieg. Die Feuerwaffe dominierte trotz aller Fortschritte, die die Verteidigungstechnik und die Kunst des Festungsbaues machten. Der Gedanke an einen chemischen Krieg trat fast ganz in den Hintergrund, wesentlich wohl, weil ein Heer, solange ein Krieg ein Bewegungskrieg war, chemischer Kampfstoffe nicht bedurfte.

Während der Napoleonischen Kriege machte ein englischer Chemiker den Vorschlag, Geschosse mit Blausäure zu füllen. Im Jahre 1854 wurde dem englischen Kriegsministerium eine Erfindung angeboten, Geschosse mit dem übelriechenden und giftigen Kakodyl und Kakodyloxyd zu füllen. Alle diese Vorschläge und Erfindungen wurden von militärischer Seite abgelehnt; ebenso im Jahre 1855 der durchaus ernsthafte und gut durchdachte Vorschlag des englischen Admirals Lord Dundonald, die Festung Sebastopol mit 400 bis 500 Tonnen Schwefel, die durch 2000 Tonnen Koks in Brand gesetzt werden sollten, auszuräuchern und so zur Uebergabe zu zwingen.

Während des Deutsch-Französischen Krieges 1870/71 unterbreitete ein deutscher Apotheker dem preußischen Kriegsministerium den harmlosen Vorschlag, Artilleriegeschosse mit dem Alkaloid Veratrin zu füllen, um den Feind zum dauernden Niesen zu bringen, wodurch — nach des Apothekers Meinung — Verwirrung entstünde und es ein leichtes sei, den Feind gefangenzunehmen. Der Vorschlag wurde abgelehnt.

Um die letzte Jahrhundertwende war die Chemie zu einer Weltmacht geworden. Der Gedanke lag nahe, daß Chemie und Kriegskunst sich miteinander verbinden und gegenseitig befruchten würden. Wohl aus dieser Erwägung heraus und aus der Befürchtung, daß dann jede Kriegsführung unmenschlich und grausam sein würde, unterzeichneten die meisten europäischen Staaten am 28. Juli 1899 die Haager Deklaration, durch die die vertragschließenden Mächte sich gegenseitig dem Verbot unterwarfen, „solche Geschosse zu verwenden, deren einziger Zweck ist, giftige Gase zu verbreiten“.

Doch ein engerer Zusammenhang zwischen Chemie und Kriegskunst hat in Deutschland bis in die ersten Monate des Weltkrieges nicht bestanden.

Darum hatte die deutsche Heeresleitung, trotz aller gegenteiligen Behauptungen der Feindesseite, auch gar keine Vorbereitungen für den Gaskrieg getroffen.

Nur die französische Armee besaß schon vor dem Kriege und bei Kriegsausbruch eine Gas-Pionierwaffe als Hilfsmittel für den Festungskrieg. Es waren das 26-mm-Gewehrgranaten ohne Sprengladung, die dem alleinigen Zweck dienten, die Dämpfe des giftigen Bromessigesters zu entwickeln. Sie bedeuteten mithin einen klaren Verstoß gegen die Haager Deklaration.

Bei Kriegsausbruch war von dieser Waffe beim französischen Heere noch nicht sehr viel vorhanden. Erst nach der Marneschlacht, als die Heere zum Stellungskrieg übergegangen waren, ließ die französische Heeresleitung diese Waffe in großer Zahl herstellen. Doch aus Mangel an Brom wurde das fast ebenso wirksame Chloraceton genommen. Am 7. Januar 1915 forderte der General Joffre diese Waffe für die Front an, und am 21. Februar 1915 gab das französische Kriegsministerium eine Dienstvorschrift über den Gebrauch dieser Gasgewehr- und Gashandgranaten an die Truppen heraus. Im März 1915 wurde dann diese Gasmunition gegen die deutschen Truppen verfeuert.

Schon zu Beginn des Weltkrieges machten französische Chemiker dem Kriegsministerium Vorschläge über die Verwendung von Gaskampfmitteln. So empfahl Ed. Justin-Mueller¹ bereits am 30. August 1914, Chlor und Schwefeldioxyd zu verwenden; ähnliche Vorschläge, chemische Kampfstoffe zu verwenden, machte der bekannte Sprengstoffchemiker Turpin, der Erfinder des Melinites. Aber das französische Kriegsministerium lehnte diese Vorschläge ab.

Die ersten Nachrichten über feindliche Vorbereitungen mit chemischen Kampfmitteln kamen zu uns durch einen Zeitungsartikel der „Pall Mall Gazette“ vom 17. September 1914. Aber es lag bei uns, die wir siegreich im Bewegungskrieg vordrangen, kein Bedürfnis nach derartigen Kampfmitteln vor. Das wurde nach der Marneschlacht anders, die uns den Stellungskrieg brachte. Doch erst drei Monate nach Beginn des Krieges begannen die ersten deutschen Versuche, chemische Kampfstoffe herzustellen, um mit deren Hilfe aus dem Stellungskrieg wieder zum Bewegungskrieg zu kommen.

Das erste deutsche Artilleriegeschöß, das einen chemischen Kampfstoff — das Salz des Dianisidins — enthielt, war die deutsche Ni-Granate, von der am 27. Oktober 1914 3000 Stück bei Neuve-Chapelle mit

¹ Vgl. Meyer, Julius, a. a. O. S. 40.

mäßigem Erfolge verschossen wurden. Immerhin gelang uns durch Niederhalten des Gegners die Einnahme von Neuve-Chapelle¹. Da bei diesen Geschossen die reine Schrapnellwirkung erhalten war, so war es kein Geschoß, das die Haager Deklaration verbot, ganz abgesehen davon, daß nicht giftige Gase verbreitet wurden, sondern nur ein harmloser Staub, der die Schleimhäute reizen sollte.

Wegen der geringen Wirksamkeit wurden auch nur wenige Granaten dieses Typs hergestellt. Wir gingen deswegen über zu der 15-Zentimeter-Granate 12 T, die wir mit dem flüssigen Augenreizstoff Xylylbromid² füllten und die wir im Januar 1915 an der Ostfront bei Lodz und später bei Bolimow und in den Argonnen verfeuerten. Aber auf den Schneefeldern Rußlands verflüchtigte sich dieser Kampfstoff nicht, und darum setzten wir ihm flüchtigere Stoffe in Form von Xylylenbromid bei. Dann folgten Bromaceton³ und Brommethylaethylketon⁴. Diese Kampfstoffe hatten eine ähnliche reizende Wirkung auf Augen und Schleimhäute, wie der von den Franzosen benutzte Bromessigester.

Doch mit all diesen Reizstoffen war kein durchschlagender Erfolg zu erzielen. Denn bei dem weitverzweigten System der feindlichen Stellungen wurden nur kleine Abschnitte mit wenig wirksamen Kampfstoffen getroffen, so daß die feindlichen Stellungen nicht sturmreif gemacht werden konnten. So war man denn besonders auf deutscher Seite bei all diesen Versuchen zu der Erkenntnis gekommen, daß für einen Erfolg mit chemischen Kampfstoffen drei Bedingungen zu erfüllen seien: ein wirksamer Kampfstoff, Masseneinsatz dieses Kampfstoffes und die Ueberraschung des Gegners.

Diese drei Bedingungen erfüllte das Blasverfahren (Abb. 3). Es wurden Gase — zuerst Chlorgas — in verflüssigtem Zustande in Stahlzylindern in die vorderste Stellung eingebaut, bei günstigem Winde entwickelt und in gewaltigen Wolken zum Feinde hinübergetrieben. Dieses Blasverfahren wurde — wie bereits erwähnt — zum ersten Male in der Kriegsgeschichte von deutscher Seite am 22. April 1915 bei Ypern angewandt. Seit dem 22. April 1915 rückte der Gaskampf durch stete Verbesserungen immer mehr in den Mittelpunkt aller Kampfhandlungen.

¹ Vgl. Hanslian, Rudolf, a. a. O. S. 12.

² Xylylbromid bezeichneten wir im deutschen Heere als T-Stoff (daher 15-Zentimeter-Granate 12 T). T-Stoff bedeutet nicht Tränengas, sondern ist nach dem Namen des Chemikers Dr. Tappen, der zuerst Xylylbromid als chemischen Kampfstoff vorgeschlagen hatte, so genannt worden. Der Geruch des vergasten Stoffes erinnert in großer Verdünnung an Flieder. Darum nennen die Engländer Xylylbromid „Fliedergas“. (Vgl. Müller, Ulrich: Die chemische Waffe im Weltkrieg — und jetzt. Verlag Chemie, Berlin 1933, S. 52ff.)

³ Der deutsche B-Stoff.

⁴ Der deutsche Bn-Stoff.



Ohne chemische Kampfstoffe war von jetzt ab kaum noch eine größere strategische Aufgabe zu lösen.

Fast zwei feindliche Divisionen wurden am 22. April 1915 außer Gefecht gesetzt. „Der Feind hätte“, schreibt der englische Gasoffizier Lefebure, „nur den Angriff militärisch auszunutzen gebraucht, um bis zum Kanal vorzustoßen, aber er unterließ es¹“. Da der Gasangriff auf einen Frontabschnitt eingesetzt war, wo französische und englische Linien zusammentrafen, so hätten wir einen Keil zwischen die französische und englische Front treiben, den Ypernbogen aufrollen und vielleicht sogar bis zur Nordseeküste (Dünkirchen-Calais) durchstoßen können.

Aber die Oberste Heeresleitung konnte nicht genügend Truppen bereitstellen, da sie im Frühjahr 1915 alle verfügbaren militärischen Kräfte auf dem östlichen Kriegsschauplatz für die große Durchbruchsschlacht bei Gorlice, die am 2. Mai begann, gebrauchte. „Lebhafte Tätigkeit in den Stellungen an der ganzen Westfront — schreibt der damalige Chef des Großen Generalstabes General v. Falkenhayn² — verbunden mit Angriffsunternehmungen, soweit sie die bescheidenen dort verbleibenden Mittel gestatteten, sollten den Abtransport der nach Galizien gehenden Transporte verschleiern. Ein solches Unternehmen wuchs sich im Bereich der 4. Armee vor Ypern zu einem ernststen Angriff aus, weil die zum ersten Male in großem Maßstabe angewendete Gaswaffe die Möglichkeit dazu lieferte. Ihre Ueberraschungswirkung war sehr stark. Leider war man nicht in der Lage, sie voll auszunutzen. Die nötigen Reserven standen nicht bereit. Indessen war der erreichte Erfolg beträchtlich. Die Engländer erlitten schwere Verluste. Diese sind nicht ohne Bedeutung für die geringe Nachhaltigkeit der englischen Entlastungsoffensive nach dem Durchbruch von Gorlice-Tarnow gewesen.“ Alle Angriffsunternehmungen im Westen mit Einschluß des Gasangriffs bei Ypern sollten also hauptsächlich dazu dienen, den Abtransport der nach Galizien gehenden Transporte zu verschleiern. Darum lag dem Gasangriff auch gar kein besonderes strategisches Ziel zugrunde. Im Gegenteil sollte — nach den Angaben des Reichsarchivs — die 4. Armee sich „kein zu weites Ziel stecken, sondern bei der ersten einigermaßen günstigen Gelegenheit den Angriff machen“. Bei der damaligen Kriegslage in Deutschland hätten wir auch niemals zwei strategische Ziele — im Osten bei Gorlice und im Westen bei Ypern — verfolgen können. Vielmehr lag der Obersten Heeresleitung daran, daß während des Abtransportes der Truppen nach dem Osten die Gaswaffe, die besonders in Form des Blasverfahrens außerordentlich viele unsichere und unzuverlässige Faktoren enthält (z. B. vollkommene Abhängigkeit von Wind und Wetter usw.), erst ihre Kriegsbrauchbarkeit

¹ Vgl. hierzu Hanslian, Rudolf, a. a. O. S. 87ff.

² v. Falkenhayn, Erich, Die Oberste Heeresleitung 1914—1916 in ihren wichtigsten Entschlüssen, S. 72. E. S. Mittler u. Sohn, Berlin 1920.

bei Ypern erweisen sollte. Denn, schreibt von Falkenhayn mit Recht¹, es blieben der Gaswaffe „die Mängel der Neuschöpfungen im Kriege nicht erspart. Es hat Jahre gedauert, ehe man das Gas als Kampfmittel sicher zu beherrschen gelernt hat“.

Der Gasangriff bei Ypern hatte nun durch viele glückliche Umstände Erfolge, wie sie ein späterer Blasangriff nicht mehr gehabt hat. Aber zur Rechtfertigung der deutschen Obersten Heeresleitung muß gesagt werden, daß in jener Zeit der Chef des Großen Generalstabes v. Falkenhayn von diesem neuen Kampfmittel eine derartige Wirkung nicht voraussehen und erwarten konnte. Die feindliche Front wurde in 6 km Breite aufgerissen. Aber wir blieben nach mäßigem Geländegewinn stehen, weil es uns an Truppen zum Vor- und Nachstoßen fehlte, die die einmal geschlagene Bresche hätten erweitern und vertiefen können: Viel tragisches deutsches Schicksal liegt bei Ypern begraben.

Zunächst wurde Ypern vom 20. bis 22. April stark mit Brisanzmunition beschossen, und dann wälzte sich am Abend des 22. April in 6 km Breite und 600 bis 900 m Tiefe eine gewaltige weißgelbe Chlorwolke in 2 bis 3 m Sekundengeschwindigkeit heran, also im Tempo eines trabenden Pferdes. Die Wirkung war verheerend. Ein englischer Geistlicher schildert sie folgendermaßen²: „Wir waren in das offene Feld gegangen, um uns von der drückenden Luft in den Unterständen für einige Augenblicke zu erholen. Da wurden wir auf schweres Schießen im Norden aufmerksam, wo die Front von den Franzosen gehalten wurde. Augenscheinlich ein heißes Gefecht, und eifrig suchten wir das Gelände mit unsern Ferngläsern in der Hoffnung ab, etwas vom Fortschritt des Gefechtes feststellen zu können. Da sahen wir plötzlich etwas, was unsere Herzen aufhören ließ, zu schlagen — Menschen flohen wie toll und in Verwirrung über die Felder! „Die Franzosen fliehen!“ riefen wir aus. Wir konnten unseren Worten kaum glauben . . . Auch die Geschichte, die sie erzählten, konnten wir nicht glauben, und wir schrieben sie ihrer durch die Furcht und den Schrecken verwirrten Phantasie zu — eine graugrüne Wolke war auf sie zugekommen und war bei ihrem Zuge über das Land gelb geworden, hatte alles, was sie berührte, zerstört und hatte den ganzen Pflanzenwuchs vernichtet. Kein menschlicher Mut hätte einer solchen Gefahr ins Auge sehen können. Dann taumelten die französischen Soldaten in unsere Mitte. Sie waren blind, sie husteten, sie keuchten, ihre Gesichter tiefrot, vor Todesangst waren sie sprachlos, und hinter ihnen, in den gasgefüllten Gräben, stellten wir fest, daß sie Hunderte von toten und sterbenden Kameraden zurückgelassen hatten. Das Unmögliche war nur zu wahr.“

Nach Angaben des Reichsarchivs war die Beute des ersten Tages 4 schwere Geschütze, 47 leichte Geschütze, 70 Maschinengewehre, dazu

¹ a. a. O. S. 40.

² Vgl. Meyer, Julius, a. a. O. S. 276.

1800 Franzosen, 10 Briten als Gefangene. Nach Angaben der Alliierten sollen ihre Gesamtverluste 15000 Gasvergiftete, davon allein 5000 Tote, betragen haben: es wären mithin 35% der Vergifteten gestorben. Nach deutschen Beobachtungen können es aber nur 6% gewesen sein. „Die wirklichen Gasverluste der Alliierten sind verhältnismäßig gering. 5000 Tote wurden keineswegs gezeitigt. Auch die Sterblichkeitsziffer der Gasvergifteten war klein. Zu Propagandazwecken im neutralen Ausland, namentlich in Amerika wurden die Verlustzahlen von den Alliierten künstlich hochgetrieben. Der moralische Schaden für Deutschland war ungeheuer groß; er wirkt auch heute noch nach“¹. Die größten Verluste hatte die afrikanische 90. Brigade der 45. französischen Division, die sich im wesentlichen aus Zuaven und Turkos zusammensetzte (vgl. Abb. 1).

Der Siegeslauf der chemischen Kampfstoffe beginnt.

Am 2. Mai 1915 bliesen wir an der Ostfront bei Bolimow in einer Frontbreite von 12 km große Mengen Chlor ab, wodurch 2 sibirische Regimenter gänzlich vernichtet wurden. Die Gesamtverluste beliefen sich angeblich auf 9100 Mann. Die Zahl der Toten soll mehrere Tausend betragen haben. Im ganzen haben wir etwa 50 größere Blasangriffe durchgeführt, wozu wir im Herbst 1916 etwa 400 bis 500 Tonnen Kampfstoff gebrauchten.

Unsere Gegner übernahmen von uns das Blasverfahren. Zuerst die Engländer am 25. September 1915 bei Loos und dann die Franzosen im Februar 1916. Wir sowohl wie unsere Gegner setzten bald dem Chlor aus Gründen besserer Wirksamkeit Phosgen und Chlorpikrin hinzu.

Franzosen und Engländer wandten bis zum Schluß des Krieges das Blasverfahren an. Wir Deutschen führten den letzten Blasangriff am 31. Januar 1917 an der Prosnes in der Champagne mit einem Gemisch von Chlor und Chlorpikrin aus, wo wir 18000 Flaschen auf 9 km Frontbreite

¹ Vgl. Hanslian, Rudolf: Der deutsche Gasangriff bei Ypern am 22. April 1915. S. 81. Verlag Gasschutz und Luftschutz, Berlin 1934.

Wenn auch die tatsächlichen feindlichen Verluste nicht so hoch gewesen sind, wie sie die Alliierten zu Propagandazwecken angegeben haben, so war doch der seelische Eindruck und die moralische Wirkung auf den Feind außerordentlich stark, da die volle Wucht des Angriffs einen gegen Gas vollkommen ungeschützten Gegner traf und da trotz Verrat die Ueberraschung geglückt war. „Trotz eingehendster Aussagen deutscher Verräter, trotz Ueberreichung eines Atemschützers von dem Ueberläufer August Jäger, trotz Agentennachricht über Fertigung derartiger Atemschützer in Gent wird kein Verdacht erweckt, daß etwas Ernsthaftes vorbereitet sein könnte. Somit bleibt der Ueberaschungseffekt des deutschen Gasangriffes voll bewahrt.“ (Vgl. Hanslian, a. a. O., S. 80.) Das französische Große Hauptquartier schenkte all diesen Nachrichten keinen Glauben, sondern war vielmehr der Ansicht: „die ganze Gasgeschichte kann nicht ernst genommen werden“. Die französischen und englischen Truppen in den vordersten Gräben glaubten auch nicht recht an einen deutschen Gasangriff. Die Kanadier zogen sogar voller Uebermut an ihren Grabenrändern Schilder hoch mit großer deutscher Aufschrift: „Ihr könnt lange warten, bis der richtige Wind weht“ (Hanslian, a. a. O., S. 29).

abbliesen. Dieser Blasangriff wurde von den Franzosen — nächst Ypern — als der stärkste und furchtbarste des ganzen Krieges bezeichnet¹.

Daß wir trotz all dieser glänzenden Erfolge so frühzeitig das Blasverfahren aufgegeben haben, hat Gründe, die wir noch bei Würdigung der verschiedenen Gaskampfverfahren kennenlernen werden. Ehe wir näher darauf eingehen, möchte ich noch kurz den historischen Gang des Gaskrieges weiter darstellen.



Abb. 1. Der erste deutsche Gasangriff (Blasverfahren) bei Ypern am 22. April 1915, dem „schwarzen Tag von Ypern“, nach Zeichnung eines Augenzeugen für die „Illustrated London News“. „Die fortschreitende Chlorwolke zwingt Zuaven und Turkos, die Gräben bei Langemarck zu räumen.“ (Entnommen aus „The Illustrated London News“)

Am 22. Februar 1916 führten die Franzosen bei Verdun für ihre 75-mm-Feldgeschütze Granaten ohne Sprengladung ein, die mit dem sehr giftigen Phosgen gefüllt waren. Wir folgten mit dem ähnlich wirkenden, aber sehr leicht zu laborierenden flüssigen Perstoff (= Perchlorameisensäuremethylester = Grünkreuzkampfstoff² — vgl. Abb. 2), den wir zum ersten Male am 19. Mai 1916 auf dem Westufer der Maas gegen den Kettengraben bei Chattancourt verschossen.

¹ Vgl. Hanslian, Rudolf, a. a. O. S. 98.

² Die Bezeichnung Grünkreuz-, Blaukreuz- und Gelbkreuzkampfstoff soll nicht etwa die Farbe des Kampfstoffes versinnbildlichen. Im Gegenteil handelt es sich bei den chemisch reinen Kampfstoffen immer um farblose chemische Verbindungen, die auch farblose Gaswolken bilden. Die Bezeichnung ist willkürlich gewählt und hat ihren Grund darin, daß die mit bestimmten chemischen Kampfstoffen gefüllten Geschosse auf deutscher Seite mit grünen, blauen und gelben Kreuzen bemalt wurden, um sie leicht kenntlich zu machen und um Verwechslungen zu verhüten. Unsere Gegner hatten andere Bezeichnungen.

Durch Einführung der Artilleriegasgeschosse ohne Sprengladung tritt der Gaskampf in eine neue Phase ein. Während die mit starker Reizwirkung ausgestatteten Chlorwolken ursprünglich nur das Ziel hatten, den Gegner aus der Stellung zu verjagen, um wieder in den Bewegungskrieg zu kommen, so hatten die Grünkreuzgeschosse (Phosgen und Perstoff) den Zweck, den Gegner sofort zu vernichten, wenn auch der Zweck nur selten erreicht wurde, da es wegen der Flüchtigkeit dieser Kampfstoffe schwierig war, im

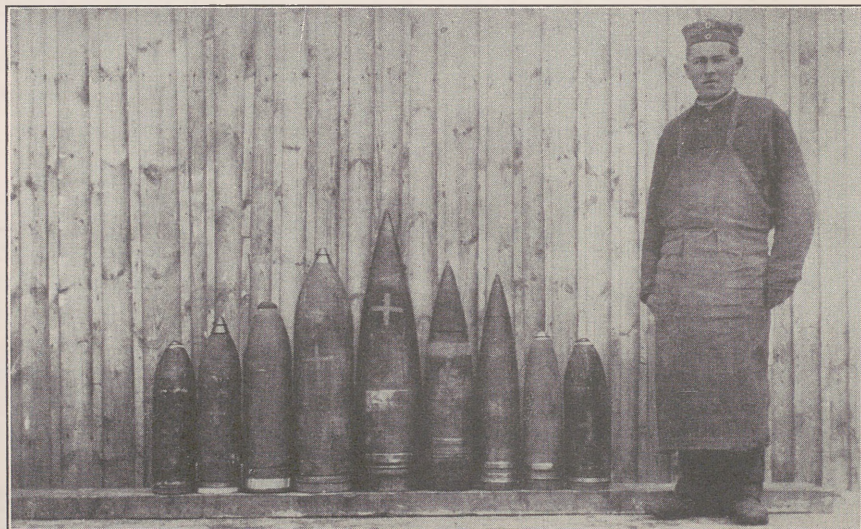


Abb. 2. Artilleriegasgeschosse verschiedener Kaliber mit den bekannten verschiedenfarbigen Kreuzen und Ringen (aus der Kriegszeit)

Freien tödliche Konzentrationen durch Verschießen zu erzeugen. Eine warnende Reizwirkung fehlte bei diesen Kampfgasen fast ganz, dafür trat die Giftwirkung beherrschend in den Vordergrund. Das war kriegstechnisch notwendig, wenn man eine Wirkung erzielen wollte, weil bald nach Einführung des Blasverfahrens der Gasschutz durch Aufstellung von Gasschutzposten und durch Einführung von Gasschutzgeräten (Gasmasken¹) immer mehr verbessert worden war, so daß das Moment der

¹ Im Herbst 1915 wurde die deutsche Heeresgasschutzmaske allgemein eingeführt. Sie war von der Chemischen Abteilung des Preußischen Kriegsministeriums gemeinsam mit dem Kaiser-Wilhelm-Forschungsinstitut für physikalische und Elektro-Chemie in Berlin sowie mit der dafür in Frage kommenden Industrie (besonders Auer-Gesellschaft — Berlin) entwickelt und hergestellt worden. Der Maskenkörper bestand zunächst aus einseitig gummiertem, gasundurchlässigem Baumwollstoff (vgl. Hanslian, Rudolf, Der chemische Krieg, 3. Aufl. S. 195). Den ersten Stoff lieferte die Hülle des abgeschossenen französischen Luftschiffes „Alsace“ (vgl. Müller, Ulrich, a. a. O. S. 63).

Ueberraschung fehlte und die Wirksamkeit des Chlors durch geeignete Gasmasken illusorisch wurde.

So begann ein Wettlauf zwischen Gasschutz und chemischem Kampfstoff.

Sobald eine Gasmaske sich auf einen chemischen Kampfstoff eingestellt hatte, mußte entweder ein neuer Kampfstoff eingeführt werden, oder es mußte der alte Kampfstoff so überraschend ohne warnende Reizwirkung den Gegner treffen, daß er nicht mehr in der Lage war, seine Gasmaske rechtzeitig aufzusetzen.

Auch die Form des Artilleriegasschießens war eine andere als die des Brisanzschießens. Während hier nach bestimmten Zielen geschossen wurde, kam es beim Artilleriegasschießen mehr darauf an, große Flächen zu vergasen oder auch sogenannte „Gassümpfe“ und „Gassperren“ zu schießen.

Dazu gehörte ein gewaltiger Einsatz an Gasmunition, der aber erst durch Einführung unseres Perstoffes möglich wurde. Der flüssige Perstoff ließ sich infolge seines geringen Dampfdruckes und seiner geringen Flüchtigkeit fast wie Wasser laborieren. Die Mannschaften, die die Granaten füllten, brauchten nur mit Gasmasken ausgerüstet zu sein. Kleine Spritzer, die auf die Haut usw. kamen, schaden kaum. Dann war ein ganz besonderer Vorzug bei der Laborierung des Perstoffes, daß er gleich in die Granathülsen gegossen werden konnte, während die bei der Artillerie bisher benutzten chemischen Kampfstoffe (T-, B-, Bn-, K¹-Stoffe) erst umständlich in Bleibüchsen und diese dann erst in die Granathülsen eingelassen werden konnten.

Erst durch diese außerordentlich vereinfachte Laborierung wurde die Grundlage zur Massenherstellung von Artilleriegasgeschossen gelegt.

In der Nacht vom 22. zum 23. Juni 1916 verschossen wir bereits bei Fleury vor Verdun innerhalb acht Stunden 110000 Grünkreuzgranaten.

Am 4. April 1917 traten die Engländer bei Arras mit einem für den Nahkampf äußerst wirksamen Verfahren hervor, indem sie aus Gaswerfern, den sogenannten „Livens Projektors“, mittels elektrischer Zündung zu gleicher Zeit mehrere hundert Gasminen auf engsten Raum auf unsere vorderste Stellung warfen. „Der Abschuß wirkte gleich einer starken Sprengung, zunächst gewaltiger Feuerschein und gleichzeitiges Aufblitzen vieler Mündungsfeuer, dann starke schwärzliche Rauchwolken, die im Leuchtkugelschein gut sichtbar waren. Daran schloß sich ein starker Knall, Rauschen und Surren in der Luft und schließlich, bis zu 25 Sekunden nach dem beobachteten Feuerschein, Niederklatschen der Minen, die ähnlich dem Krepieren eines Handgranatenstapels, nicht völlig gleichzeitig auf einmal explodierten“². Durch dieses Verfahren wurden über-

¹ Unser deutscher K-Stoff = unvollständig chlorierter Chlorameisensäuremethylester; ein besonders für die Augen starker Reizstoff, der 1915 von deutscher Seite in geringen Mengen verschossen wurde. Im übrigen vgl. Fußnoten 2, 3, 4 auf S. 15.

² Hanslian, Rudolf, a. a. O. S. 167.

raschend schnell gewaltige Gaswolken von höchster Konzentration gebildet, so daß kaum Zeit war, Gasmasken rechtzeitig anzulegen. Die Gas-konzentration war zeitweise derartig hoch, daß die gesunde Luft in unmittelbarer Nähe der Einschlagstellen fast ganz verdrängt und so der schützende Ateemeinsatz der Maske bald erschöpft wurde.

Diese sehr wertvolle englische Gaswerfertechnik haben wir Deutschen bald übernommen und verbessert (vgl. Abb. 4 u. 5). Wir bildeten neun Gaswerferbataillone, die während des Krieges ganz Hervorragendes geleistet haben. Zum ersten Male wurden sie mit größtem Erfolg beim Durchbruch der italienischen Front am 24. Oktober 1917 im Flitscher Becken eingesetzt — die italienische Front wurde aufgerollt — und bald darauf im Dezember 1917 bei Cambrai und Givenchy.

Auf die Grünkreuzkampfstoffe hatten unsere Gegner ihre Gasmasken bald eingestellt. Um sie zu zwingen, ihre Gasmasken abzureißen, führten wir in der Nacht vom 10. zum 11. Juli 1917 bei Nieuport in Flandern das Diphenylarsinchlorid und später das noch wirksamere Diphenylarsincyanid ein, Stoffe, die durch die bis dahin gebräuchlichen Gasmaskeneinsätze in Form feinsten Staubes, d. h. in Form schwebender fester Teilchen (Schwebstoffe) hindurchdringen konnten, dann unerträgliches Niesen und Husten hervorriefen und so den Gegner zwangen, die Maske abzureißen. Die Soldaten nannten diese Kampfstoffe deswegen auch „Maskenbrecher“. Sie sind keine Gase oder Flüssigkeiten, sondern meistens feste Körper. Die mit diesen Stoffen gefüllten Geschosse bezeichneten wir als Blaukreuzgeschosse.

Da diese festen Kampfstoffe, um wirksam zu sein, erst künstlich verstäubt werden mußten, so mußten diese Blaukreuzgeschosse mit erheblicher Sprengladung verschossen werden, so daß sie sich nur noch wenig von den Brisanzgeschossen unterschieden.

Wenn der Gegner durch Blaukreuz gezwungen war, die Gasmaske abzureißen, wurde er gleichzeitig mit dem tödlich wirkenden Grünkreuz belegt. Dieses sogenannte „Buntschießen“ wurde dann der Typus einer Angriffsmethode, da diese Kampfstoffe sich leicht verflüchtigten, so daß das vergaste Gelände nach einigen Stunden von unseren Truppen betreten werden konnte. Durch dieses „Buntschießen“ konnte manche große Offensive erst erfolgreich eingeleitet werden.

Gleichzeitig machte sich aber bei uns das Bedürfnis nach einem Defensivkampfstoff, nach einer Abwehrmunition immer dringender fühlbar. Ein Stoff, der bereits 1886 von dem deutschen Chemiker Viktor Meyer beschrieben war, das Dichlordiaethylsulfid, zeigte alle Eigenschaften, die man von einem Defensivkampfstoff verlangen muß. Dieses Dichlordiaethylsulfid war im Gegensatz zu den flüchtigen Kampfstoffen der Grün- und Blaukreuzgruppe sehr seßhaft.

Es hielt sich also für lange Zeit im Gelände, vergiftete es und schädigte den Gegner aufs empfindlichste. Während die Grün- und Blaukreuzkampfstoffe aber nur die Schleimhäute und die Atmungsorgane angriffen

und schädigten, griff das Dichlordiaethylsulfid außerdem noch die Haut durch schwere, langanhaltende Verätzungen an, so daß Gasmasken allein wenig nützen konnten. Diesen Stoff führten wir Deutschen in der Nacht vom 12. zum 13. Juli 1917 in der Flandernschlacht bei Ypern in den Gaskrieg als „Gelbkreuz“ ein. Es wurde genau wie das Blaukreuz, das wir 48 Stunden vorher zum ersten Male eingesetzt hatten, meistens in Granaten mit starker Sprengladung verschossen. Der Gelbkreuzkampfstoff wird als der „König der Kampfstoffe“ bezeichnet. Er war es, der nach Ansicht ausländischer Sachverständiger (General Fries u. a.) es verhütete, daß der Weltkrieg von Ende 1917 ab in deutsches Land getragen wurde. Er ist bis heute trotz allen immer wieder auftauchenden gegenteiligen Zeitungsnachrichten noch nicht durch einen wirksameren Kampfstoff ersetzt worden.

Das Gelbkreuz wurde bald der Typus eines außerordentlich wirksamen Defensivkampfstoffes. „Die Fertigung eigener Granaten gelang den Alliierten im Jahre 1917 nicht mehr. Wohl aber fielen den Engländern mit dem Vorstoß bei Cambrai am 20. November 1917, der infolge überraschenden Masseneinsatzes von Tanks gelang, größere Stapel von Gelbkreuzgranaten in die Hände, die sofort gegen die deutschen Linien verfeuert wurden. Die Wirkung des Gelbkreuzkampfstoffes haben somit die Deutschen zum ersten Male durch ihre eigenen Granaten verspürt¹.“ Der erste Einsatz unserer Gegner mit eigenem Gelbkreuz erfolgte Anfang Juni 1918 an der Marne.

Außer den bisher erwähnten Kampfstoffen wurden von unserer, aber ganz besonders von gegnerischer Seite noch die verschiedensten Kampfstoffe ausprobiert, meistens aber wieder verworfen. Sie im einzelnen aufzuführen, würde den Rahmen dieses Kapitels zu sehr überspannen. Auf die Dauer bewährt haben sich aber nur im Anfang das Chlor und später bis zum Schluß des Krieges die Kampfstoffe der Grün-, Blau- und Gelbkreuzgruppe und einige reine Reizstoffe, besonders Augenreizstoffe.

Denn die Giftigkeit einer chemischen Verbindung bedeutet noch längst nicht, daß sie sich zum chemischen Kampfstoff eignet. Das sehen wir, um ein Beispiel herauszugreifen, am besten an der Blausäure, die die Franzosen zuerst am 1. Juli 1916 an der Somme im Gemisch mit Arsentrichlorid in großen Mengen verschossen haben. Sie versprachen sich davon die größten Erfolge. Aber die Dämpfe dieser Blausäure sind leichter als Luft und mischen sich sehr leicht mit ihr; dazu kommt, daß die Blausäure als Atemgift nur in Konzentrationen wirkt, die praktisch im offenen Felde kaum zu erreichen sind. Wir Deutschen wenigstens haben auf das Konto der Blausäure, trotzdem sie von den Franzosen in großen Mengen verschossen wurde, so gut wie keine Verluste zu buchen.

Die Geeignetheit einer chemischen Verbindung zum chemischen Kampfstoff — bis auf Chlor waren fast alle Kampfgase organische Ver-

¹ Vgl. Hanslian, Rudolf, a. a. O. S. 30.

bindungen — hängt von vielen Vorbedingungen ab, so zum Beispiel von der Flüchtigkeit, dem spezifischen Gewicht, der Löslichkeit, der Beständigkeit usw.

Aber auch die Witterungsverhältnisse spielen bei den Kampfgasen eine außerordentlich wichtige Rolle. Besonders sind die Einatmungsgifte (Grün- und Blaukreuzgruppe) sehr abhängig von der Witterung, da ja die Luft Trägerin dieser Gifte ist. Schon ein etwas stärkerer Wind zerreißt, vertreibt, verdünnt derartige Kampfgaswolken bis zur Unwirksamkeit, oder bei lang anhaltendem Sonnenschein werden sie infolge der aufsteigenden Luftströmungen in die Höhe gewirbelt. Darum eignen sich meistens auch nur ganz bestimmte Tageszeiten, wie die Morgendämmerung, zum Verschießen dieser Atemgifte. Besonders nachteilig wirken auf diese Gase Feuchtigkeit und Regen. So zum Beispiel wird das Phosgen beim Zusammentreffen mit Wasser sofort in die zwei praktisch so gut wie unwirksamen Substanzen Kohlendioxyd (Kohlensäure) und Chlorwasserstoff (Salzsäure) zerlegt ($\text{COCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{HCl}$). Darum wäre es unsinnig, Phosgen bei Regenwetter zu verschießen. Das flüssig-ölige Gelbkreuz dagegen ist von mäßiger Wärme und mäßigem Wind wenig oder gar nicht abhängig, es bleibt überall hängen und liegen. Dagegen wird es durch Wasser allmählich auch in unwirksame Substanzen zerlegt. Bei trockenem Wetter kann es sich wochenlang im Gelände halten, ohne an Wirksamkeit sehr einzubüßen. Bei heißem Wetter und Sonnenbestrahlung verflüchtigt es sich allerdings auch schnell.

Schon aus diesen Andeutungen sehen wir, welche hohen Ansprüche an Wissen und Können an den gestellt werden, der im Kriege mit chemischen Kampfstoffen umzugehen hat. Zu dieser Erkenntnis werden wir noch mehr kommen, wenn wir das Wesen, die Vorteile und Nachteile der einzelnen Gaskampfverfahren kurz miteinander vergleichen.

Wir kennen diese einzelnen Verfahren bereits: das Blasverfahren, die Gaswerfertechnik und das Artilleriegasschießen.

Das Blasverfahren (vgl. Abb. 3) kann nur von einer Sondertruppe, den sogenannten Gasregimentern, durchgeführt werden. Dieses Verfahren ist sehr umständlich und zeitraubend, da die Tausende von Gasflaschen nächtelang sorgfältig und vom Feinde unbemerkt in die vordersten Stellungen eingebaut werden müssen. Und wenn sie dann glücklich eingebaut sind, kommt die Wartezeit auf einen günstigen Wind, die bei langer Dauer für die Truppe oft eine außerordentlich starke Nervenanspannung bedeutet. Die lange Zeit des Einbauens in die Schützengräben, die dadurch bedingte Unruhe haben das Blasverfahren bei der Truppe wenig beliebt gemacht.

Dazu kommt noch, daß das Blasverfahren wegen der Schwierigkeit und der langen Dauer des Einbauens nur an ruhigen Fronten, aber nicht an Fronten mit lebhafter Kampftätigkeit ausgeführt werden kann. Und gerade hier verlangt die Truppe oft am meisten nach Kampfgas.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Durchführung des Blasverfahrens ist ein gleichmäßiger Wind, der keinen aufsteigenden oder gar böigen Charakter haben darf, von 2 bis 3 m Sekundengeschwindigkeit.

Als Kampfstoffe eignen sich zum Blasverfahren nur chemische Verbindungen von tiefem Siedepunkt, also Stoffe, die schnell verdampfen, wie Chlor ($-33,5^{\circ}$) und Phosgen ($+8,2^{\circ}$): Grünkreuzkampfstoffe. Mit hin kommen die Blau- und die Gelbkreuzkampfstoffe — die doch zu unsern wirksamsten chemischen Kampfstoffen zu zählen sind — wegen



Abb. 3. Blasverfahren (Vorführungsübungen aus der Kriegszeit auf dem ehemaligen Gasplatz Breloh)

ihres hohen Siedepunktes für das Blasverfahren kaum in Frage. Und gerade gegen Chlor und Phosgen kann man sich am leichtesten durch unsere Gasmasken schützen.

Die deutschen Chlorflaschen hatten ein Gewicht von 40 kg und enthielten 20 kg Kampfstoff, die französischen wogen sogar 70 kg. Dieses hohe Gewicht machte den Transport in die vordersten Stellungen, da sie einzeln getragen werden mußten, sehr beschwerlich.

Eine Chlorflasche wurde bei voll geöffnetem Ventil in etwa 2 bis 3 Minuten unter lautem Zischen entleert. Dieses Zischen pflegte man im Kriege durch gleichzeitig eingelegtes Maschinengewehr- und Brisanzgeschosßfeuer zu verdecken.

In alle Schluchten, Täler, Schützengräben, Unterstände senkt sich die besonders wegen ihrer niederen Temperatur schwere Gaswolke. Darum sind im Winter die Unterstände bei der aufsteigenden warmen Luft schnell mit Gas gefüllt. Um Anhöhen fließen die Gaswolken herum, so daß gasfreie Inseln bleiben, die von Gasminenwerfern noch besonders mit Gas belegt werden müssen. Von Abhängen rollen die Wolken selbst bei leichtem Gegenwind herunter, wie ein Stein oder wie Wasser einen Abhang hinunterrollt. Nur vor Wäldern, Kornfeldern, Bergen stauen sie sich. Das sind erhebliche Hindernisse für geblasene Gaswolken.

Die wirksame Reichweite des Blasverfahrens wird unter günstigen Bedingungen auf 10 km geschätzt, doch bis zu 35 km ist der Geruch des Chlors zeitweise im Kriege gespürt worden.

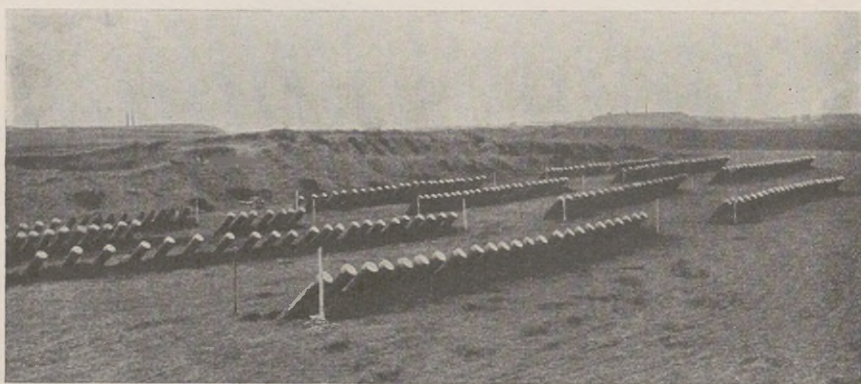


Abb. 4. Eingebaute deutsche Gaswerfer (18 cm) im sogenannten Zwischengelände hinter den vordersten Gräben. (Vom Reichsarchiv zur Verfügung gestellt)

Das Blasverfahren ist eigentlich nur ein Gaskampfmittel für den Nahkampf gewesen.

Die große Abhängigkeit von der Witterung und vom Gelände, die Gebundenheit an einige wenige Kampfstoffe, die Umständlichkeit der Vorbereitung, dann die Abhängigkeit von einer Sondertruppe haben uns Deutsche schon Anfang 1917 veranlaßt, das Blasverfahren aufzugeben.

Noch ausgeprägter als Gaskampfmittel für den Nahkampf ist das Gaswerferverfahren. Die Reichweite der Gaswerfer langt höchstens bis zu 3,5 km. Sie wurden in der Regel einige hundert Meter hinter den vordersten Gräben im sog. Zwischengelände eingebaut (Abb. 4). Auf den laufenden Meter Front kam meistens ein Gaswerfer, also auf 1 km Front 1000 Gaswerfer. Das Einbauen war verhältnismäßig schnell geschehen. Aber es war auch hier eine Sondertruppe notwendig. Die Zündung erfolgte elektrisch (Abb. 5) von einer Stelle aus, so daß gleichzeitig etwa 1000 Wurfminen abgefeuert werden konnten.

Wenn so 1000 Gaswerfer zu gleicher Zeit 1000 dünnwandige Wurfminen mit je 12 bis 15 l (also 12—15000 kg) chemischem Kampfstoff auf die vordersten feindlichen Linien werfen, dann haben wir das Moment der Ueberraschung in Verbindung mit der Höchstkonzentration des Kampfstoffes am Ziel in seltener Vollkommenheit, allerdings nur auf sehr beschränktem Raume. Die Konzentration der Kampfgase ist zeit-



Abb. 5. Deutsche Gaswerfer (18 cm). Leitungstrupps legen Leitungen zu den einzelnen Gaswerfern. Die Gaswerfer (etwa 1000 Stück gleichzeitig) werden von einer Stelle aus mittels elektrischer Zündung zum Abfeuern ihrer Wurfminen gebracht. (Vom Reichsarchiv zur Verfügung gestellt)

weise so stark, daß unter extremen Bedingungen die gesunde Atemluft verdrängt wird, so daß der Tod dann auch zum Teil aus Luftmangel trotz Gasmaske eintreten kann. Wer seine Gasmaske nicht griffbereit zur Hand hat und sie nicht innerhalb weniger Sekunden aufsetzen kann, ist immer verloren.

Als Kampfstoffe kommen bei dem Gaswerferverfahren hauptsächlich leichter verdampfende Kampfstoffe wie Chlor, Phosgen usw. in Frage. Die Gaswerfer sind von Wind, Wetter und Gelände ziemlich unabhängig. Nur große Kälte und Regen stören, da besonders Phosgen sich bei Kälte schlecht verflüchtigt und bekanntlich durch Regen schnell zerstört wird.

Die Nachteile sind aber die geringe Reichweite und die Abhängigkeit von einer Sondertruppe.

Das Artillerieschießverfahren ist das vollkommenste, umfassendste Verfahren, es ist das souveräne aller Gaskampfverfahren des Weltkrieges. Denn es gibt hierbei keine Abhängigkeit von einer Sondertruppe, keine Gebundenheit an einen bestimmten Kampfstoff, keine ängstliche Abhängigkeit von Witterung und Gelände. Und der ganz besondere Vorzug ist, daß der Feind in allen seinen Stellungen, bis in die hintersten Linien und die letzten Reservestellungen erfaßt werden kann. Anmarschwege können unpassierbar gemacht werden, und mit Gelbkreuz können weite Geländestrecken so vergiftet werden, daß sie geräumt werden müssen und für lange Zeit nicht betreten werden können. Das Artillerieschießverfahren ist außerordentlich elastisch: es ist möglich, dauernd mit den Kampfstoffen zu wechseln, so daß der Gegner mit seinen Gasmasken oft in ärgste Bedrängnis kommt.

Nur Sumpf und Wasser stören, und wenn Grün- und Blaukreuz verschossen werden, darf kein allzu starker Wind herrschen, da sonst die Gaswolken zerrissen, vertrieben und zerstört werden.

Wälder, Kornfelder und Berge stören nicht, sie sind im Gegenteil sehr willkommene Ziele.

Nur das Moment der Höchstkonzentration (Massenwirkung) ist nicht so einfach zu erreichen. Um diese Höchstkonzentration zu erreichen, mußte während des Krieges der Verbrauch an Gasmunition ganz gewaltig gesteigert werden. Im Jahre 1918 waren deshalb bereits 30% der Artilleriesmunition auf deutscher Seite mit chemischen Kampfstoffen gefüllt, während die Anforderungen von der Front noch bedeutend höher waren.

Zu erwähnen ist noch das Gasmineschießen, das meistens nur zur Beunruhigung des Gegners oder als Ergänzung zu andern Gaskampfverfahren, wie z. B. dem Blasverfahren, benutzt worden ist, das aber wegen seiner geringen Reichweite und der geringen Konzentration seiner Gaswolken nie größere Bedeutung im Kriege gehabt hat.

Auch Rauch und Nebel wurden im Kriege künstlich erzeugt. Selbst Granaten mit Nebelstoffen wurden verschossen, weniger um den Gegner einzunebeln, als um die Geschütze gut einschießen zu können. Mit Hilfe von Tanks und Flugzeugen wurden gern Nebelwolken gebildet, indem „Oleum“ oder Schwefeltrioxyd in den Auspuff gespritzt wurde. Durch die große Hitze und die ausströmenden Gase der Motoren wurden diese Substanzen dann in feinsten Weise zerstäubt und bildeten so dichte, undurchsichtige Nebelwolken.

Der künstliche Nebel spielt besonders bei der Marine eine große Rolle (Abb. 6). Auf dem Festlande wurden Blasangriffe häufig mit Nebelangriffen kombiniert in der Weise, daß die Nebelangriffe an den Flügeln der Blasangriffe angesetzt wurden. Dadurch wurde die Frontbreite des Blasangriffes bedeutend vergrößert. Der moralische Eindruck beim Gegner stieg gewaltig. Zugleich wurde die feindliche Artillerie auf die Nebelangriffe abgelenkt und so getäuscht. Durch diese List glückte uns besonders bei den Russen mancher Angriff, da sich die Artillerie auf die

Nebelwolken eingestellt hatte. Durch geschickte Rauchtarnung gelang uns Deutschen in der zweiten Marneschlacht 1918 die Loslösung vom Feinde mit mäßigen Verlusten. Der Engländer Worrall berichtet darüber¹: „Die Deutschen gebrauchten Rauch bei ihrem Rückzug von der Marne 1918 sowie von den Höhen östlich Beaumont-Hamel im Frühling desselben Jahres. Gerade als es schien, daß sie völlig ausgelöscht würden, entwickelten sie einen Rauchs Schleier und entwischten mit geringen Verlusten, die Folge eines ungezielten Feuers im Gegensatz zu einem gezielten.“

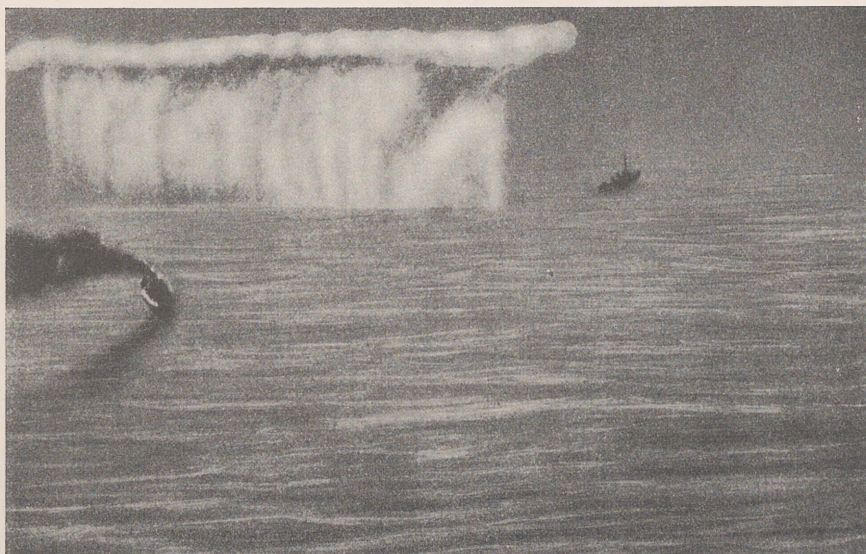


Abb. 6. Rauchvorhang tarnt ein Kriegsschiff
(Entnommen aus „The Illustrated London News“)

Ein sehr guter Nebelbildner ist das Verbrennungsprodukt des Phosphors: das Phosphorpentoxyd. Wir benutzten als Ersatz hierfür konzentrierte Schwefelsäure, die wir auf gebrannten Kalk tropfen ließen, wodurch undurchsichtige, schwere, weiße Nebel erzeugt werden. Technisch wurde dieses Verfahren mit Nebeltöpfen durchgeführt, die für den Gebrauch auf See noch mit Schwimmvorrichtungen versehen wurden. Durch diese dichten Nebelwolken konnten die Bewegungen der Schiffe fast vollkommen verdeckt werden, wie es mit Erfolg in der Seeschlacht beim Skagerrak am 31. Mai 1916 versucht worden ist.

Rauch und Nebel werden in zukünftigen Kriegen erheblich an militärischer Bedeutung gewinnen. Denn die Einsatzmöglichkeiten (Schutz

¹ Hanslian, Rudolf, Der chemische Krieg, 2. Aufl., 1927.

von Truppen im Operationsgebiet, Tarnung gegen Flugzeugangriffe im Hinterland, Schutz von Küstenverteidigungsanlagen usw.) sind gewaltig. Der letzte Krieg gab uns erst eine schwache Vorstellung von den Möglichkeiten, die in dem Einsatz von Rauch und Nebel stecken.

Das ist, in großen Zügen dargestellt, die Geschichte und die Technik des Gaskrieges.

Der Gaskrieg verlangt Ueberlegung, Können und Wissen. Er verlangt Mut, Tapferkeit und Manneszucht von dem, der, in Gaswolken gehüllt, keuchend unter der Gasmaske, ohne Führer, ohne Sicht, kämpfen, sich wehren und dann noch siegen soll.

Diese moderne Kampfwaaffe verlangt die besten Mannestugenden; sie verlangt körperliche, geistige, seelische Höchstleistungen: sie verlangt den ganzen Mann.

Einführung in die Welt der Giftgase

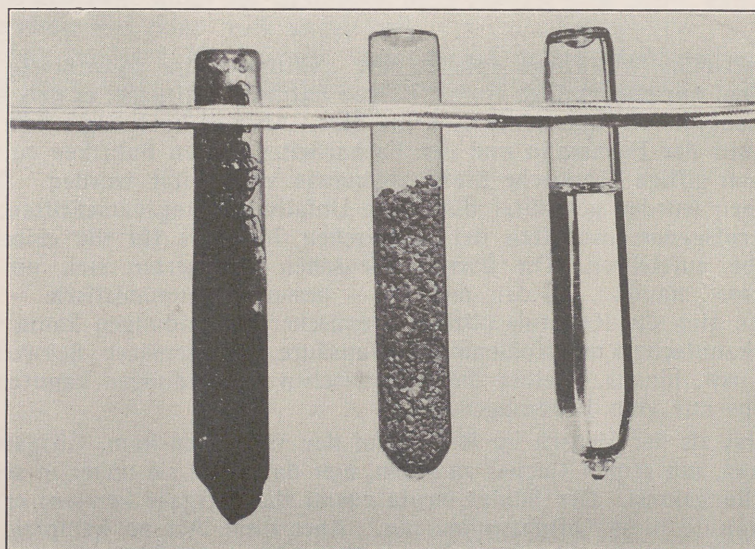
Vor dem Weltkriege spielten die „Giftgase“ im Bewußtsein der Menschen nur eine geringe Rolle. Es gab natürlich Giftgase; es gab sogar fast ebensoviel Giftgase, wie es heute gibt. Aber es hatte eigentlich mit ihnen nur der Fachmann und der Facharbeiter in den Fabriken zu tun, in denen giftige chemische Stoffe irgendwie verarbeitet wurden. Diese Menschen wurden geschützt durch die Unfallverhütungsvorschriften, die die Berufsgenossenschaften der chemischen Industrie für die einzelnen Betriebe aufstellten. Die übrigen Menschen kümmerten sich um die „Giftgase“ kaum. Bei den meisten — besonders humanistisch — Gebildeten ging die Kenntnis giftiger chemischer Verbindungen kaum über die Bekanntschaft mit Kohlenoxyd, Blausäure, Salpetersäure, Schwefliger Säure usw. hinaus. Selbst diese chemischen Verbindungen kannten sie meistens nur vom Hörensagen.

Erst als der Mensch im Kriege auf den Gedanken kam, Giftgase zu benutzen, um seinen Gegner zu töten, erst da traten sie näher in seinen Vorstellungskreis. Der Soldat lernte zuerst die Giftgase kennen; er sah und staunte diese Giftgaswolken an. Aber diese Art zu kämpfen, lag seinem Denken, seiner Vorstellung über ritterliche Kampfweise so fern, daß er sie zunächst ablehnte und infolgedessen zu ihr auch in kein inneres Verhältnis kam. Er wußte nichts damit anzufangen. Sein Gewehr war wenigstens etwas Handgreifliches; er konnte sich den Mechanismus erklären, er konnte das Gewehr in seine einzelnen Teile zerlegen. Aber die Welt der Giftgase war ihm fremd, geheimnisvoll und rätselhaft; wenn er in sie eindringen wollte, wurde sie ihm aus Gründen militärischer Sicherheit vorenthalten. Er sah wohl auf den Granaten geheimnisvolle Zeichen: Ringe und Kreuze (Abb. 2); was aber in den Granaten war, wußte er nicht.

Darum konnte er auch gar nicht wissen, daß das, was in den Granaten war, im Sinne der physikalischen Definition des Begriffes „Gas“ meistens gar keine Gase waren, sondern daß es sich in der Regel um flüssige und feste Stoffe handelte, die erst vergast und verdampft werden mußten. So sah er nur die Gaswolken. Das, was er sah, nannte er „Gas“.

So hat sich denn besonders für die chemischen Kampfstoffe das Wort „Gas“ in den Sprachgebrauch eingebürgert. Man spricht von Gaskampf, Gasschutz, Gasabwehr, Gasüberfall, Gasmunition usw. Tatsächlich ist im

Sinne der physikalischen Definition des Begriffes Gas nur das Chlor, das am 22. April 1915, dem „schwarzen Tag von Ypern“, in großen Mengen abgelassen wurde, ein reines Gas. Alle chemischen Kampfstoffe, die dem Chlor folgten, sind im wissenschaftlichen Sinne keine Gase; es sind meistens organische Verbindungen von komplizierter chemischer Zusammensetzung — also Abkömmlinge des Kohlenstoffs —, die fast immer in flüssiger, aber auch in fester Form vorkommen. Sie alle haben die Eigenschaft, entweder freiwillig in ausreichender Menge zu vergasen und zu verdampfen,



Kristalle	fest	flüssig
Diphenylarsinecyanid	Diphenylaminarsin-	Aethylarsindichlorid
(Clark II = Blaukreuz-	chlorid (Adamsit =	(Dick = Gelbkreuz-
kampfstoff)	Blaukreuzkampfstoff)	kampfstoff)

Abb. 7. **Chemische Kampfstoffe:** Sie sind in ihrem ursprünglichen Aggregatzustand meistens flüssig oder fest; erst durch Energieaufwand, z. B. durch Verfeuern in Granaten, werden sie vergast, vernebelt, verdampft, verstäubt

wie in der Regel Phosgen, oder sie müssen künstlich unter Energieaufwand, z. B. durch Verfeuern in Granaten, vergast, verdampft oder verstäubt werden. In dieser vergasten, verdampften, verstäubten Form lernte der Soldat die chemischen Kampfstoffe kennen. Er sah eben nur die Gaswolke, und darum nannte er alles „Gas“, was an chemischen Substanzen verschossen wurde. Doch müssen wir uns immer darüber klar sein, daß diese „Gase“ chemische Stoffe sind, die meistens flüssig oder auch fest sind (Abb. 7).

Dadurch, daß wir zu dem Begriffe „Gas“ das Wort „Kampf“ setzen, also „Kampfgas“, wissen wir, daß wir es mit einer besonderen Form von

Gasen zu tun haben. „Kampfgas“ ist ein kurzer, prägnanter Ausdruck, der praktischen Bedürfnissen entspringt und ihnen genügen mag; während „chemischer Kampfstoff“ der wissenschaftlich richtige Ausdruck für alle chemischen Substanzen ist, die unter dem Sammelbegriff „Gas“ kriegstechnisch Verwendung gefunden haben.

Die Zahl der chemischen Stoffe, die während des letzten Krieges eine Rolle gespielt haben, ist groß. Würden wir sie im einzelnen aufzählen, so würde sich uns eine verwirrende Fülle von chemischen Substanzen präsentieren, die aber zum größten Teil nur noch historisches Interesse haben; denn ebenso schnell, wie sie im Gaskampf auftauchten, verschwanden die meisten von ihnen wieder, da sie durch wirksamere Kampfstoffe ersetzt werden konnten.

Außer der Grünkreuzgruppe (Chlor, Phosgen, Perchlorameisensäuremethylester = „Perstoff“ und Chlorpikrin), der Gelbkreuzgruppe (Dichlordiaethylsulfid, auch „Lost“¹, „Yperit“, „Senfgas“ genannt, Chlorvinylarsindichlorid = „Lewisit“² und Äthylarsindichlorid = „Dick“) und der Blaukreuzgruppe (Diphenylarsinchlorid = „Clark I“³, Diphenylarsincyanid = „Clark II“, Diphenylaminarsinchlorid = „Adamsit“⁴) haben nur wenige Kampfstoffe bis Ende des Krieges Verwendung gefunden.

Da wir uns nicht nur mit den chemischen Kampfstoffen, sondern auch mit vielen anderen „Giftgasen“ beschäftigen wollen, so müssen wir uns zunächst zum besseren Verständnis mit gewissen Grundbegriffen vertraut machen. Denn die Welt der Giftgase ist eine andere Welt als die der festen und flüssigen Körper. Auch können wir uns gegen die Giftgase nur wehren und schützen, wenn wir ihre Eigenschaften, ihr Wesen, ihren Charakter kennen.

Zunächst unterscheiden sich die Gase von den festen und flüssigen Körpern für unser Auge dadurch, daß sie scheinbar keine bestimmte Gestalt besitzen und auch keinen bestimmten Raum einnehmen. Das, was die festen und flüssigen Körper miteinander verbindet, die sogenannte Kohäsionskraft, also die Anziehung der einzelnen benachbarten Teilchen, scheint den Gasen zu fehlen, da sie sich nach allen Richtungen auszudehnen und jeden Raum zu erfüllen suchen. Deswegen gehören die Luft und alle luftförmigen Körper auch zu den Gasen.

Tatsächlich bestehen aber zwischen den Molekülen eines Gases auch Anziehungskräfte. Nur kommen sie wegen des größeren Molekülabstandes

¹ „Lost“ ist ein Deckname, der gebildet ist nach den Namen der deutschen Chemiker Lommel und Steinkopf, die das Dichlordiaethylsulfid im Weltkriege als Kampfstoff vorgeschlagen haben. Die chemische Verbindung selbst war schon lange in Friedenszeiten bekannt.

² Im Weltkriege noch nicht verwandt. Nach dem amerikanischen Chemiker Captain W. Lee Lewis „Lewisit“ genannt.

³ Die Bezeichnung „Clark“ ist ebenfalls ein Deckname, der eine Abkürzung des Wortes Chlor-Arsen-Kampfstoff ist.

⁴ Im Weltkriege noch nicht verwandt.

nicht mehr zur vollen Wirkung. Doch können wir durch Erhöhung des Druckes die Molekülabstände bei bestimmten Temperaturen so weit verringern, daß Verflüssigung des Gases eintritt.

Die Verflüssigung eines Gases hängt also nicht nur von der Erhöhung des Druckes, sondern auch von einer ganz bestimmten Temperatur, der sogenannten „kritischen Temperatur“, ab. Wenn diese „kritische Temperatur“ überschritten wird, so gelingt es selbst durch weitere Steigerung des Druckes nicht, ein Gas zu verflüssigen. Ein bekanntes Beispiel ist das Kohlendioxyd (Kohlensäure). Bei der Kohlensäure liegt die kritische Temperatur bei $+31^{\circ}$; wenn wir auf Kohlensäure einen Druck von 73 Atm. ausüben bei einer Temperatur, die unter 31° liegt, so bilden sich die ersten Spuren von flüssiger Kohlensäure. Liegt die Temperatur aber über 31° , dann vermag auch verstärkter Druck nicht, die Kohlensäure zu verflüssigen.

Die meisten Gase lassen sich durch Verstärkung des Druckes bei Zimmertemperatur verflüssigen. Unsere chemischen Kampfstoffe sind dagegen — wie wir wissen — in ihrem ursprünglichen Aggregatzustand bereits fast sämtlich flüssig oder fest (Abb. 7); sie müssen deswegen bekanntlich erst durch Energieaufwand, z. B. durch Verfeuern in Granaten, vergast, verdampft und verstäubt werden.

Die meisten Gase sind farblos; gefärbt sind von den bekannteren Gasen z. B. Chlor, nitrose Gase und die Dämpfe des Broms. Auf keinen Fall darf uns bei den chemischen Kampfstoffen die Bezeichnung Grünkreuz, Blaukreuz, Gelbkreuz zu der Annahme verleiten, daß wir es mit Kampfstoffen zu tun haben, die grün, blau oder gelb gefärbt seien. Diese Kampfstoffe sind in reinem Zustand fast ausschließlich farblose chemische Verbindungen, die auch farblose Gaswolken bilden.

Die Bezeichnung ist willkürlich gewählt worden und hat bekanntlich ihren Grund darin (vgl. Fußnote 2, S. 19), daß die mit bestimmten chemischen Kampfstoffen gefüllten Geschosse auf deutscher Seite mit grünen, blauen und gelben Kreuzen bemalt wurden (Abb. 2), um sie leichter kenntlich zu machen und um Verwechslungen zu verhüten. Denn es war aus praktischen Ueberlegungen notwendig, dem Soldaten Gasgranaten mit sinnfälligen Bezeichnungen in die Hand zu geben, da sonst die folgeschwersten Verwechslungen hätten eintreten können.

Dämpfe sind gasförmige Körper, die durch Temperaturerhöhung aus Flüssigkeiten entstanden sind und sich wieder in die flüssige Form zurückführen lassen. Dämpfe gehorchen anderen physikalischen Gesetzen als die Gase.

Nebel erscheint für unser Auge als eine Trübung der Luft. In Wirklichkeit besteht Nebel aus kleinsten Flüssigkeitströpfchen, die in Gasen schweben. Die Abscheidung dieser Tröpfchen kann aber nur erfolgen, wenn Keime in der Luft vorhanden sind wie Staub, Ruß usw. In der Atmosphäre entsteht der Nebel durch Abkühlung feuchter Luft.

Rauch können wir als einen Nebel bezeichnen, dessen Teilchen fest sind. Streng genommen ist Rauch das Produkt eines Verbrennungsvorganges.

Gase vereinigen sich im Gegensatz zu manchen Flüssigkeiten (z. B. Öl und Wasser) miteinander zu einheitlichen Mischungen.

Wenn Gase sich vollkommen miteinander vereinigen und vermischen, ohne daß ein Druck von außen auf sie ausgeübt wird, so nennt man diesen Vorgang Diffusion.

Selbst Gase, die durch poröse Wände voneinander getrennt sind, können sich miteinander vereinigen. Leichte Gase diffundieren schneller als schwere; so diffundiert z. B. Kohlensäure langsamer durch eine poröse Wand als Luft, da sie schwerer als Luft ist; es ist also die Diffusionsgeschwindigkeit abhängig vom Molekulargewicht.

Wie feste Körper sich mit flüssigen Körpern zu homogenen Flüssigkeiten vereinigen können (Beispiel: Auflösung eines Stückes Zucker in einer Tasse Kaffee), so können sich auch Gase mit Flüssigkeiten vereinigen. Die Auflösung von Gasen in Flüssigkeiten wird als Absorption (Aufsaugung) bezeichnet.

Die Löslichkeit eines Gases in Flüssigkeit hängt — abgesehen von der Natur des Gases und des Lösungsmittels — ganz besonders ab vom Druck und von der Temperatur. Die Löslichkeit des Gases ist dem Drucke proportional. Vermindert sich der Druck, so tritt ein Teil des Gases aus der Lösung wieder aus. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist das Entweichen der Kohlensäure aus offenen Selter- oder Sektflaschen.

Auch tritt ein Gas aus einer Flüssigkeit aus, wenn man gashaltige Flüssigkeit erwärmt. Selbst feste Stoffe können Gase aufnehmen: z. B. nimmt festes Paraffin flüchtige Kohlenwasserstoffe auf, oder hochporöse Holzkohle in unseren Gasmaskeneinsätzen nimmt Phosgen auf. Aber hierbei handelt es sich nicht nur um reine Lösungsvorgänge, sondern meistens um eine Verdichtung an der Oberfläche (Adsorption).

Die Verteilung von Gasen ist nicht nur von Diffusionsvorgängen, Adsorbierbarkeit usw. abhängig, sondern auch von Temperaturunterschieden.

Die stärker erwärmten Gasschichten wandern nach oben, die kälteren sinken zu Boden. Diese Luftströmungen (Konvektionsströme) entstehen besonders dann, wenn die Temperatur Schwankungen unterliegt. Sehr schön kann man diese Luftströmungen beobachten beim Tabakrauch. Die Konvektionsströme sind von großer Bedeutung bei Bränden, bei Rauchgasvergiftungen, bei Wanderungen von Leuchtgas in Häusern usw. Darum müssen wir bei Kellerbränden immer damit rechnen, daß giftige Brandgase ihren Weg in die oberen Stockwerke der Häuser nehmen.

Hier sei noch erwähnt, daß Mischungen von Luft mit „brennbaren“ Gasen und Dämpfen, wie Benzin, Benzol, „explosiv“ sind. Das beruht auf der chemischen Reaktionsfähigkeit solcher Verbindungen. Mit zunehmender

Temperatur nehmen diese chemischen Umsetzungen eine ganz bedeutende Beschleunigung an.

Bei diesen explosiven Gemischen besteht eine sogenannte Explosionstemperatur, d. h. es braucht nur das Gemisch oder auch nur ein Teil des Gemisches diese Temperatur erreicht zu haben, dann erfolgt Entzündung oder Explosion. Es genügt also häufig ein Funke, der mit dem Gasgemisch in Verbindung kommt, um es zur Explosion zu bringen. Die so eingeleitete Reaktion pflanzt sich infolge der hohen Wärmeentwicklung mit allergrößter Geschwindigkeit fort; und dadurch entsteht eine Explosion.

Die genannten Gase explodieren aber nicht in jedem Mischungsverhältnis mit Luft und Sauerstoff; zum Beispiel kann ein Methanluftgemisch nur explodieren, wenn es mehr als 5,3% Methan enthält („schlagende Wetter“), Kohlenoxyd explodiert bei einem Gehalt von 15–75% in der Luft, Leuchtgas bei etwa 10–20%, Benzol bei 1–60%.

Es können auch einheitlich zusammengesetzte Gase, z. B. Acetylen oder Ozon, explodieren bei Entwicklung von Wärme und Erhöhung des Druckes; ebenso auch die flüssige Blausäure. Sauerstoffbomben können explodieren, wenn sie einige Prozent Wasserstoff enthalten.

Bei der Explosion von Flüssigkeiten und festen Körpern liegen die Verhältnisse viel komplizierter als bei Gasen; aber die Ursache ist hier auch stets die Entwicklung von Wärme und eine plötzliche Volumenänderung.

Wir müssen uns noch mit einigen Eigenschaften, die die chemischen Kampfstoffe auszeichnen, beschäftigen.

Das spezifische Gewicht fast aller chemischen Kampfstoffe ist in Dampfform größer als das der Luft. Das ist deswegen notwendig, weil sonst die aus diesen Stoffen erzeugten Gaswolken größeres Bestreben haben würden, nach oben zu steigen, während sie umgekehrt in der Luft schweben oder sich nach unten senken sollen.

Die Blausäure, die von den Franzosen im letzten Kriege viel verschossen wurde, hat allerdings ein leichteres spezifisches Gewicht als die Luft. Um sie „spezifisch schwerer“ zu machen, wurde sie mit Arsen-trichlorid oder Zinntetrachlorid, die etwa acht- bzw. elfmal so schwer wie Luft sind, vermischt.

Die Flüchtigkeit¹ der einzelnen Kampfstoffe ist sehr verschieden und muß auch sehr verschieden sein. Wir müssen von Einatmungsgiften (Chlor, Phosgen, Blausäure usw.) eine große Flüchtigkeit verlangen, damit sie sich schnell mit der Luft vermischen können; während anderseits

¹ Weil die „Fluchtigkeit“ von mehreren physikalischen Eigenschaften abhängt, hat Mielenz vorgeschlagen, diesen Begriff durch „Sättigungskonzentration“ zu ersetzen: das ist die Menge eines Kampfstoffes in Dampfform, die bei einer bestimmten Temperatur in einem Kubikmeter Luft höchstens enthalten sein kann. (Vgl. Mielenz, W., in der Zeitschrift „Gasschutz und Luftschutz“ Heft 11, S. 264. Verlag Gasschutz und Luftschutz G. m. b. H., Berlin 1932.)

Kampfstoffe, die für lange Zeit im Gelände liegenbleiben sollen, wie z. B. Gelbkreuz (Dichlordiaethylsulfid), eine geringe Flüchtigkeit haben müssen.

Die Flüchtigkeit (Sättigungskonzentration) ist abhängig von der Temperatur, d. h. sie sinkt mit fallender Temperatur und wächst mit steigender Temperatur schnell an. Ein bekanntes Beispiel ist das Dichlordiaethylsulfid (Yperit, Gelbkreuz, Lost): Bei 14° verdampfen 345 mg im cbm; bei 39° dagegen verdampfen 2980 mg im cbm.

Diese Tatsache spielte im Kriege für die Truppen oft eine verhängnisvolle Rolle; wenn zum Beispiel die Uniformen mit Spuren von Gelbkreuz benetzt waren und wenn die Soldaten mit diesen Uniformen in die warmen Unterstände kamen, dann verflüchtigte sich das Dichlordiaethylsulfid und es traten zu den Hautverbrennungen noch schwere innere Schädigungen durch Einatmung und außerdem Schädigungen der Augen auf.

Auf dem Gasplatz Breloh konnte ich diese Erscheinungen im Winter häufig beobachten, wenn die Arbeiter Holz, das — wie sie nicht wissen konnten — mit Gelbkreuz irgendwie benetzt war, zum Trocknen in ihren Baracken an die Oefen legten. Der Kampfstoff verflüchtigte sich schnell, und es traten schwerste Vergiftungen ein. Wie oft bin ich nachts zu solchen Vergiftungen gerufen worden!

Sehr flüchtig sind chemische Kampfstoffe, die einen niedrigen Siedepunkt haben, wie z. B. Chlor mit einem Siedepunkt von $-33,6^{\circ}$, Phosgen mit einem Siedepunkt von $+8,2^{\circ}$, Blausäure mit einem Siedepunkt von $+25,6^{\circ}$. Sie sind so flüchtig, daß man sie ohne weiteres im Felde gar nicht verwenden kann. Sie müssen erst unter Druck in besonderen Behältern verflüssigt werden. Wenn sie dann aus den Behältern, wie z. B. Chlor aus den Chlorflaschen, herausgelassen werden, gehen sie aus eigener Kraft in den gasförmigen Zustand über. Aber der Siedepunkt der meisten Kampfstoffe (z. B. der der Gelb- und Blaukreuzgruppe) liegt weit über der Tagestemperatur, und darum haben sie nicht die Fähigkeit, so leicht wie die verflüssigten Kampfstoffe Chlor, Phosgen, Blausäure, zu vergasen.

Sie müssen deswegen künstlich vergast, verdampft, vernebelt, verstäubt werden. Das künstliche Vergasen, Verdampfen, Vernebeln und Verstäuben geschieht in der Weise, daß die Gasgranaten meistens mit erheblicher Sprengladung verschossen werden. Bei dieser Art der Vergasung, Verdampfung und Verstäubung werden nicht eigentliche Gaswolken gebildet, sondern mehr Flüssigkeitsnebel, die sich aus kleinsten schwebenden Flüssigkeitströpfchen zusammensetzen und — bei den festen Blaukreuzkampfstoffen — auch Staubwolken, die aus schwebenden festen Teilchen (Schwebstoffen) bestehen. Diese Flüssigkeitsnebel und Staubwolken nennt man schlechthin Gaswolken¹.

¹ „Unsichtbare Gaswolken“ gibt es nicht, denn Wolken sind immer sichtbar. Darum sollte man von Gaswolken immer dann sprechen, wenn es sich um sichtbare

Eine Eigenschaft, die fast alle chemischen Kampfstoffe auszeichnet ist ihre große Oberflächenaffinität. Ihre Dämpfe haften fest an Webstoffen, an Gras, am Erdboden, an Strauchwerk, an der Oberfläche des Körpers.

Diese Eigenschaft gab auch einen Fingerzeig für die Abwehr und die Vernichtung vieler Kampfstoffe. Es wurden deshalb in die Atemeinsätze der Gasmasken neben chemisch wirkenden Zerstörungsmitteln auch physikalisch wirkende Stoffe eingelagert in Form von hochporöser Holzkohle, Kieselgur usw., wodurch viele Kampfgase vollkommen adsorbiert werden.

Bei der Wirkung auf den menschlichen Organismus müssen wir bedenken, daß fast alle chemischen Kampfstoffe organische Verbindungen sind, die sich leicht in Fetten und fettähnlichen Stoffen auflösen. Diese organischen Verbindungen dringen leicht und schnell in die lebende Zelle ein. Sobald sie in die Zelle eingedrungen sind, gehen sie innerhalb der Zelle mit anderen lebenswichtigen Stoffen chemische Umsetzungsreaktionen ein.

Diese Fähigkeit wird ganz besonders dadurch begünstigt, daß die meisten chemischen Kampfstoffe starke reaktive Gruppen und starke ungesättigte Verbindungen enthalten, die auch Additionsverbindungen zu bilden vermögen.

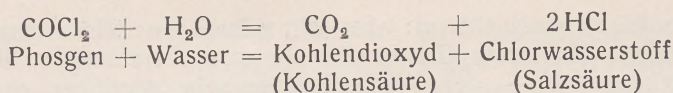
Zu den leicht in Reaktion tretenden Gruppen gehören die meisten Halogenatome in chemischen Verbindungen, wie zum Beispiel das Chloratom im Phosgen (Grünkreuz), im Dichlordiaethylsulfid (Gelbkreuz), in den Arsinchloriden (Blaukreuz) usw.

Bei dem komplizierten Bau vieler chemischer Kampfstoffe müssen wir annehmen, daß bei der chemischen Umsetzung dieser Kampfstoffe im Organismus sogar vollkommen neue Verbindungen von großer Wirksamkeit und Giftigkeit sich bilden. Wahrscheinlich werden auch lebenswichtige Fermente geschädigt.

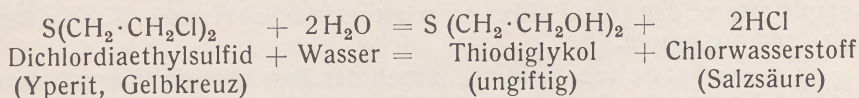
Auffallend bei den meisten chemischen Kampfstoffen ist ihre hydrolytische Spaltbarkeit, und gerade die am stärksten wirksamen Verbindungen, wie das Phosgen (Grünkreuz) und das Dichlordiaethylsulfid (Gelbkreuz), zerfallen bei der Berührung mit Wasser in praktisch ungiftige Körper, wie aus folgenden Formelbildern hervorgeht¹:

Zusammenballungen großer Mengen von schwebenden flüssigen oder festen Teilchen handelt, z. B. in der Nähe der Einschlagstelle einer Granate. Wenn sich diese Wolken aber so weit verdünnen, daß sie für unser Auge nicht mehr wahrnehmbar sind, oder wenn es sich um Kampfstoffdämpfe handelt, die mit Ausnahme des Chlors in allen Fällen unsichtbar sind, dann spricht man richtiger von Schwaden (z. B. Schwadenwirkung der seßhaften Kampfstoffe, Kohlensäureschwaden im Bergbau usw.). Also: Sichtbare Gaswolken und unsichtbare Gasschwaden. (Vgl. Mielenz, W., in „Gasschutz und Luftschutz“ Heft 2, S. 44, 1933.)

¹ Flury, Ferdinand: Ueber Reizgase. In der Zeitschrift für die gesamte exper. Medizin, Bd. XIII, S. 6. Julius Springer, Berlin 1921.



oder:



In ähnlicher Weise spalten die meisten hierhergehörigen Halogen-derivate mit Wasser Halogenwasserstoff (Salzsäure) ab. Darum ist die Annahme naheliegend, daß die Giftwirkung dieser Verbindungen lediglich auf einer Abspaltung von Säure im Innern der Zelle beruht.

Aber diese Theorie der „intrazellulären Säurewirkung“ ist von vielen Forschern aufgegeben worden. Sie sind der Ansicht, daß z. B. das so außerordentlich reaktionsfähige Phosgen als solches für die Lungenschädigungen verantwortlich zu machen sei. Denn es gibt chemische Kampfstoffe, die ähnliche Erkrankungen wie das Phosgen hervorrufen, die aber in Verbindung mit Wasser, Blut usw. keine Säure abspalten¹. Dafür, daß Phosgen als solches für die Lungenschädigungen verantwortlich zu machen ist und nicht die abgespaltenen Säuren, dürfte allein schon die Tatsache sprechen, daß Salzsäure bei der Einatmung etwa 800mal weniger giftig ist als Phosgen.

Da verdünnte wässrige Lösungen von Mineralsäuren in lebende Zellen nicht einzudringen vermögen, müßte man sich den Vorgang in der Weise deuten, daß die organischen Verbindungen infolge ihrer Lipoidlöslichkeit zunächst unzersetzt in die Zelle eindringen und erst innerhalb der Zelle hydrolytisch zerlegt werden.

Doch außer einer intrazellulären Säurewirkung müssen noch andere chemische Reaktionen in Frage kommen, besonders die Fähigkeit, Additionsverbindungen zu bilden. So würden dann innerhalb der Zelle körperfremde Komplexe entstehen, wodurch der Ablauf der normalen Lebensvorgänge sehr eingreifenden Störungen unterliegen würde; zu den so entstehenden Umwandlungs- und Abbauprodukten würden noch starke Giftwirkungen hinzukommen.

Aber abgesehen von der hohen Reaktions- und Umsetzungsfähigkeit der meisten chemischen Verbindungen müssen wir immer noch an eine spezifische Giftwirkung denken.

Ich mußte in diese etwas verwickelten Zusammenhänge hineinleuchten, wenn wir uns eine Vorstellung machen wollen von der Wirkung vieler chemischer Verbindungen.

¹ Laqueur E. und Magnus R. In der Zeitschrift f. d. ges. exper. Medizin, Bd. XIII. S. 106ff. Julius Springer, Berlin 1921.

Vieles klingt einleuchtend; aber wir müssen uns leider eingestehen, daß wir hinter die letzten Geheimnisse — um nicht zu sagen, hinter die ersten Geheimnisse — der Wirkungsweise sehr wichtiger chemischer Verbindungen noch nicht gekommen sind.

Vom pharmakologischen Standpunkt aus gehören die meisten Kampfstoffe zu den lokal reizend wirkenden Substanzen, also zu den Reiz- und Aetzgasen.

In dieser örtlichen Wirkung (durch das Zusammentreffen mit dem lebenden Gewebe des Organismus wird Reizung, Entzündung usw. hervorgerufen) unterscheiden sich die meisten Kampfstoffe (Grünkreuz, Gelbkreuz, Blaukreuz) prinzipiell und wesentlich von den resorptiv wirkenden Giften — das sind Gifte, die ihre Wirkung erst entfalten, wenn sie die Lungen, ohne sie zu schädigen, passiert haben und ins Blut übergegangen sind — wie Kohlenoxyd, Blausäure, Aether, Chloroform usw. Diese Gruppe von Gasen rechnen wir zu den erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung.

Die erst nach ihrer Resorption wirkenden Gifte erleiden im Organismus auf dem Wege bis zu den besonders empfindlichen Erfolgsorganen (z. B. dem Zentralnervensystem) beträchtliche Verluste infolge Herabminderung der Konzentration bei der Verteilung, durch Entgiftungsvorgänge und auch durch die Ausatmung. Diese Verluste fallen bei den örtlich wirkenden Giften weg. Das Gift, das auf die Zellen trifft, kommt ungeschwächt und ohne Verluste ganz zur Wirkung. So ist es auch zu erklären, daß diese Stoffe in minimalsten Konzentrationen bereits wirken, in Konzentrationen, die bei Giften wie Blausäure, Kohlenoxyd usw. unwirksam sind.

Dazu kommt noch, daß durch die Schädigung der Zellen sich langdauernde Funktionsstörungen besonders bei Gelbkreuzverletzungen anschließen, die durch Infektionen usw. noch an Umfang zunehmen.

„In der kurzen Dauer der Einwirkung und den darauffolgenden, langdauernden Schädigungen“, schreibt Flury¹, „erinnern solche Giftwirkungen (z. B. durch Gelbkreuz) an Verbrennungen durch Hitze, Licht oder andere Strahlenwirkungen.“

Also: die örtlich wirkenden Gifte (Reiz- und Aetzgase, vgl. S. 48) bleiben nach der Einatmung ganz im Organismus und wirken sofort da, wo sie mit dem Organismus zusammentreffen. Diese örtlich wirkenden Gifte dringen meistens nur bis zu den Lungen vor, schädigen sie, treten aber nur selten unzersetzt ins Blut über. Bei den resorptiv wirkenden Giften (also den erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung, die die Lungen passieren, ohne sie zu schädigen, und dann ins Blut übertreten, vgl. S. 48) wirkt nur ein Teil giftig, während ein anderer Teil ausgeatmet oder auf dem Wege durch den Organismus entgiftet wird.

¹ Flury, F., a. a. O. S. 18.

Da die örtlich wirkenden Gifte nach der Wirkung ganz im Organismus bleiben und da oft geringste Mengen größte Wirkungen hervorrufen, so hat man den Eindruck, als ob zwischen der Giftmenge und der dadurch hervorgerufenen Wirkung ein Mißverhältnis bestehe. Doch tatsächlich besteht auch hier die Gesetzmäßigkeit der Beziehung zwischen Giftmenge und Wirkungsgrad.

Diese Gesetzmäßigkeit der Beziehung zwischen Giftmenge und Wirkungsgrad versucht man zahlenmäßig durch die Habersche Formel zu bestimmen:

$$c \cdot t = W.$$

In dieser Formel bedeutet c die Konzentration des betreffenden Gases in der eingeatmeten Luft und t die Dauer der Einwirkung. Das Produkt aus diesen beiden Werten nennt man das Wirkungsprodukt W bzw. — falls das Eintreten tödlicher Vergiftung, die meistens erst nach Stunden oder Tagen eintritt, festgestellt werden sollte — das Tödlichkeitsprodukt T . Nach dem Vorschlage Habers gibt c an, wieviel Milligramm oder Kubikmillimeter Giftstoff im Kubikmeter Luft vorhanden sind, und t die Dauer der Einwirkung in Minuten.

Je kleiner dieses Produkt $c \cdot t$ ist, um so giftiger ist der Kampfstoff.

Die Habersche Formel gilt für örtlich wirkende Gifte, die eingeatmet werden, d. h. also für Gifte, die nach der Einwirkung ganz im Organismus bleiben und sofort da wirken, wo sie mit dem Organismus zusammenreffen; das sind meistens die Lungen.

Da bei den resorptiv wirkenden Giften, wie dem Kohlenoxyd und der Blausäure oder den Inhalationsnarkoticis vom Typ des Chloroforms, nur ein Teil giftig wirkt, während ein anderer Teil auf dem Wege durch den Organismus bis zu den Erfolgsorganen entgiftet und auch unverändert ausgeatmet wird, so müssen wir für diese Gifte einen Entgiftungsfaktor e in die Habersche Formel einsetzen, die dann lautet:

$$(c - e) \cdot t = W.$$

D. h. die wirksame Konzentration muß größer sein als der Entgiftungsfaktor. Maßgebend für die Wirkung ist vor allem die Konzentration; denn unterhalb einer gewissen Konzentration tritt überhaupt keine Giftwirkung ein.

Wir können also z. B. Kohlenoxyd oder Blausäure unterhalb einer gewissen Konzentration einatmen, ohne wesentlich geschädigt zu werden, während dagegen beim Phosgen, als einem örtlich wirkenden Gift, die geringste eingeatmete Menge bereits Schädigungen hervorruft.

Die Tödlichkeitszahlen örtlich wirkender Gifte, bei denen also die erste Habersche Formel $c \cdot t = W$ gilt, zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 1
(Mittlere Tödlichkeitswerte für Katzen)

1. Phosgen (Grünkreuz)	900
2. Perchlorameisensäuremethylester = Perstoff (Grünkreuz)	1000
3. Dichlordiaethylsulfid (Gelbkreuz)	1500
4. Chlorpikrin (Grünkreuz)	3500
5. Chlor (Grünkreuz)	7500

In der nächsten Tabelle sind einige resorptiv wirkende Gifte angegeben, bei denen das Tödlichkeitsprodukt von der Konzentration c abhängt:

Tabelle 2	
1. Blausäure	1000—4000
2. Kohlenoxyd	70000

Diese Zahlen beziehen sich also auf die Katze als Versuchstier und nicht auf den Menschen, wie man es immer wieder in der Literatur liest. Alle Zahlenwerte über die Giftigkeit von Gasen und Dämpfen schwanken innerhalb gewisser Grenzen um einen Mittelwert. So sind auch die angegebenen Zahlenwerte Mittelwerte und nicht etwa absolut feststehende toxikologische Werte für das betreffende Gas. Außerdem dürfen die für die hochempfindliche Katze gefundenen Werte nicht ohne weiteres auf andere Tiere, geschweige auf den Menschen, übertragen werden.

Wenn ich hier trotzdem die aus der Literatur übernommenen Zahlenwerte anführe, so besonders deshalb, damit der Leser sich ein ungefähres Bild machen kann von der Giftigkeit der einzelnen Gase. Tatsächlich schwanken diese Zahlen sogar schon bei den einzelnen Individuen derselben Tierart wie auch bei den einzelnen Menschen, für den im übrigen irgendwie zuverlässige Zahlen bisher noch nicht gefunden worden sind. Doch kann man für den Menschen z. B. bei Phosgen einen Wert von 800—1500 annehmen.

Wir werden das Wirkungsprodukt $c \cdot t$ nicht mißdeuten und mißverstehen können, wenn wir immer daran denken, daß Lebensvorgänge sich nicht in mathematische Formeln zwingen lassen, in Formeln, die der Natur Gewalt antun, die aber zur Unterstützung unserer Vorstellungskraft nicht ganz zu entbehren sind¹.

Die Tatsache ist also bemerkenswert, daß zu Vergiftungen durch Kampfgase (Reiz- und Aetzgase) häufig außerordentlich kleine absolute Kampfstoffmengen genügen. Wenn für die Katze bei Phosgen das Tödlichkeitsprodukt $c \cdot t = 900$ angegeben wird, so bedeutet das z. B., daß eine Katze sterben kann, die 10 Minuten lang (t) Luft einatmet, die im Kubikmeter 90 mg (c) Phosgen enthält [c (90 mg) $\cdot$ t (10 Minuten) = 900] oder die 20 Minuten lang (t) Luft einatmet, die im Kubikmeter 45 mg (c)

¹ Vgl. die Arbeit von Flury, F. und Zernik, F.: „Die zahlenmäßige Bewertung der Giftwirkung von Gasen und Dämpfen (das mißverständene Wirkungsprodukt $c \cdot t$)“ in der Zeitschrift „Gasschutz und Luftschutz“, Heft 7, Berlin 1932.

Phosgen enthält $[c (45 \text{ mg}) \cdot t (20 \text{ Minuten}) = 900]$. Ob wir also längere Zeit niedrige Konzentrationen einatmen oder ob wir kurze Zeit hohe Konzentrationen einatmen: das Produkt $c \cdot t$ bleibt immer konstant¹.

Wenn wir für den Menschen — was uns hier ganz besonders interessiert — bei Phosgen einen mittleren Tödlichkeitswert von 1200 annehmen, so bedeutet das — um ein Beispiel zu wählen —, daß ein Mensch sterben kann, der 10 Minuten lang Luft einatmet, die im Kubikmeter (= 1000 l) 120 mg Phosgen enthält. In 10 Minuten atmet aber ein Mensch in Ruhe

etwa 80 Liter $= 10 \cdot \frac{8}{1000}$ cbm Luft ein (in einer Minute 8 l), so daß er

$120 \cdot 10 \cdot \frac{8}{1000} = 9,6$ mg Phosgen einatmet. Diese geringe Menge von 9,6 mg

Phosgen ($1 \text{ mg} = \frac{1}{1000} \text{ g}$!) würde genügen, um ihn zu töten. Der Tod

tritt aber nicht innerhalb der 10 oder 20 Minuten Einatmungszeit ein — man kann darum auch nicht den Tod im Tierversuch „mit der Uhr in der Hand“ feststellen —, sondern meistens erst nach 12–48 Stunden oder noch später, da die Zerstörungsvorgänge in den Lungen erst nach einer gewissen Latenz- (Warte-) Zeit bei Reizgasen vom Typ des Phosgens lebensbedrohend einsetzen.

Bei den resorptiv wirkenden Giften, d. h. bei den Giften, die ihre Wirkung erst entfalten, wenn sie ins Blut übergegangen sind, wie Blausäure, Kohlenoxyd usw. hat die Formel $c \cdot t$ nur sehr beschränkte Gültigkeit. Hier hängt die Wirkung hauptsächlich von der Konzentration c ab, da, wie wir wissen, ein Teil des eingeatmeten Giftes unverändert ausgeatmet oder im Organismus entgiftet wird. Es kommt also in keinem Falle die gesamte eingeatmete Giftmenge zur Wirkung wie bei den Reizgasen vom Typ des Phosgens, wo die minimalste Giftmenge im Organismus bleibt und nichts ausgeatmet wird. Trotzdem möchte ich — natürlich mit allem Vorbehalt — dem Leser einige rechnerische Beispiele geben, die ihm die Vorstellung über die Wirksamkeit der resorptiv wirkenden Gifte erleichtern sollen.

Maßgebend für die Wirkung dieser Gifte ist also vor allem die Konzentration. Da unser Körper einen Teil dieser Gifte entgiftet und unverändert ausatmet, so kann eine Vergiftung überhaupt erst von einer bestimmten Konzentration an eintreten; unterhalb dieser Konzentration tritt trotz stundenlanger Einatmung unter Umständen fast gar keine Vergiftung ein (Beispiel: Nächtelanges Sitzen in Wirtsstuben, die durch Tabak- und Ofenrauch verqualmt sind und die nicht unbeträchtliche Mengen Kohlenoxyd enthalten). Die Dauer der Einatmung spielt gegen-

¹ Das gilt natürlich nur innerhalb bestimmter Gaskonzentrationen. Wenn wir nämlich nur 1 Minute sehr hohe Konzentrationen $[900 = c (900) \cdot t (1)]$ oder $\frac{1}{2}$ Minute höchste Konzentrationen $[900 = c (1800) \cdot t (\frac{1}{2})]$ einatmen, dann werden die Schutzreflexe der Atmung einsetzen (Stillstand der Atmung, Stimmritzenverschluß, Husten usw.), so daß wir während dieser 1 oder $\frac{1}{2}$ Minute tatsächlich nur wenig vergiftete Luft einatmen würden. Für derartige Grenzfälle ist die Habersche Formel unbrauchbar, ebenso auch, wenn wir sehr lange Zeit abnorm niedrige Konzentrationen einatmen.

über der Konzentration bei diesen Giften eine geringere Rolle. Das Produkt $c \cdot t$ kann natürlich bei diesen Giften nicht konstant sein.

Wenn wir also Blausäure von immer geringeren Konzentrationen atmen, dann steigt die absolute Giftmenge Blausäure, die zu einer tödlichen Vergiftung nötig ist, immer weiter an, so daß wir unter Umständen in sehr niedrigen Konzentrationen von der Blausäure die zehn- bis zwanzigfache Menge einer tödlichen Phosgendosis einatmen können, ohne ernstlich Schaden zu nehmen. Die gefürchtete Blausäure ist in verdünnteren Gasgemischen also weit harmloser als Phosgen. Oder allgemein gesprochen: die resorptiv wirkenden Gifte sind in Gaswolken von niedrigen Konzentrationen weit harmloser als die örtlich wirkenden Gifte (Reiz- und Aetzgase).

Einfügen möchte ich hier noch, daß die in der Gasliteratur häufige Angabe, ein Mensch stirbe „in einer Minute“ oder gar „in Sekunden“, wenn er eine bestimmte Menge eines Giftstoffes einatme, auf einem Mißverständnis beruht. Es gibt kaum ein Gas — nicht einmal Blausäure —, das in einer Minute zum Tode führt. Wenn der Mensch auch ein hochkonzentriertes Gift eingeatmet hat, dann tritt der Tod nicht sofort, sondern frühestens nach mehreren Minuten, meistens sogar noch später ein, weil das Herz auch nach Stillstand der Atmung oft noch minutenlang weiter schlägt.

Die Habersche Formel gilt bekanntlich nur für solche Gifte, die eingeatmet werden. Neben diesen Einatmungsgiften haben wir noch eine ganz besondere Kampfgasgruppe, das Gelbkreuz, das zwar auch als Einatmungsgift auftreten kann und für das in diesem Falle die Habersche Formel gültig ist (vgl. Tabelle 1, S. 42), das sich aber in seiner Wirkungsweise wesentlich von den reinen Einatmungsgiften unterscheidet. Es ist ein typisches Zellgift, das irreversible Schädigungen auf allen Teilen der Körperoberfläche hervorruft. Darüber werden wir noch bei der Einzeldarstellung des Dichlordiaethylsulfids (Gelbkreuz) Näheres erfahren.

Dann gibt es noch chemische Stoffe, bei denen die Giftwirkung fast ganz gegenüber einer ungewöhnlich starken Reizwirkung in den Hintergrund tritt. Es brauchen nur ganz minimale Mengen dieser Kampfstoffe in der Luft zu sein, um einem Menschen den Aufenthalt darin unerträglich zu machen, ohne ihn zu töten.

Unter allen bisher untersuchten Reizstoffen aus der Gruppe des Arsens hat Diphenylarsincyanid (= Clark II = Blaukreuz) die stärkste Reizwirkung beim Menschen. Schon ein Aufenthalt in einer Konzentration von 0,01 mg im cbm, also $\frac{1}{100\,000\,000}$ g im Liter Luft, ist mit sehr unangenehmen Reizwirkungen verbunden¹. Es kommen also Größenordnungen von Bruchteilen eines γ in Frage ($1 \gamma = \frac{1}{1000}$ mg).

¹ Flury, F., a. a. O. S. 565.

Tabelle 3 mag die Erträglichkeitsgrenzen¹ einiger Reizstoffe für den Menschen zeigen mit der Einschränkung, daß sie nur als ungefähre Richtlinien zu bewerten sind, die weitgehenden individuellen Schwankungen unterliegen; also auch hier dürfen die angegebenen Zahlen in ihrer Bedeutung nicht überschätzt werden.

Tabelle 3
Erträglichkeitsgrenze einiger Reizstoffe für Menschen²
(nach Flury)

(Höchste Kampfstoffkonzentrationen, die von einem Menschen normaler Empfindlichkeit noch eine Minute lang ertragen werden können. Weit geringere Konzentrationen sind oft ausreichend, um Arbeits- bzw. Kampfunfähigkeit hervorzurufen)

1. Diphenylarsincyanid	0,25 mg/cbm
2. Diphenylarsinchlorid	1—2 „
3. Aethylarsindichlorid	5—10 cmm/cbm
4. Xylylbromid	15 „
5. Bromaceton	30 „
6. Benzylbromid	35—40 „
7. Bromessigsäuremethylester	45 „
8. Chlorpikrin	60 „
9. Chloraceton	> 100 „
10. Chlor	> 150 „
11. Ammoniak	500 „

Für diejenigen chemischen Kampfstoffe, die ganz besonders die Augen zum Tränen reizen, sind von amerikanischer Seite³ Messungen gemacht worden, die in Tabelle 4 wiedergegeben sind. Es ist hier die Anzahl Milligramme im Kubikmeter angegeben, die gerade noch ausreichen, um die Augen zum Tränen zu reizen, sog. Minimalkonzentrationen, während die Erträglichkeitsgrenzen natürlich höher liegen; vgl. z. B. Erträglichkeitsgrenze von Bromaceton 30 cmm/cbm (Tab. 3), während die Minimalkonzentration 1,5 mg/cbm ist (Tab. 4).

Tabelle 4

1. Brombenzylcyanid	0,3 mg/cbm	Luft
2. Martonit (Bromaceton mit Chloraceton)	1,2	„ „
3. Jodessigsäureaethylester	1,4	„ „
4. Bromaceton	1,5	„ „
5. Xylylbromid	1,8	„ „
6. Benzylbromid	4,0	„ „
7. Brommethylaethylketon	11,0	„ „
8. Chloraceton	18,0	„ „
9. Chlorpikrin	19,0	„ „

¹ Man sprach bisher von „Unerträglichkeitsgrenzen“ und meinte damit die niedrigste Kampfstoffkonzentration, die von einem Menschen normaler Empfindlichkeit höchstens eine Minute ertragen werden kann. Nach dem Vorschlage von Mielenz ist es

Die „Erträglichkeitsgrenzen“ und „Minimalkonzentrationen“ sind streng auseinanderzuhalten von den „Tödlichkeitsprodukten“ ($c \cdot t$), die wir früher (S. 41) kennenlernten, ganz abgesehen davon, daß die „Tödlichkeitsprodukte“ auf Grund von Tierversuchen (meistens Katzen) ermittelt worden sind und darum nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragen werden dürfen, während die „Erträglichkeitsgrenzen“ und „Minimalkonzentrationen“ ausschließlich für den Menschen gelten, da sie durch Versuche an Menschen gewonnen sind. Es ist also zwischen Reiz- und Giftwirkung zu unterscheiden, soweit es möglich ist. Es gibt Kampfgase mit vorherrschender heftiger Reizwirkung und relativ geringer Giftwirkung, wie z. B. das Diphenylarsincyanid (Blaukreuz = Nasen-Rachenreizstoff) und das Bromaceton (Augenreizstoff). Andererseits gibt es chemische Kampfstoffe fast ohne warnende Reizwirkung, aber von sehr großer Giftwirkung, wie z. B. das Phosgen (Grünkreuz) und das Dichlordiaethylsulfid (Gelbkreuz), während sich im Chlorpikrin heftige Reiz- und Giftwirkung miteinander vereinigen. So fließen bei manchen chemischen Kampfstoffen die Uebergänge von Reiz- und Giftwirkung ineinander.

Sobald die Einwirkung dieser Reizstoffe (gemeint sind hier Nasen-Rachen-Reiz-, also Blaukreuzkampfstoffe, und Augenreizstoffe) aufgehört hat, geht im allgemeinen auch die Reizwirkung bald zurück. Eine ernstliche Nachwirkung tritt bei den meisten Reizstoffen nicht auf, während bei den Haut- und Lungengiften der einmal gesetzte chemische Reiz stundenlang fortwirkt. Es kann natürlich bei zu langer Einwirkung der Reizstoffe in höheren Konzentrationen auch eine lebensgefährliche Giftwirkung eintreten. Aber im allgemeinen sucht sich jeder, soweit er kann und nicht durch Verwundung usw. behindert ist, der mit Reizstoffen gefüllten Luft zu entziehen, oder er setzt eine Gasmaske auf, so daß eine langanhaltende Einwirkung von Reizstoffen ihn nicht treffen kann.

Eine wesentliche Forderung, die an alle chemischen Kampfstoffe gestellt werden muß, ist die Beständigkeit gegen Erwärmung, da sie sonst durch die große Erhitzung, die durch den Abschluß der Gasgeschosse und durch die Reibung im Geschützrohr entsteht, zerstört würden. Sie müssen auch explosionsbeständig sein.

Auch dürfen die Geschoßwände von chemischen Kampfstoffen nicht angegriffen werden, da sonst leicht unübersehbare Unglücksfälle entstehen könnten. Wenn eine eiserne Geschoßwand von einem Kampfstoff angegriffen wird, wie z. B. von Xylylbromid und Xylylenbromid (dem deutschen T-Stoff) oder dem unvollständig chlorierten Ameisensäuremethylester (dem vorübergehend verwendeten deutschen K-Stoff), so müssen diese Kampfstoffe erst in unangreifbare Behälter aus

psychologisch zweckmäßiger, diese Größe als die obere Grenze der Erträglichkeit zu bezeichnen. Alles darüber Liegende ist unerträglich. (Vgl. Mielenz, W.: „Gasschutz und Luftschutz“ Heft 11, S. 264, 1932.)

² Flury, F., a. a. O. S. 567.

³ Meyer, Julius, a. a. O. S. 102.

Blei, Porzellan usw. gefüllt werden, ehe sie in die Granathülsen eingelassen werden können.

Charakteristisch für die meisten chemischen Kampfstoffe ist ihre Unempfindlichkeit gegen den Sauerstoff der Luft. Sobald sie aus den Granaten oder sonstigen Behältern auströmt und damit der Luft ausgesetzt sind, vermag der Sauerstoff der Luft sie nicht wesentlich zu zersetzen. Die Kampfstoffe sollen unter der Einwirkung der Luft möglichst unveränderlich bleiben.

Dagegen sind die meisten Kampfstoffe gegen Wasser äußerst empfindlich. Sie werden durch Wasser zum Teil zersetzt.

P. Rona¹ hat darüber eingehende Versuche angestellt, die er dahin zusammenfaßt:

„Folgende Kampfstoffe werden durch Wasser zersetzt:

1. Phosgen äußerst rasch (momentan);
2. Perchlorierter Ameisensäuremethylester (Perstoff) äußerst rasch (momentan);
3. Dichlordiaethylsulfid (Gelbkreuz) allmählich;
4. Benzylbromid sehr langsam;
5. Xylylbromid sehr langsam;
6. Benzyljodid sehr langsam.

Folgende Kampfstoffe werden durch Wasser (praktisch) nicht zersetzt:

1. Chlorpikrin,
2. Jodessigester,
3. Jodaceton.

Bei der ersten Gruppe kann eine Säurebildung stets nachgewiesen werden. (Eine Ausnahme bildet vielleicht Benzyljodid, dessen Zersetzung durch Wasser möglicherweise durch die nicht genügende Reinheit des Präparates vorgetäuscht wird.) Die Zunahme der Länge der Kohlenstoffkette wie auch der Ersatz von Sauerstoff durch Schwefel im Molekül erhöhen die Beständigkeit gegen Wasser.“

Diese Wasserzersetzlichkeit vieler Kampfstoffe ist natürlich bei ihrer Verwendung im Felde von größter Bedeutung. Sehr wichtige Kampfstoffe, wie Phosgen und Perstoff (Grünkreuz), Dichlordiaethylsulfid (Gelbkreuz), werden durch Wasser in praktisch unwirksame Substanzen zerlegt, so daß eine Gegend, die mit derartigen Kampfstoffen vergiftet ist, schon durch Regen gesäubert wird. Das sehr wirksame Chlorpikrin macht allerdings hiervon eine Ausnahme.

Wenn wir uns in der großen Welt der Giftgase zurechtfinden wollen, dann müssen wir versuchen, sie nach bestimmten Eigenschaften zu gruppieren; denn sonst fehlt uns jede Uebersicht. Eine wirklich befriedigende Einteilung aufzustellen ist schwierig. Am besten ist es, wenn

¹ Rona, P.: Ueber Zersetzung der Kampfstoffe durch Wasser. Zeitschrift f. d. ges. exper. Medizin, Bd. XIII, S. 30. Julius Springer, Berlin 1921.

man bei der Einteilung die physiologischen Wirkungen der Giftgase zugrunde legt, die sie im menschlichen Organismus hervorrufen. Bei dieser Art der Betrachtung können wir die Giftgase in drei große Gruppen einteilen¹.

I. Erstickende Gase mit betäubender Wirkung.

Hierzu gehören von den bekannteren Giftgasen: Kohlenoxyd, Blausäure, Chloroform, Aether, Schwefelwasserstoff usw.

II. Reiz- und Aetzgase.

Hierzu gehören: Chlor, Ammoniak, nitrose Gase, Säuredämpfe, Grünkreuz-, Gelbkreuz-, Blaukreuzkampfstoffe, Augenreizstoffe usw.

III. Sonstige Giftgase.

Meistens Blut-, Nerven- und Stoffwechselgifte, die häufig manches Gemeinsame mit den erstickenden und den Reiz- und Aetzgasen haben, die aber außerdem noch durch eine spezifische Giftwirkung ausgezeichnet sind. Hierzu gehören z. B. viele Metallverbindungen (Zink, Quecksilber, Blei usw.), Arsenwasserstoff, Phosphor, Nitro- und Aminverbindungen usw.

Die chemischen Kampfstoffe, die uns hier ganz besonders interessieren, würden im gas-toxikologischen Sinne also zu der großen Gruppe II, den Reiz- und Aetzgasen, gehören. Aber die Kampfstoffe haben so verschiedene Wirkungsmöglichkeiten, daß wir sie noch unbedingt mehr nach praktischen Erwägungen in sich gliedern und differenzieren müssen.

Die Zeitschrift „Gasschutz und Luftschutz“² hat folgende Einteilung der Kampfstoffe als allgemein verbindlich vorgeschlagen:

1. Reizstoffe, und zwar

a) Augenreizstoffe (Tränenstoffe): Bromaceton, Brommethyläthylketon, Brombenzylcyanid, Chloracetophenon;

b) Nasen- und Rachenreizstoffe (Blaukreuzgruppe): Diphenylarsinchlorid, Diphenylarsincyano, Diphenylaminarsinchlorid.

2. Erstickende Kampfstoffe (Grünkreuzgruppe): Chlor, Phosgen, Perchlorameisensäuremethylester (Perstoff), Chlorpikrin (Klop).

3. Aetzende Kampfstoffe (Gelbkreuzgruppe): Dichlordiaethylsulfid, Äthylarsindichlorid (Dick), Chlorvinylarsindichlorid (Lewisit), Methylarsindichlorid.

4. Sonstige schädliche Stoffe: Cyanwasserstoff (Blausäure), Bromcyan usw.

„Es muß aber“, schreibt Zernik³, „zur Vermeidung von Irrtümern auch an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß der in dieser Einteilung vorgesehene Begriff ‚Reizstoff‘ nur einen Teil der ‚Reizgase‘ bzw.

¹ Vgl. Flury, F. und Zernik, F.: Schädliche Gase. S. 565ff. Julius Springer, Berlin 1931.

² Heft 11, Sonderbeilage, Berlin 1932.

³ Vgl. Zernik, F.: Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiete der schädlichen Gase und Dämpfe. 14. Bd. der „Ergebnisse der Hygiene, Bakteriologie, Immunitätsforschung und experimentellen Therapie“, S. 249ff. Julius Springer, Berlin 1933.

„Aetzgase“ im gastoxikologischen Sinne umfaßt. Ebenso ist unter „Erstickende Kampfstoffe“ im militärischen Sinne etwas ganz anderes zu verstehen als unter dem gastoxikologischen Begriff „Stickgase“. Streng genommen ist nämlich mit einziger Ausnahme von Sauerstoff jedes Gas ein „Stickgas“, denn jedes tötet in letzter Linie durch Erstickung: Stickstoff ebenso wie Chloroform, Phosgen oder Arsenwasserstoff. Verschieden ist dabei nur der Weg, auf dem diese Erstickung zustande kommt. „Erstickende Kampfstoffe“ im militärischen Sinne umfassen lediglich die Stoffe vom Wirkungscharakter des Phosgens, das sind also solche mit Reizwirkung.“

Während des letzten Krieges teilte man die chemischen Kampfstoffe bei uns in Deutschland in drei Gruppen ein: Grünkreuz-, Gelbkreuz-, Blaukreuzkampfstoffe, dazu kamen noch die Augenreizstoffe, die — genau wie die Blaukreuzkampfstoffe — Reizstoffe sind, nur mit dem Unterschied, daß sie schwächer wirken. Es besteht also nur ein quantitativer, aber kein qualitativer Unterschied zwischen den Blaukreuz- und den Augenreizstoffen. Die arsenhaltigen Stoffe nehmen aber auch hier eine Sonderstellung ein.

Mit diesen Bezeichnungen verband der Soldat im Kriege ganz bestimmte Vorstellungen: Grünkreuz wegen seiner großen Flüchtigkeit = Offensivkampfstoff; Gelbkreuz wegen seiner Seßhaftigkeit = hauptsächlich Defensivkampfstoff; Blaukreuz = „Maskenbrecher“ (d. h. dieser Kampfstoff durchschlug die gewöhnlichen Maskeneinsätze) und schließlich die Augenreizstoffe.

Zu den Grünkreuzkampfstoffen rechnen wir:

1. Chlor,
2. Phosgen,
3. Perchlorameisensäuremethylester (Perstoff),
4. Chlorpikrin.

Die Grünkreuzkampfstoffe können wir so definieren:

Ein Grünkreuzkampfstoff ist ein im allgemeinen flüssiger, verhältnismäßig leicht flüchtiger¹ Kampfstoff von sehr starker Giftwirkung auf die Atmungsorgane, aber verhältnismäßig geringer Reizwirkung auf die Schleimhäute.

Diese Definition gilt für Phosgen und Perstoff, für Chlor und Chlorpikrin mit dem Zusatz, daß diese Stoffe außer der starken Giftwirkung noch starke Reizwirkungen besitzen.

Das charakteristische Merkmal der Grünkreuzkampfstoffe ist also die große Giftigkeit für die Atmungsorgane bei verhältnismäßig geringer Reizwirkung. Daran müssen wir festhalten, weil wir sonst das Wesentliche dieser Kampfgasgruppe verkennen würden. Wenn

¹ Man konnte daher im Kriege auf die Spreng- und Splitterwirkung der Geschosse, die z. B. mit Phosgen gefüllt waren, verzichten; es genügte, wenn durch Verstärkung der Zünder die Geschosswandungen eben aufgerissen wurden, wodurch der Kampfstoff schon von selbst ausströmte und vergaste. Phosgen ist so flüchtig, daß es in Verbindung mit Chlor bekanntlich sogar zum Abblasen verwandt wurde.

Chlorpikrin trotz der starken Reizwirkung häufig in diese Gruppe mit-übernommen wird, so zum Teil deshalb, weil wir Deutsche Chlorpikrin häufig dem Perstoff im Kriege zugesetzt haben¹.

Zu den Gelbkreuzkampfstoffen rechnen wir:

1. Dichlordiaethylsulfid,
2. Chlorvinylarsindichlorid (Lewisit),
3. Aethylarsindichlorid (Dick).
4. Methylarsindichlorid.

Wir definieren sie so:

Ein Gelbkreuzkampfstoff ist ebenfalls ein flüssiger, doch wenig flüchtiger Kampfstoff von zum Teil nur mäßiger Reizwirkung wie das Dichloräthylsulfid, aber sehr starker Giftwirkung nicht nur auf die Atmungsorgane, sondern auch auf alle Körperteile mit Einschluß der sonst gegen chemische Kampfstoffe sehr widerstandsfähigen Haut. Wegen seiner geringen Flüchtigkeit muß er durch Verfeuern in Brisanzgeschossen mit erheblicher Sprengladung künstlich vergast werden. Er kann dann noch lange Zeit im Gelände liegenbleiben und es vergiften.

Zu den Blaukreuzkampfstoffen (Nasen-Rachen-Reizstoffen) rechnen wir:

1. Diphenylarsinchlorid (Clark I),
2. Diphenylarsincyamid (Clark II),
3. Diphenylaminarsinchlorid (Adamsit).

Wir geben folgende Definition:

Ein typischer Blaukreuzkampfstoff ist ein fester Stoff, dessen Giftwirkung hinter die sehr starke Reizwirkung zurücktritt. Wegen seiner geringen Flüchtigkeit muß er durch Verfeuern in Brisanzgeschossen mit erheblicher Sprengladung künstlich verstäubt werden. Dieser dann entstehende Staub hat die Eigenschaft, in Form schwebender Teilchen (Schwebstoffe) durch die Gasmaskeneinsätze durchzudringen (daher „Maskenbrecher“ genannt), wenn diese Einsätze nicht durch besondere Filter (im Kriege z. B. durch „Schnappdeckel“) gesichert werden. Der Schwebstoffschutz ist in der Nachkriegszeit bedeutend verbessert und vereinfacht worden (vgl. S. 64).

Nachdem wir im nächsten Kapitel Schutz und Hilfe bei Giftgas-erkrankungen in großen Zügen dargestellt haben, um erst einmal über Schutz- und Hilfsmaßnahmen im großen eine Uebersicht zu bekommen, werden wir uns den einzelnen Giftstoffen zuwenden. Wir werden mit den Grünkreuzkampfstoffen beginnen und werden uns zunächst eingehend mit dem Phosgen beschäftigen, weil uns die Phosgenvergiftung das reinste

¹ Chlorpikrin (CCl_3-NO_2) bezeichneten wir Deutsche auch als Klop. In den sogenannten Klopferwerken auf dem Gasplatz Breloh wurde Grünkreuz (Perstoff) gefüllt, dem Chlorpikrin (Klop) — nach amerikanischen Angaben 65% Perstoff und 35% Chlorpikrin — zugesetzt wurde.

Bild einer Kampfgaserkrankung vermittelt. Denn sobald Phosgen in die Lungen eingedrungen ist, zerfällt es beim Zusammentreffen mit Blut und Gewebsflüssigkeiten augenblicklich in praktisch unwirksame Substanzen (Kohlensäure und Salzsäure). So gut wie nichts dringt unzersetzt ins Blut, vielleicht wird auch nichts unzersetzt resorbiert, wodurch „Allgemeinwirkungen“ entstehen könnten, wie bei andern Giftgasen (z. B. Kohlenoxyd, Blausäure usw.), die sich nicht in den Lungen zersetzen, sondern durch die Lungen ihren Weg in die Blutbahn finden und so noch andere Organe direkt schädigen können.

Bei der Phosgenvergiftung handelt es sich höchstwahrscheinlich um eine rein örtliche Wirkung auf die Lungenwände (Alveolar- und Kapillärwände), von der alle anderen Krankheitserscheinungen sekundäre Folgen sind.

Das Krankheitsbild ist unter dieser Voraussetzung verhältnismäßig klar und übersichtlich.

Wer die Pathologie und Therapie der Phosgenvergiftung beherrscht, dem ist der Weg geebnet zum Verständnis aller übrigen „Giftgaserkrankungen“. Besonders wird er den Unterschied verstehen zwischen den hauptsächlich rein örtlich wirkenden Giften (wie Grünkreuz, Gelbkreuz, Säuredämpfen usw., also den Reiz- und Aetzgasen) und den resorptiv wirkenden Giften (wie Kohlenoxyd, Blausäure usw., also den erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung). Der Arzt, der diesen Unterschied kennt, wird kaum noch grobe Fehler in der Behandlung gaskrankter Menschen machen können.

Nach den Grünkreuzkampfstoffen werden wir die Gelbkreuzkampfstoffe behandeln, dann die Reizstoffe (Nasen-, Rachenreizstoffe [Blaukreuz] und Augenreizstoffe, die man in der Nachkriegszeit auch als Weißkreuzkampfstoffe bezeichnet hat), und schließlich die Nebelstoffe. Damit hätten wir bewußt die chemischen Kampfstoffe und die Nebelstoffe in den Vordergrund unserer Betrachtung gestellt. Aber da der menschliche Geist nie ruht, so müssen wir damit rechnen, daß man in neuen Kriegen auch noch andere Gase verwenden wird. Ganz abgesehen davon, daß neue Gase gefunden werden könnten — ist an den Einsatz von Kohlenoxyd oder Blausäure im nächsten Kriege zu denken. Daß diese beiden sehr bekannten und giftigen chemischen Verbindungen als Kampfgase im letzten Kriege trotz aller Versuche noch nicht mit Erfolg eingesetzt wurden, scheiterte an chemisch-technischen Voraussetzungen.

Aber ganz abgesehen von der Möglichkeit neuer Kriege, müssen wir uns mit all diesen und vielen anderen Giftstoffen beschäftigen, weil sie in Industrie, Gewerbe und selbst im Haushalt eine ganz außerordentliche Verbreitung gewonnen haben und weil sie dadurch im täglichen Leben für uns alle immer wieder zu Quellen neuer Gefahren werden können.

Können wir uns schützen und wie können wir helfen?

Können wir uns schützen?

Einzelschutz

Ja! Wir können uns schützen und — um es vorwegzunehmen — wir können auch mit Erfolg bei allen Gasvergiftungen helfen. Aber wir müssen immer bedenken, daß die chemischen Kampfstoffe, wie überhaupt alle Giftstoffe, eine stark wissenschaftlich begründete Waffe sind, und daß deswegen der Schutz gegen sie Geist, Einsicht, Nachdenken, Ueberlegung verlangt. Nur der, der die Eigenschaften und die Eigenart der Gase kennt, wird sich wirklich schützen können. Es kann ein Staat die besten Vorschriften zum Gas- und Luftschutz erlassen: sie werden niemals etwas nützen, wenn nicht der einzelne mitdenkt und mitarbeitet, und zwar so mitdenkt und mitarbeitet, als wenn von seiner Sicherheit die Sicherheit aller abhinge.

Der Gasschutz in den Bergwerken steht auf sehr hoher Stufe; aber immer wieder zeigt es sich trotz aller Vorsichtsmaßnahmen (Signaldienst, Wetterführung, Gasschutz usw.), daß große Katastrophen eine große Zahl von Menschenopfern fordern. Wieviel Menschenopfer wird erst ein Zukunftskrieg fordern bei einer Bevölkerung, die so gut wie nichts vom Gas- und Luftschutz weiß!

Guter Wille und Begeisterung allein genügen hier nicht; es gehören hierzu Wissen, Einsicht und Kenntnisse um all diese Dinge. Denn schon die Gasmaske ist ein Produkt hoher Intelligenz und vieler Ueberlegungen. Wer darum die Eigenart der Gase nicht kennt und die Eigenart einer Gasmaske nicht kennt, dem nützt in den meisten Fällen die beste Gasmaske nichts. Es wird ihm wie einem Menschen gehen, der wohl ein Automobil lenken kann, der aber, da er von der Seele des Wagens — dem Motor — nichts versteht, bei der ersten Panne ratlos dasteht.

Als im Weltkrieg zuerst chemische Kampfstoffe auftauchten, hatten weder wir noch unsere Gegner Gasschutzgeräte abgesehen von Bergbau und Feuerwehr. Unsere Soldaten suchten sich damals zunächst durch kleine, mit Natriumthiosulfat getränkte Wattebäusche zu schützen, die sie

vor Mund und Nase hielten. Der Schutz gegen chemische Kampfstoffe war darum ein neues Problem, das dringend gelöst werden mußte, wenn nicht die Soldaten wehrlos und schutzlos der Einwirkung der chemischen Kampfstoffe erliegen sollten. Dieses Problem hat Deutschland im Kriege glänzend gelöst (vgl. Anmerkung 1 auf Seite 20).

Der Schutz gegen Giftgase muß notwendigerweise ein ganz anderer sein als der gegen Gewehrketten und Granatsplitter. Denn die Luft ist Trägerin der Giftgase, und so dringen die Giftgase überall hin, wo nur Luft vorhanden ist. Es fehlt mithin an natürlichen Schutzmitteln, die wir bei Gewehrketten und Granatsplittern in Erdhaufen, Schützengraben und Unterständen besitzen, die aber bei den Giftgasen häufig sogar für uns zum Verhängnis werden können.

Gegen alle Giftgase, die wir einatmen, fand deutscher Erfindungsgeist in der Konstruktion der Gasmasken — mit ihren verschiedenen Abwandlungen und Modifikationen — einen allumfassenden Schutz.

Durch diese Gasmaskensind unsere Atemschutzgeräte so außerordentlich bekannt geworden. Die Gasmasken schützen natürlich nur gegen Giftgase, die wir einatmen, aber nicht gegen chemische Substanzen, die als ätzende Flüssigkeiten (wie Gelbkreuz) unsere Körperoberfläche treffen und schädigen. Gegen diese Gifte schützen besondere Kleidungen (vgl. Abb. 34, 35), von denen wir noch später hören werden. Andererseits können diese Flüssigkeiten, wenn sie in Granaten verschossen werden, als Gasschwaden in der Luft schweben, oder sie können bei hoher Temperatur in Zimmern, Unterständen usw. allmählich verdampfen. Sind wir Menschen diesen Gas- und Dampfschwaden ausgesetzt, dann sind wir durch unsere Gasmasken auch gegen sie als Einatmungsgifte geschützt.

Wenn wir schlechthin immer von Gasmasken reden, so müssen wir aber wissen, daß wir bei den Atemschutzgeräten drei Typen zu unterscheiden haben, die grundsätzlich voneinander verschieden sind. Und zwar:

1. Sauerstoffschutzgeräte (Isoliergeräte) } sog. schwere
2. Schlauchgeräte (Frischluchtgeräte) } Atemschutzgeräte.
3. Filtergeräte (unsere eigentlichen Gasmasken): sog. leichte Atemschutzgeräte.

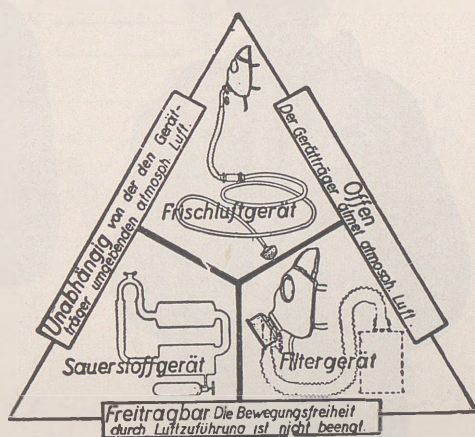


Abb. 8. Hauptmerkmale der Grundtypen der Atemschutzgeräte.

Degea A.-G. (Auergesellschaft) Berlin

Um dem Leser eine klare Vorstellung von den einzelnen Arten der Atemschutzgeräte zu geben, werde ich mich auf das Wesentliche beschränken¹ und diese Ausführungen durch reichen Bilderschmuck unterstützen. Die Abb. 8 zeigt uns in schematischer Darstellung sehr schön die Hauptmerkmale der Grundtypen der Atemschutzgeräte.

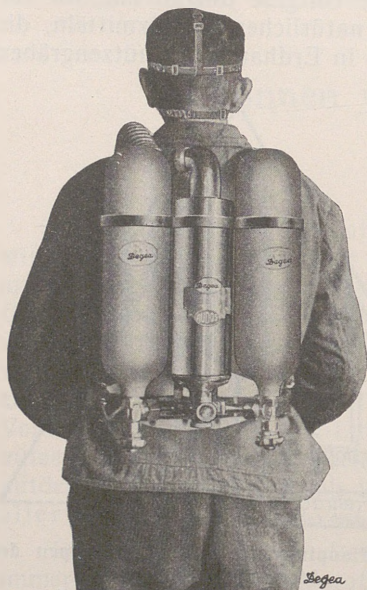


Abb. 9. Sauerstoffgerät ohne Regeneration. Degea-Audos OR. (Audos bedeutet „Automatische Dosierung“) Sauerstoffgerät, das ohne Alkalipatrone arbeitet, d. h. die bei der Atmung gebildete Kohlensäure wird direkt ins Freie geleitet. Die ausgeatmete Luft wird also nicht wie beim Kreislaufgerät (Abb. 10—12) wieder verwandt. Degea A.-G. (Auergesellschaft) Berlin

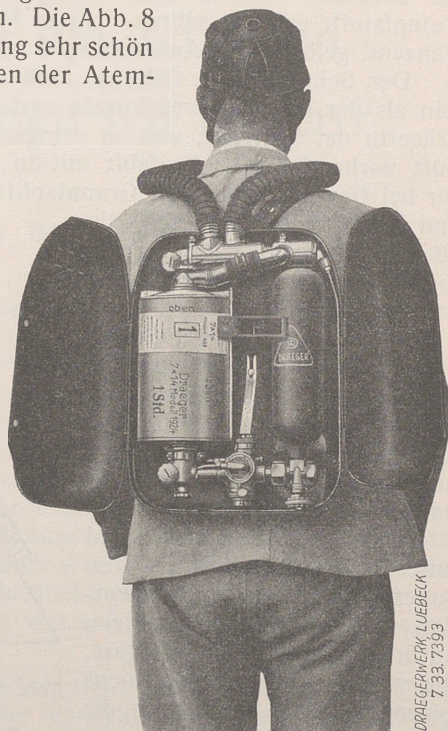


Abb. 10. Sauerstoffgerät (Kreislaufgerät). Draeger-Sauerstoff-Klein-Gasschutzgerät Modell 130 mit von außen gesteuerter Lungenautomatischer Sauerstoffdosierung. Die Tragschale ist geöffnet. Bei diesem Sauerstoffgerät wird die ausgeatmete Luft durch Alkali von der Kohlensäure befreit, so daß dann die gereinigte Luft wieder neu zur Einatmung verwendet werden kann (Kreisatmung, daher Kreislaufgerät genannt). (Drägerwerk, Lübeck)

¹ Wer sich eingehender orientieren will, lese z. B. das lebendig geschriebene Buch „Gasschutz“ von Oberbaurat Hans Rumpf, 2. Auflage (Verlag Mittler & Sohn, Berlin); ferner die periodisch erscheinenden Veröffentlichungen der großen Firmen der Gasschutzindustrie („Draeger-Hefte“, Mitteilungen des Draegerwerkes, Lübeck; „Die Gasmaske“, Degea A.-G. (Auergesellschaft), Berlin. Diese Firmen stellen sämtliche Typen von Gasschutzgeräten her.

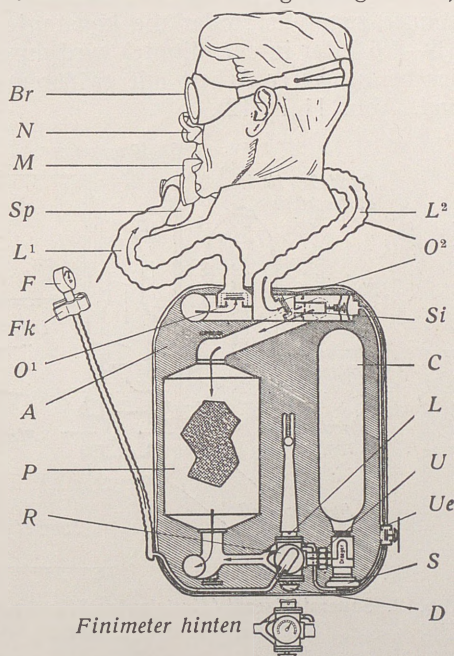
1. Sauerstoffschutzgeräte (vgl. Abb. 9–13).

Das Prinzip ist vollständiger Abschluß, also Isolierung von der Außenluft, d. h. der Träger ist vollkommen unabhängig von der ihn umgebenden Atmosphäre. Den Sauerstoff, der für die Atmung notwendig ist, führt der Träger entweder in Stahlflaschen komprimiert mit sich (Preßsauerstoffgerät, vgl. Abb. 9—12) oder der Sauerstoff wird während der Atmung aus Superoxyd entwickelt (deswegen auch chemisches Sauerstoffgerät genannt).

**Abb. 11. Ein Sauerstoffgerät
(Kreislaufgerät).**

Schematische Darstellung der Wirkungsweise des Dräger-Kleingasschutzgerätes Modell 130:

Die Ausatemluft strömt durch Ausatemschlauch L², Ausatemventil O² und durch das halbstarre Diagonalrohr zur Alkalipatrone P; sie wird dort von Kohlensäure befreit. Die gereinigte Luft tritt in den Atembeutel A und wird dort mit Sauerstoff wieder aufgefrischt. Der Sauerstoffstrom fließt in fest eingestellter Menge (1,5 l/min. im Gerät mit Doppeldosierung, 2 l/min im Gerät mit einfacher, konstanter Dosierung) zu. Die Einatemluft wird dem Atembeutel A durch das Einatemventil O¹ und den Einatemschlauch L¹ entnommen. Reicht bei erhöhter Arbeitsleistung die konstante Sauerstoffdosierung von 1,5 l/min für die Aufrechterhaltung der Atmung nicht mehr aus, so tritt das lungenautomatische Sauerstoffzusatzventil L für den Ausgleich des Sauerstoffmehrabbedarfs in Tätigkeit. Der Atembeutel A fällt im Einatemvorgang stark zusammen und zieht den Steuerhebel der lungenautomatischen Dosierung L tief nach sich. Durch diese Hebelbewegung wird die lungenautomatische Dosierung bewirkt.



Br Gasschutzbrille, *N* Nasenklammer,
M Atemmundstück, *Sp* Speichelfänger, *L*¹ Ein-
atemschlauch, *L*² Ausatemschlauch, *F* Vorrats-
messer (Finimeter), *P* Alkalipatrone, *Fk* Fini-
meterklammer, *A* Atemsack, *R* Druckreduzier-
ventil, *O*¹ Einatemventil, *O*² Ausatemventil,
Si Signallupee (Stickstoffwarnung), *C* Sauer-
stoffzylinder, *U* Anschlußmutter, *Ue* Ueber-
schußblüfungsventil, *S* Verschußventil,
D Druckventil für Sauerstoffzusatz,
L Lungenautomatische Dosierung

Die Idee, Atemluft mitzuführen, soll nach Flury und Zernik¹ auf Alexander von Humboldt (1799) zurückzuführen sein; das erste Kreislaufgerät wurde bereits 1853 von Schwann geschaffen.

Weil der Mensch von der Außenluft abgeschlossen ist, so würde er bald durch die Kohlensäure, die sich bei der Ausatmung in großen Mengen

¹ Flury, F. und Zernik, F., a. a. O. S. 601.

bildet, ersticken. Darum wird die Kohlensäure (Kohlendioxyd) entweder direkt ins Freie geleitet („Sauerstoffgeräte ohne Regeneration“ (OR), vgl. Abb. 9) oder die ausgeatmete Luft wird durch Alkali vom Kohlendioxyd befreit, so daß dann die gereinigte Luft wieder neu zur Einatmung verwendet werden kann (Kreisatmung, daher auch Kreislaufgeräte genannt, vgl. Abb. 10, 11, 12). Die Sauerstoffdosierung ist entweder konstant; in diesem Falle werden der Einatemluft etwa 2 Liter Sauerstoff in der Minute zugeführt; oder die konstante Sauerstoffzufuhr (in diesem Falle 1,5–1,6 Liter in der Minute) wird durch einen Lungenautomaten ergänzt, der bei schwerer Arbeit mit größerem Sauerstoffbedarf in Tätigkeit tritt (vgl. Abb. 11 u. 12).

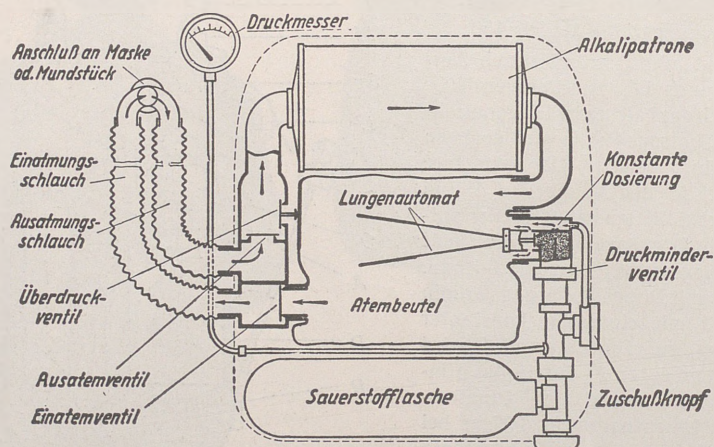


Abb. 12. Sauerstoffgerät (Kreislaufgerät). Sauerstoffgerät mit Regeneration im Schnitt. Degea-Audos MR 1 Modell 31 (Auergesellschaft, Berlin)

Bei den Sauerstoffgeräten, die hauptsächlich im Grubenrettungswesen Verwendung finden, haben wir in der Regel eine zweistündige Gebrauchsdauer; bei den kleineren Geräten für Feuerwehren usw. eine Gebrauchsdauer von einer Stunde.

Die Sauerstoffgeräte schützen natürlich gegen alle Einatemungsgase beliebiger Konzentration so lange, wie der Sauerstoff reicht. Die Nachteile sind das schwere Gewicht (daher auch schweres Atemschutzgerät genannt), dann die hohen Kosten und die Schwierigkeit der Anwendung. Wenn der Träger sein Sauerstoffgerät nicht sehr pfleglich behandelt und wenn er nicht sehr genau vertraut ist mit dem Mechanismus, dann kann ihn dieses Gerät in große Gefahren bringen. Die Sauerstoffgeräte sind als typische „Rettungsgeräte“ anzusehen, also Geräte, die meistens nur von ausgebildeten Sanitätsmannschaften, Feuerwehren, Grubenrettungskolonnen usw. bei Rettungsaktionen benutzt werden.

Die sogenannten Einstundengeräte werden sehr viel von der Feuer-

wehr benutzt bei starken Vergasungen und Verqualmungen. Die Sauerstoffgeräte wird man also überall da anwenden, wo man einen Sauerstoffmangel befürchten muß oder bei hohen Giftkonzentrationen (über 2—3 Vol.-%), wo zwar genügend Sauerstoff in der Luft wäre, aber zu befürchten ist, daß die gewöhnlichen Filterschutzgeräte bald erschöpft sein würden (vgl. Abb. 13).

Abb. 13. Die Anwendung von Sauerstoffgeräten. Eine Steckscheibe wird aus einer Gichtgasleitung gezogen. Gichtgas aus Hochöfen enthält bis 30% Kohlenoxyd, außerdem Kohlendioxyd, Stickstoff und Wasserstoff. Wegen der Gefahr des Ausströmens hoher Gaskonzentrationen beim Arbeiten direkt an der Leitung werden Sauerstoffgeräte benutzt. Denn durch diese hohen Giftkonzentrationen würden die gewöhnlichen Gasmasken (Filtergeräte) bald erschöpft sein, wodurch die Arbeiter in größte Lebensgefahr kämen.
(Drägerwerk, Lübeck)



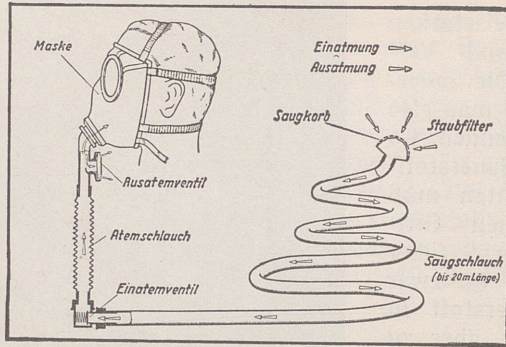


Abb. 14. Schematische Darstellung des Degea-Saugschlauchgerätes.
(Auergesellschaft, Berlin)

Abb. 15.
Schlauchgeräte.

Druck-
schlauchgerät
mit einem
Blasebalg, der
auf einer
Grundplatte
montiert ist.
Degea A.-G.
(Auergesell-
schaft) Berlin



2. Schlauchgeräte (vgl. Abb. 14–19).

Bei diesen Geräten wird dem Träger durch eine Schlauchleitung frische, unvergiftete atmosphärische Luft zugeführt (vgl. Abb. 14).

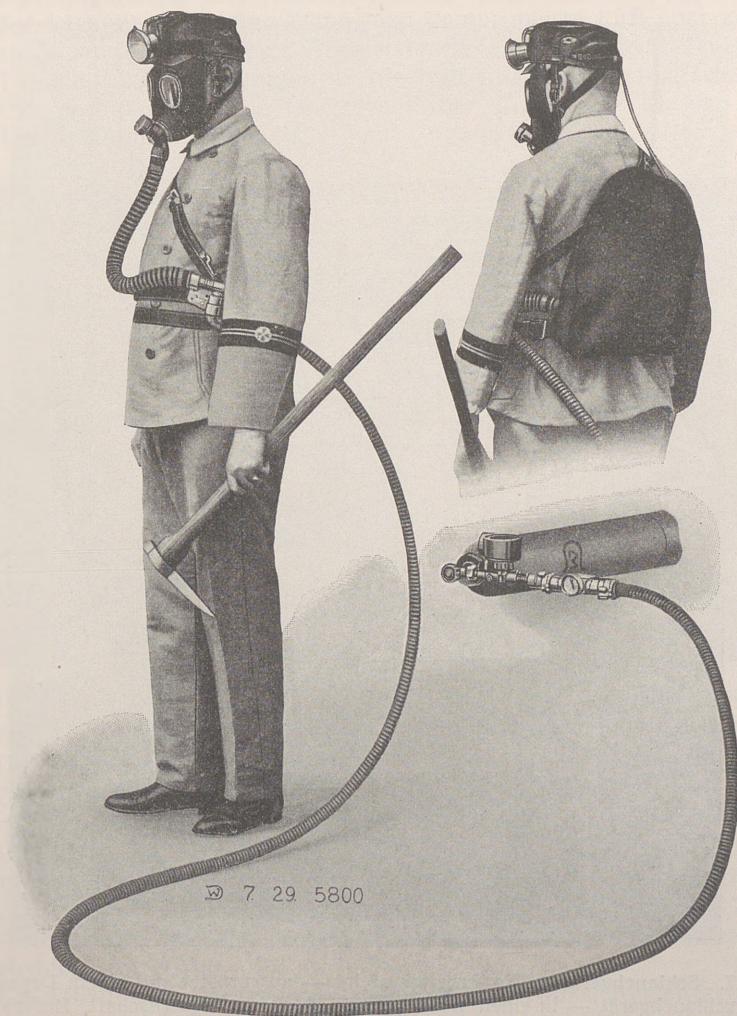


Abb. 16. Schlauchgeräte. Injektor-Schlauchgerät mit Rücken-Atemsack und Luftmengenmesser. (Drägerwerk, Lübeck)

Wir unterscheiden Saugschlauch- und Druckschlauchgeräte.

Beim Saugschlauchgerät saugt der Geräteträger durch einen 10–20 m langen Schlauch die frische Luft durch eigene Lungenkraft an. Am äußeren

Ende des Luftschlauches ist ein Saugkorb mit Staubfilter vorgeschaltet, durch das die angesaugte Luft streicht (vgl. Abb. 14). Wenn bei gewissen Arbeiten Luftschläuche benutzt werden müssen, die länger sind als 20 m,

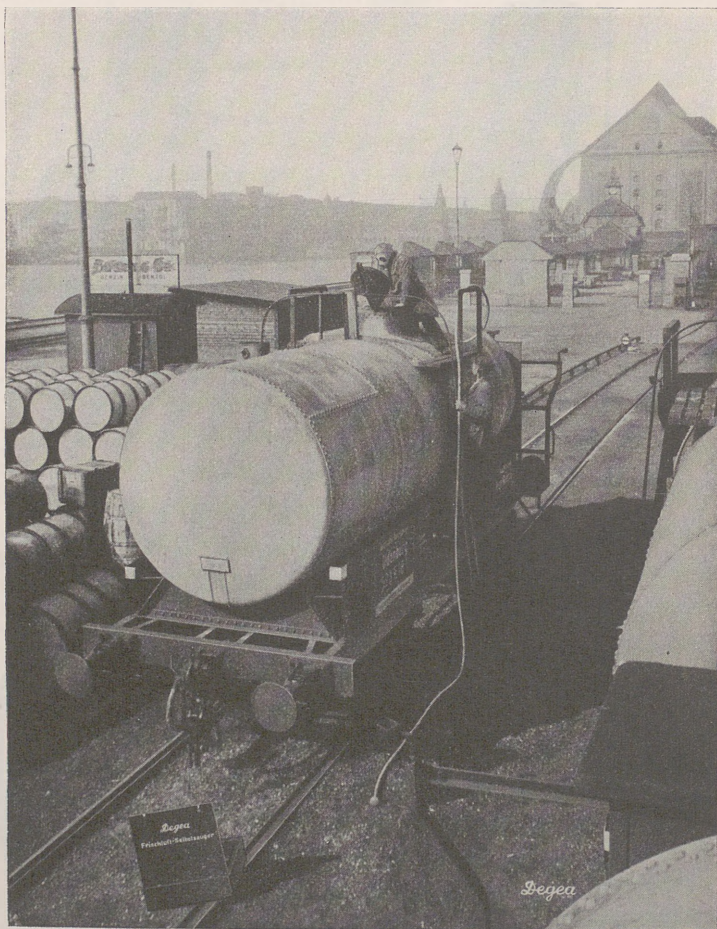


Abb. 17. **Schlauchgeräte.** Ein Arbeiter steigt — ausgerüstet mit einem Degea-Saugschlauchgerät — in einen Benzolkesselwagen. (Auergesellschaft, Berlin)

so würde das bei dem Geräteträger zu einem erheblichen Atemwiderstand führen. In diesem Falle muß die Atemluft den Atmungsorganen zugeführt werden.

So entstehen die Druckschlauchgeräte, die dem Geräteträger die atmosphärische Luft entweder durch Pumpen und Blasebälge (Pumpen-

Schlauchgeräte, vgl. Abb. 15) oder durch Injektoren (Injektor-Schlauchgeräte, vgl. Abb. 16) zuführen.

Bei dem Injektorschlauchgerät wird die atmosphärische Luft mittels Injektors angesaugt. Die Arbeitsweise des Injektorschlauchgerätes beruht auf folgendem Prinzip: Wenn man komprimierte Luft oder komprimierten Sauerstoff durch eine Düse strömen läßt, dann reißt der scharfe Strahl unter gewissen Bedingungen die Luft in seiner Nachbarschaft mit fort und erzeugt dort einen Unterdruck, der durch Luft, die von außen nachströmt, ausgeglichen wird.

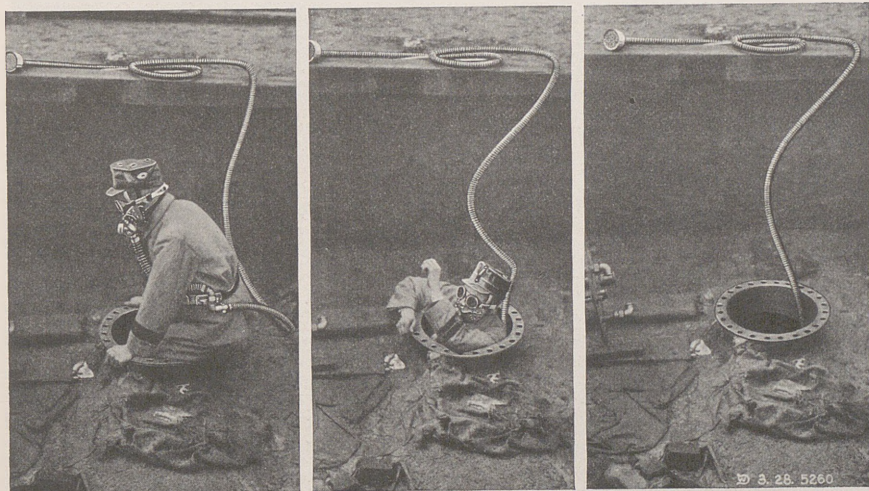


Abb. 18. **Schlauchgeräte.** Ein Arbeiter steigt — ausgerüstet mit einem Saugschlauchgerät — in einen Benzintank. (Drägerwerk, Lübeck)

Die Saugleistung des Injektors ist so groß, daß bei einer Schlauchlänge bis zu 200 m noch 75 Liter Luft in der Minute zum Träger geblasen werden. Darum kann man derartige Geräte auch mit Schlauchleitungen bis zu 200 m anwenden.

Die Schlauchgeräte benutzt man am häufigsten, wenn man in Kesselwagen, Tanks usw. einsteigt, die vorher mit leicht flüchtigen Stoffen wie Benzol, Benzin, Teeröl, Lösungsmitteln gefüllt waren (vgl. Abb. 17 u. 18) oder bei Arbeiten in Brunnenschächten und Gärkellern, auf schwelenden Bergehalden usw. (Abb. 19).

Bei Arbeiten in geschlossenen Behältern wie Tanks, Kesselwagen usw. müssen nach den Vorschriften der Berufsgenossenschaften die Arbeiter angesieilt werden.

Ein wesentlicher Nachteil der Schlauchgeräte ist — abgesehen von der Behinderung des Geräteträgers durch den nachzuziehenden Schlauch — ihr beschränkter Aktionsradius, da der Träger bei seiner Arbeit von der Länge des Luftzuführungsschlauches abhängig ist.

3. Filtergeräte (vgl. Abb. 20—33).

Das sind die eigentlichen Gasmasken. Sie heißen Filtergeräte, weil die durch Giftgas verunreinigte Luft, bevor sie in die Atmungsorgane kommt, ein Filter passieren muß, in dem die schädlichen Stoffe entweder physikalisch gebunden (adsorbiert) oder auch chemisch vernichtet (absorbiert) werden. Während bei den Sauerstoff- und Schlauchgeräten die Art und Konzentration der Giftgase gar keine oder nur eine unter-



Abb. 19. Schlauchgeräte. Die Arbeiter, die auf einer schwelenden Berghalde arbeiten, sind zu ihrem Schutz mit Injektor-Schlauchgeräten ausgerüstet. (Drägerwerk, Lübeck)

geordnete Rolle spielen — soweit nicht eine Hautresorption in Frage steht — ist das bei den Filtergeräten ganz anders.

Bei der Anwendung von Filtergeräten muß die Atemluft mindestens noch 14—15% Sauerstoff enthalten, außerdem darf die Konzentration des Giftgases in der Luft nach Möglichkeit nicht höher als 1—2 Vol.-% sein. Wenn diese Vorbedingungen nicht gegeben sind, dann dürfen Filtergeräte nicht angelegt werden. In diesem Falle kommen nur Sauerstoff- und Schlauchgeräte in Frage.

Aber die Gaskonzentrationen, die im Felde im allgemeinen erreicht werden können, entsprechen diesen Vorbedingungen.

Im großen Maßstabe ausgebaut und glänzend durchgeführt wurde die Konstruktion der Gasmaske im Kriege. Der Teil der Gasmaske, in dem die verunreinigte Luft aufgehalten oder vernichtet wird, heißt Atem-

filter, das man meistens als Filtereinsatz an die Gasmaske anschraubt; das übrige ist der Maskenkörper oder kurz auch Maske genannt. Sie kann eine Vollmaske, Halbmaske, Kopfhäube usw. sein.

Der Hohlraum zwischen Maske und Gesicht ist der sogenannte „Totraum“, der so klein wie möglich sein soll, weil ein großer Totraum von schädlichem Einfluß auf die Atmung ist. Die Sicht, die sich von dem natürlichen Gesichtsfeld möglichst wenig unterscheiden soll, wird durch „Augenfenster“ hergestellt.

Wenn das Filter groß und verhältnismäßig schwer ist, kann man es seines Gewichtes wegen nicht direkt an der Maske anbringen, sondern es muß in einer Tragtasche getragen werden; es kann dann nur mit Hilfe eines Zwischenschlauches benutzt werden. Meistens enthält es zugleich einen Schwebstoffschutz (Schutz gegen Rauch und Nebel; vgl. Abb. 21). Man nennt ein derartiges Atemfilter „Filterbüchse“.

Die Bindung und die Vernichtung der Giftgase im Atemfilter beruht auf dem Prinzip der physikalischen Adsorption in Verbindung mit der chemischen Vernichtung in der Art, daß aktive Kohle mit ihrem großen Adsorptionsvermögen mit Schichten porösen Materials (Bimsstein und Diatomit) kombiniert wird. Dieses poröse Material wird mit Lösungen verschiedener Chemikalien imprägniert, wodurch z. B. alle Arten saurer Gase, wie Salzsäure, schweflige Säure, nitrose Gase, Chlor, Phosgen usw. absorbiert, d. h. auf chemische Weise vernichtet werden. So wird z. B. Chlor vernichtet in einer Bimssteinschicht, die mit Natriumthiosulfat getränkt ist. Phosgen wird durch Hexamethylenetetramin (Urotropin) vernichtet. Der größte Teil des Phosgens bleibt aber schon in der feinporösen Holzkohle hängen, wird also rein physikalisch adsorbiert, während der Rest chemisch z. B. durch Urotropin vernichtet (chemisch absorbiert) wird.

Die sogenannte aktive Kohle ist Holzkohle, Torfkohle oder Fruchtkernkohle, die durch besondere Verfahren eine außerordentlich große Oberfläche besitzt (vgl. Abb. 28). Ihr Korn ist von feinsten Kapillaren durchsetzt. An dieser großen Oberfläche wird der Dampf festgehalten. Durch Adsorption werden besonders die Gase rein physikalisch als solche festgehalten, die leicht kondensierbar sind, die also einen nicht zu hohen

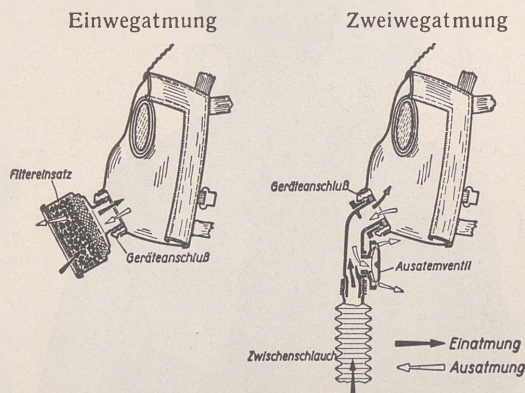


Abb. 20. Filtergeräte (schematisiert).
Wege der Atemluft
(Auergesellschaft Berlin)

Dampfdruck besitzen, wie z. B. alle organischen Dämpfe (Anilin, Benzol, Chlorpikrin, Bromaceton usw.).

Die Atmung bei den Filtergeräten ist entweder eine Einwegatmung (Pendelatmung), d. h. die eingeatmete wie auch die ausgeatmete Luft nehmen ihren Weg durch das Filter, oder eine Zweiwegatmung

(Ventilatmung), d. h. die eingeatmete Luft geht durch das Filter, die ausgeatmete Luft dagegen durch ein besonderes Ventil (vgl. Abb. 21).

Abb. 20 zeigt den Unterschied zwischen Einweg- und Zweiwegatmung (Pendel- und Ventilatmung).

In vielen chemischen Betrieben verwendet man Spezialfilter, die z. B. nur gegen Ammoniak, Blausäure, Schwefelwasserstoff usw. schützen. Diese Spezialfilter sind natürlich, da sie nur auf ein Gas eingestellt werden, von sehr langer Wirkungsdauer.

Große Schwierigkeiten bereitete im Kriege die Bindung der Blaukreuzkampfstoffe, da sie bei der Explosion der Geschosse in feinsten Staub (Schwebstoff) aufgelöst wurden. Es mußten deshalb auf die Filtereinsätze sogenannte „Schnappdeckel“ aus Watte, Zellstoff, Fließpapier gedrückt werden, wodurch aber der Atemwiderstand nicht unerheblich vermehrt wurde.

Dieser Schwebstoffschutz ist in der Nachkriegszeit bedeutend verbessert und vereinfacht worden. Denn die Schwebstoffe (Rauch und Nebel) spielen in der Industrie, bei der Feuerwehr, bei der Eisenbahn usw. eine bedeutende Rolle, und sie können uns in Zukunftskriegen durch Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen (Blaukreuz) noch viel zu schaffen machen.

Man hat außer Filterbüchsen, die die besten Schwebstofffilter darstellen (vgl. Abb. 21), einfache Filtereinsätze konstruiert, die auf dem



Abb. 21. Filtergeräte. Zweiweg-Atemmaske mit Ausatemventil und Filterbüchse (Schwebstofffilter), die in einer Tragtasche untergebracht ist. Die Filterbüchse ist durch einen Zwischenschlauch mit der Maske verbunden. (Drägerwerk, Lübeck)

Prinzip des sogenannten „Kammerfilters“ beruhen (Abb. 27). Diese Filtereinsätze bieten einen sicheren Atemschutz gegen jeden chemischen Kampfstoff mit Einschluß der Schwebstoffe (Blaukreuzkampfstoffe, Brandschwaden usw.) und gegen Industriegase (Abb. 22 u. 23).

Die Konstruktion dieser Filtereinsätze bedeutet für den Gasschutz im Rahmen des Luftschutzes einen ganz bedeutenden Fortschritt, da der Schutzzumfang unserer Gasmasken erheblich vergrößert wird und unsere einfachsten Volksschutzmasken mit derartigen Filtern versehen werden können.

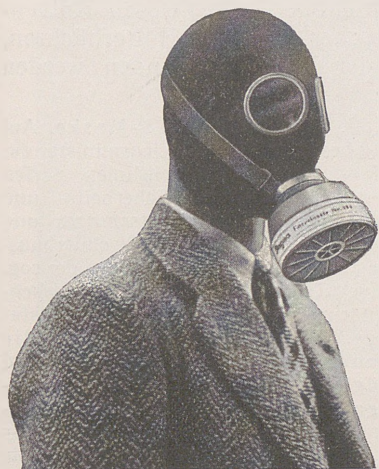


Abb. 22. Filtergeräte. Degea-Luftschutzhaube mit Filtereinsatz 88 B. Dieser Filtereinsatz ist wegen seines geringeren Schutzzumfanges nur für den „passiven“ Teil der Bevölkerung, der Schutzräume aufsucht, gedacht.
(Auergesellschaft, Berlin)



Abb. 23. Filtergeräte. Gummihaube mit Ausatemventil und Schwebstofffiltereinsatz für den passiven Zivilgasschutz.
(Drägerwerk, Lübeck)

Um in die verwirrende Fülle der verschiedenen Maskentypen und den dazugehörigen Atemfiltern eine gewisse Einheitlichkeit zu bringen — unter gleichzeitiger Garantie höchster Schutzleistung und der Möglichkeit des Austausches aller Geräteteile (Normung) bei jeder Herstellerfirma — ist für „den aktiven Teil“ der Bevölkerung, also für die Angehörigen des Sicherheits- und Hilfsdienstes, des Werkluftschutzes und der Selbstschutzkräfte (Luftschutzhauswarte und Hausfeuerwehren) auf Veranlassung des Reichsministers der Luftfahrt eine Gasmaske, die S-Maske, geschaffen worden, „die als ein Gerät bezeichnet werden kann, das auf Grund aller gegenwärtig vorhandenen Erfahrungen entwickelt worden ist und in dem gesteckten Rahmen nicht leicht übertroffen werden kann“¹

¹ Vgl. Mielenz, W.: Die S-Maske in „Gasschutz und Luftschutz“, Heft 4, S. 94 ff. Berlin 1934.

(vgl. Abb. 23). Diese S-Maske ist in Deutschland das Einheitsgerät des zivilen Luftschutzes geworden.

Die Verwendung der Gasmasken ist schon in Friedenszeiten außerordentlich mannigfaltig, wie uns Abb. 25 u. 26 zeigen mögen. Ohne Gasmasken könnten Industrie und Wissenschaft im Zeitalter der Chemie viele Arbeiten ohne Gefährdung von Menschenleben gar nicht durchführen.

Aber alle diese Filtereinsätze schützen gegen ein Gas nicht: gegen Kohlenoxyd. Und gerade Kohlenoxyd spielt in der Industrie und im täglichen Leben eine so außerordentlich wichtige Rolle. Gegen Kohlenoxyd schützen sicher die CO-Filtergeräte; es sind das Filterbüchsen, die durch einen Zwischenschlauch mit der Maske verbunden werden (vgl. Abb. 28, 29, 30, 31).



Abb. 24.

Abb. 24. Filtergeräte. Die S-Maske. Auf Grund bestimmter vom Reichsminister der Luftfahrt erlassener Richtlinien dürfen alle Angehörigen des Sicherheits- und Hilfsdienstes, des Werkluftschutzes und der Selbstschutzkräfte (Luftschutzhauswarte und Hausfeuerwehren), also der sog. „aktive“ Teil der Bevölkerung in Deutschland nur noch mit der S-Maske ausgerüstet werden. Die S-Maske verbürgt die erforderliche Schutzleistung und ermöglicht dem Besitzer einer derartigen Maske, bei jeder Herstellerfirma passende Ersatzteile jeder Art (Normung) zu erhalten. Die S-Maske besteht aus dem Maskenkörper mit Klarscheiben, dem S-Filter (Hochleistungsfiler) und der Tragbüchse. Die S-Maske hat sowohl Ein- wie Ausatemventil (also Zweiweg- oder Ventilatmung), die in einem einzigen Anschlußstück der Maske untergebracht sind. Die S-Maske wird in drei Größen geliefert (Größe II ist die Normalgröße, die fast allen männlichen Erwachsenen paßt; die Uebergroße, Größe I, ist bei extra großen, die Untergroße, Größe III, bei besonders kleinen Gesichtern, vornehmlich Frauen, erforderlich). Das S-Filter schützt gegen sämtliche

chemischen Kampfstoffe und fast gegen alle Industriegifte mit Ausnahme von Kohlenoxyd. (Daher darf die Maske nicht verwandt werden zum Schutz gegen kohlenoxydhaltige Gase wie Leuchtgas, Generatorgas, Wassergas, Gichtgas usw.) Wenn die S-Maske zum Sauerstoffschutzgerät gebraucht wird, dann müssen unbedingt die in der S-Maske angebrachten Ein- und Ausatemventile entfernt oder geschlossen werden, weil sonst der Sauerstoffvorrat in kurzer Zeit durch das Ausatemventil entweichen würde. Bei fachgemäßer Lagerung und Pflege (kühl, trocken, staubfrei aufbewahren!) hat die S-Maske eine Lagerfähigkeit von etwa 10 Jahren. Bestellungen auf die S-Maske sind ausschließlich an die „Vesma“, Verteilungsstelle für S-Masken, Berlin W 35, Potsdamer Straße 71, zu richten, die den Auftrag an eine der Herstellerfirmen weiterreicht

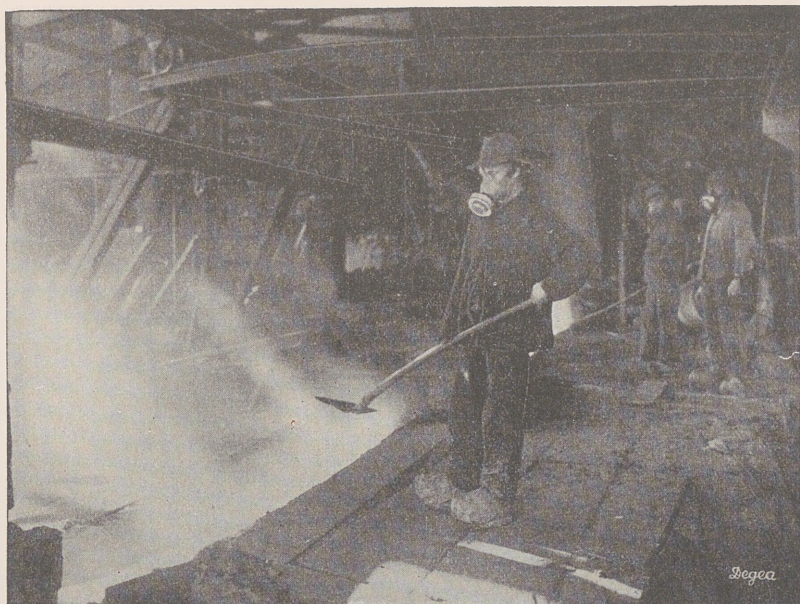


Abb. 25. **Filtergeräte.** Anwendung des Kolloidfilters. Kolloidfilter sind reine Schwebstofffilter z. B. gegen feinste Metallrauche. Degea A.-G. (Auergesellschaft) Berlin



Abb. 26. **Filtergeräte.** Bei vielen Arbeiten in chemischen Laboratorien müssen wegen der Gefahr des Ausströmens giftiger Gase und Dämpfe Gasmasken getragen werden. Degea A.-G. (Auergesellschaft) Berlin

Jetzt gibt es aber auch Atemfilter, mit denen wir uns gleichzeitig gegen alle Atemgifte mit Einschluß von Kohlenoxyd schützen können.

Das modernste höchstwertige Atemfilter, das es zur Zeit wohl gibt, ist z. B. das Degea-Universal-CO-Filter Nr. 86 (vgl. Abb. 27 u. 28).

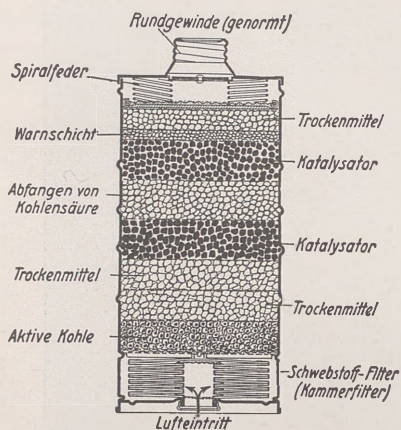


Abb. 27. Filtereinsätze.
Degea-Universal-CO-Filter Nr. 86
(Auergesellschaft, Berlin)



Abb. 28. Filtereinsätze.
Degea-Universal-CO-Filter Nr. 86.
Das Gerät in Querlage am Hüftkreuz.
(Auergesellschaft, Berlin)

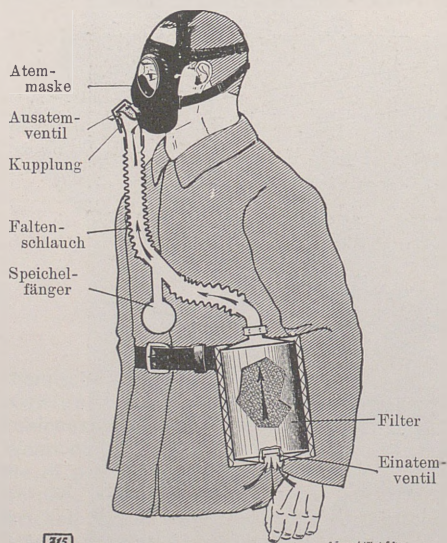


Abb. 29. Kohlenoxydgerät: Dräger-CO-Filtergerät, schematisiert.
(Drägerwerk, Lübeck)

Dieses Universal-CO-Filter ist eine Filterbüchse, die wegen ihres Gewichtes von 2,7 kg nicht unmittelbar an der Maske befestigt werden kann, sondern an der Seite oder auf dem Rücken getragen und durch einen Zwischenschlauch mit der Maske verbunden wird (vgl. Abb. 28 u. 29).

Die Erschöpfung d. h. das Ende der Gebrauchsdauer dieses CO-Filterers kündigt sich durch einen Geruch von Carbid an. Sobald dieser aufdringliche Geruch bemerkbar wird, muß die Büchse ausgewechselt werden. Dieser Verbrauchsanzeiger ist von sehr hohem Wert, da Kohlenoxyd durch unsere Sinnesorgane bekanntlich nicht wahrgenommen werden kann.

Die Vernichtung des Kohlenoxyds im CO-Filter beruht auf dem Prinzip, daß Kohlenoxyd mit Hilfe eines Katalysators in Kohlensäure (CO_2) verwandelt und daß dann diese Kohlensäure durch Natronkalk gebunden wird.

Die CO-Filter finden in der Industrie mannigfache Anwendung, wie uns die Abb. 30 u. 31 zeigen.

Alle Gasmasken müssen natürlich genau dem Gesicht des Trägers anliegen; darum müssen sie auf Dichtigkeit und Sitz vorher geprüft werden. Zu bemerken ist noch, daß der Wert, die Gebrauchsfähigkeit und die Lebensdauer einer Gasmasken — wie aller Gasschutzgeräte — sehr stark abhängen von ihrer pfleglichen Behandlung. (Aufbewahrung in absolut trockenem Zustande, frost- und hitzesicher; den Maskenkörper nicht an den Bändern aufhängen, weil die sich bildenden Falten

Undichtigkeiten beim Sitz der Maske hervorrufen können. Am besten: Aufbewahrung in einem Schrank; die Mundleitung wird dabei auf einen Holzpflöck gesteckt. Der Atemeinsatz kann in der Bereitschaftsbüchse bleiben.) Sehr wichtig ist auch die Reinigung und die Desinfektion der Gasschutzgeräte, da beim Gebrauch durch verschiedene Personen viele Infektionsmöglichkeiten bestehen. Als Desinfektionsmittel zum Abwaschen eignen sich am besten unsere gewöhnlichen Desinfektionsmittel wie Chinosollösung (1:1000), Chloraminlösungen, Lysoform, Wasserstoffsuperoxyd.

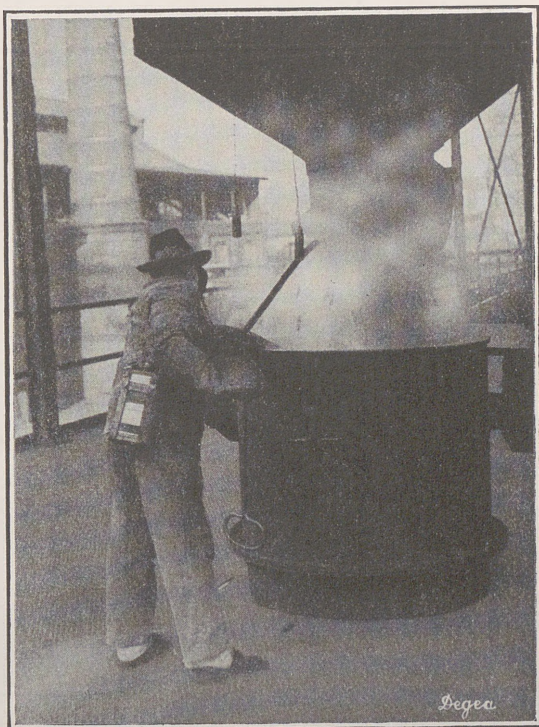


Abb. 30. **Kohlenoxydgeräte.** Ein Arbeiter — vollkommen geschützt durch ein Degea-CO-Gerät — arbeitet an einem Gasgenerator. (AuerGesellschaft, Berlin.) Generatorgas enthält ca. 30% Kohlenoxyd

Alle ätzenden und oxydierenden wie reduzierenden Mittel soll man nicht gebrauchen, da sie Maskenstoff, Atembeutel, Atemschlauch angreifen. Sublimat ist wegen seiner starken Giftwirkung nicht zu verwenden. Bei dieser Art der Desinfektion wird eine vollkommene Vernichtung aller Keime nicht erreicht, da diese Desinfektionsmittel nur keimhemmende Mittel sind. Aber im allgemeinen genügt eine Desinfektion z. B. in einer Chinosollösung 1:1000.

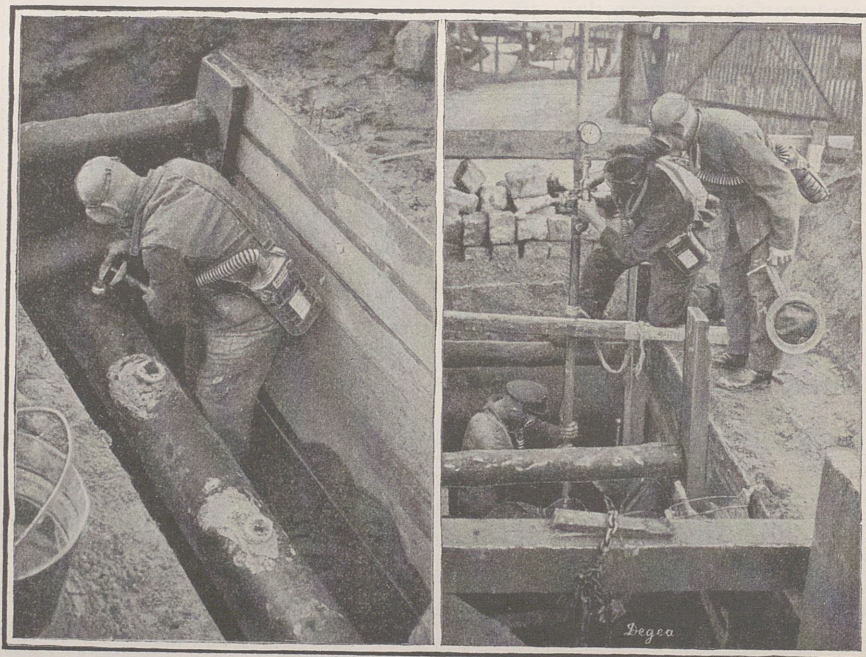


Abb. 31. Kohlenoxydgeräte. Das Degea-CO-Gerät im Berliner Rohrnetzbetrieb. (Auergesellschaft, Berlin.) Leuchtgas enthält 6—15% Kohlenoxyd

Wenn jedoch — wie bei ansteckenden Krankheiten, bei häufigem Wechsel von Gasmasken usw. — eine vollständige Entkeimung der Gasschutzgeräte erreicht werden soll, dann ist hierzu ein vorzügliches Mittel das Kaliumpermanganat-Paraformverfahren. Der bei diesem Verfahren entwickelte Formaldehydwasserdampf muß wenigstens 5 Stunden auf die Gasmasken einwirken. Die Gasmasken müssen vor Wiedergebrauch ausgelüftet werden. Das ganze Verfahren wird in einem gut abgedichteten und verschlossenen Entseuchungsraum durchgeführt, in dem die Gasmasken aufgehängt werden¹.

¹ Vgl. hierzu das VIII. Kapitel „Sanitäre Maßnahmen“ von Otto Muntsch, in Wirth-Muntsch, Die Gefahren der Luft und ihre Bekämpfung. S. 182. Georg Stilke, Berlin 1933.

Noch einfacher und schneller ist die Desinfektion in dem Draeger-schen Desinfektionsschrank¹ durch Formalin. (Formalin ist die wässrige Auflösung des Formaldehyds.) Dieses Formalin, das für jeden Schrank in fertigen, genau auf den Kubikinhalte des Schrankes abgestimmten Ampullen geliefert wird, wird durch eine Heizeinrichtung vergast und in diesem vergasten Zustande als Formaldehyd an die zu desinfizierenden

Gegenstände heran-gebracht. Ein Ventilator sorgt dafür, daß Formaldehyd in ständigem Kreislauf durch den Schrank und durch die Gas-masken hindurchge-trieben wird. Der den Gasschutzge-räten nach der Des-infektion anhaften-de Formalingeruch wird durch eine

Nachbehandlung mit Ammoniak be-seitigt. (Ammoniak setzt sich mit For-maldehyd zu dem unschädlichen Uro-tropin um.) Die Ver-gasung des Ammo-niaks geht genau so aus fertigen Am-pullen vor sich wie die Vergasung der

Formalinampullen. Die Gasschutzgeräte verlassen nach etwa 2 Stunden völlig keim- und geruchfrei den Desinfektionsschrank. Natürlich dürfen Atemfilter nicht auf diese Weise desinfiziert werden, weil die Filtermasse dabei chemisch zerstört würde.

Die meisten Gasmasken haben etwas Finsteres und Unheimliches, darum wirken sie besonders auf Kinder oft schreckenerregend. Ich habe bei den vielen Explosionen auf dem Gasplatz Breloh, wo die Zivilbevölke-rung sich durch die früheren Heeresgasmasken schützen mußte, immer

¹ Vgl. hierzu die Arbeiten von K. W. Hetzel und Karl Bender in den „Draeger-Heften“, Nr. 174 (September-Oktober), Lübeck 1934.



Abb. 32. Eine Mutter mit ihren drei Söhnen in Vollblick-gasmasken. (Dr. Stoltzenberg, Hamburg)

wieder erlebt, daß kleine Kinder laut aufschrien, wenn sie ihre Eltern in diesen Masken sahen, ja, daß sich die Kinder von ihrer Mutter abwandten und wegliefen¹. Denn von den Gesichtszügen war nichts zu erkennen. Alles war verhüllt, da der Maskenkörper undurchsichtig war und da die beiden Augenfenster der Maske finster und unheimlich wirkten. Dies trifft



Abb. 33. Dräger-Gasschutzanzug. Gegen die Einwirkung flüssiger, chemischer Substanzen, wie z. B. die Kampfstoffe der Gelbkreuzgruppe. (Drägerwerk, Lübeck)

Fechter. Derartige Gasanzüge sind von Wert für in Ruhe liegende Truppen, für bestimmte Gruppen der aktiven Bevölkerung, für die Zivilbevölkerung usw.

heute nicht mehr zu. Jedes Kind kennt Gasmasken. Unsere jetzigen Gasmasken wirken im ganzen schon freundlicher. Vielleicht haben sogenannte „Vollblickgasmasken“ (vgl. Abb. 32) als Zivilschutzmasken noch Zukunft. Hier sind alle Gesichtszüge deutlich zu erkennen, alles Finstere, Unheimliche ist verschwunden, und bei dem, der noch nie eine Gasmaske getragen hat, kommt das Gefühl des Gefangenseins nicht auf, und der, der verzagt, kann sich an dem Mienenspiel beherzter Menschen wieder aufrichten; denn er kann frei sehen, weil das Gesichtsfeld bei der Durchsichtigkeit des ganzen Maskenkörpers nicht eingeeengt ist. Der Maskenkörper besteht hierbei aus Cellon.

Nun gibt es aber noch chemische Substanzen, die den Menschen auch in flüssiger Form treffen können, wie z. B. die Kampfstoffe der Gelbkreuzgruppe (Dichlordiaethylsulfid und Lewisit). Dagegen schützen natürlich keine Gasmasken, sondern Gasanzüge (vgl. Abb. 33). Doch kann das Tragen gasdichter Anzüge besonders bei schwerer Arbeit wegen der Wärmestauung bald unerträglich werden. Einen feldmarschmäßig ausgerüsteten Soldaten vollkommen zu schützen, ohne seinen Kampfwert ganz erheblich herabzusetzen, ist kaum möglich. Der schwer gepanzerte Ritter des Mittelalters wäre ihm gegenüber ein wendiger, eleganter

¹ Büscher, Hermann: Zum Kampfgasproblem. Heerestechnik Nr. 3, März 1930, S. 65ff. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin.

Durch Fehler lernen wir.

Wir kennen jetzt die verschiedenen Arten der Gasschutzgeräte. Könnten wir sie im Notfalle auch richtig anwenden? Nein! Dazu gehört mehr als theoretisches Wissen, dazu gehören Übung, Erfahrung und eifriger Umgang mit den Geräten. Wenn es an der sorgsamsten theoretischen und praktischen Ausbildung in der richtigen Geräteanwendung fehlt, dann kommt es täglich immer wieder zu schweren Unfällen, die häufig vermieden werden könnten. Rumpf¹, ein sehr erfahrener Fachmann im Gasschutz, hat unter der Überschrift „Durch Fehler lernen wir“ derartige Unfälle zusammengestellt, die ich wörtlich bringe, nicht um — wie Rumpf schreibt — nachträglich billige Kritik zu üben oder um Schuldfragen aufzurollen, sondern um an diesen Fehlern zu lernen.

In einem Hüttenwerk erhalten drei Arbeiter den Auftrag, mit Sauerstoffgeräten einen Gasometer zu befahren. Sie gehen ohne Aufsicht und schlecht ausgebildet an die Arbeit und werden nach einiger Zeit auf dem Gasometer liegend tot aufgefunden. Sie hatten die Geräte fertig angelegt, die Gesichtsmasken aufgesetzt, aber vergessen, die Sauerstoffflasche zu öffnen. Sie waren infolge Sauerstoffmangels ungewarnt zusammengebrochen und infolge des Gesichtsabschlusses im Gerät erstickt.

Bei einer Vorführung vor rund 200 Personen wird ein neugeliefertes Sauerstoffgerät vorgeführt. Nach wenigen Schritten fällt der Geräteträger plötzlich ohnmächtig um. Auch hier war die Sauerstoffflasche nicht geöffnet worden.

Zwei Bergleute mauern in einem in Brand geratenen Stollen eine Abdämmungswand unter dem Schutz von Druckschlauchgeräten, bei denen eine Atembehinderung beim besten Willen nicht denkbar ist. Beide hängen an der gleichen Schlauchleitung und längere Zeit verlief alles in bester Ordnung. Plötzlich wird der eine Mann unruhig, beginnt gleich darauf planlos herumzutoben, reißt schließlich die Schlauchleitung durch und läuft direkt in die Gefahrenzone hinein, wo er dann bald leblos zusammengebrochen ist. Der zweite Mann, der die Ruhe nicht verlor, hielt das abgerissene Schlauchende zu und zog sich zurück, ohne den geringsten Schaden zu erleiden.

Im Schaltraum eines Elektrizitätswerkes ist ein Oelschalter explodiert und das ausgelaufene Öl unter stärkster Rauchentwicklung in Brand geraten. Das Feuer wird unter dem Schutz von Sauerstoffgeräten angegriffen. Nach längerer, anstrengender Tätigkeit fällt ein Geräteträger bewußtlos um, wird aber sofort von dem genügend starken Trupp hinausgebracht, wo sich zeigt, daß die Gesichtsmaske nicht rauchdicht abschließt.

Ein allein bei sehr starker Kälte bei einem Brande unter Druckschlauchgerät eingesetzter Mann erleidet eine schwere Rauchvergiftung, weil das Ausatemventil infolge Eisbildung nicht mehr schloß.

Eine freiwillige Feuerwehr wird zu einem Brande gerufen, bei dem sie ohne Rauchschutz nichts ausrichten kann. Der Führer erinnert sich, daß im Gerätehaus ein vor drei Viertel Jahren angekommenes, unausgepacktes Paket mit Filtergeräten liegt und schickt danach. Glücklicherweise wird es nicht gefunden.

In einem gleichen Falle werden die vor einigen Tagen eingetroffenen Filtergeräte erstmalig sogleich auf Brandstelle verwendet mit dem Ergebnis, daß ein Mann nach dem andern umfällt. Man hatte vergessen, das Ölpapier vor den Filtern zu entfernen.

Eine Stelle beschwert sich, daß in den gelieferten Filtergeräten ein Atmen nicht mehr möglich sei; auch hier war das Ölpapier nicht entfernt worden.

¹ Rumpf, Hans, Oberbaurat: „Gasschutz“, 2. Aufl., S. 68ff. Mittler & Sohn, Berlin 1932. Dieses Buch empfehle ich allen, die sich eingehend mit dem Gasschutz beschäftigen wollen, aufs wärmste.

In einer kleinen Stadt soll der Kessel einer unterirdischen Benzintankanlage gereinigt werden, und zwar handelte es sich um eine mit Kohlensäure betriebene sog. Schutzgasanlage. Der Besitzer einer Gasmaske erbot sich freiwillig, den Tank zu befahren und wird im letzten Augenblick von einem vorüberkommenden verständigen Manne davon zurückgehalten und gerettet. Die Untersuchung des Gasgemisches ergab 80 % Kohlensäure und fast 20 % Benzingase, also ein absolut und soforttötendes Gemisch.

Ein Arbeiter soll einen Kanalschacht reinigen; er steigt ungeschützt ein und fällt bald bewußtlos um. Ein zweiter, der ihn bergen will, legt sich daneben. Die nun alarmierte Feuerwehr schickt einen Mann mit Filtergerät in den Schacht, der sogleich nach dem Einsteigen ebenfalls zusammenbricht. Erst jetzt werden Sauerstoffgeräte eingesetzt und die Verunglückten, von denen die beiden ersten bereits erstickt waren, geborgen.

Im Reglerschacht einer Gasanstalt sind Instandsetzungsarbeiten auszuführen, die vorhandenen Sauerstoffgeräte erweisen sich als nicht in Ordnung. Man wendet sich daher an die Ortsfeuerwehr und verlangt ohne Angabe des Verwendungszweckes Filtergeräte; Meister und Monteur steigen mit den erhaltenen Masken mit F-Filtern in den leuchtgasgefüllten Schacht und geben nach wenigen Minuten kein Lebenszeichen mehr von sich (Leuchtgas enthält etwa 12 % Kohlenoxyd). Die zur Hilfe gerufene Feuerwehr kann nicht sofort Hilfe leisten, da auch ihre Sauerstoffgeräte nicht in Ordnung sind. Schließlich ist ein von anderer Stelle herbeigeholtes Druckschlauchgerät verwendungsbereit, aber die Hilfe kommt natürlich zu spät.

Es brennt im Keller einer Drogerie. Die Feuerwehr schickt einige Leute mit F-Filtern hinein, die aber verständigerweise bald umkehren, als die aus den brennenden Drogen sich entwickelnden Giftgase die Filter zu durchschlagen beginnen. Erst dann werden Druckschlauchgeräte eingesetzt.

Ein Wasserwerk läßt Schweißarbeiten in einer großdimensionierten Rohrleitung ausführen, wobei zwei Arbeiter ohnmächtig werden. Die zu Hilfe gerufene Feuerwehr befährt die Leitung mit Filtergeräten mit dem Ergebnis, daß die Leute des Vorgehtrupps zusammenbrechen; sie werden dann zusammen mit den verunglückten Arbeitern mittels Sauerstoffgeräten geborgen.

In einem dicht abgeschlossenen, nicht lüftbaren Lagerkeller brennen Waren verschiedener Art, darunter auch Zelluloid. Zwei mit Filtergeräten nacheinander vorgehende Leute werden in dem stark kohlenoxydhaltigen Rauch bewußtlos und können erst als Leichen geborgen werden.

Diese Beispiele aus dem täglichen Leben sollten uns zu denken geben. Sie sagen uns mehr als seitenlange Darlegungen es vermöchten. Das beste Atemschutzgerät nützt nichts, wenn es falsch angewandt wird. Es kommt vor allem auch auf den Einsatz der richtigen Geräte an, wenn wir uns vor Schaden bewahren wollen. Dafür gibt Rumpf¹⁾ folgende Regeln:

1. Die prinzipiellen Nachteile der Filtergeräte, nämlich die Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt der Atemluft und die fehlende Schutzwirkung gegen Kohlenoxyd (sofern es sich nicht um ein CO-Filter handelt), müssen allen Führern bekannt sein. Aus Gründen der Sicherheit ist stets sofort für Belüftung zu sorgen.
2. Der Führer hat vor Eindringen in gas- oder rauchverseuchte Oertlichkeiten nach Möglichkeit die Art des Gases oder der brennenden Stoffe festzustellen.
3. Nicht einzusetzen sind Filtergeräte bei Kellerbränden aller Art, in geschlossenen oder schlecht belüftbaren Räumen, in denen Kohlen, Chemikalien oder Zelluloid brennen, in ober- oder unterirdischen Tanks, in Gruben, Schächten, Brunnen, Kanälen, Kloaken usw., die Stickgase enthalten können, bei Leuchtgasausströmungen oder sonstiger offensichtlicher Kohlenoxydgefahr.

¹ a. a. O. S. 66.

4. In Zweifelsfällen sind Geräte des schweren Gasschutzes einzusetzen.
5. Nur ausgebildete Leute dürfen unter Gerät vorgehen.
6. Der kleinste Vorgehtrupp besteht aus 1 Führer und 2 Mann. Der Führer ist für den Zusammenhalt des Trupps verantwortlich.
7. In schwierigen Fällen (bei hoher Gaskonzentration, bei starker Verqualmung und Hitze) ist der Spitzentrupp häufig abzulösen.
8. Zur Bezeichnung des Rückzugweges kann eine Fährleine mitgenommen werden.

Sammelschutz

Wenn schon die Gasmaske nur für den von Wert ist, der die Gasmaske kennt und mit ihr umzugehen weiß, so ist ein Sammelschutz nur durchzuführen, wenn eine Bevölkerung mit den elementarsten Kenntnissen über die Eigenart von Giftgasen vertraut ist.

Jeder sollte wissen, daß die Gase in Richtung des Windes gehen und daß sich daher jeder am ehesten retten kann, wenn er in entgegengesetzter Windrichtung oder quer zur Windrichtung läuft. Weiter sollte jeder wissen, daß beim Laufen ein Mensch viel mehr Luft einatmet als in Ruhe und daß er deshalb durch Unruhe, durch Hin-und-her-Rennen usw. viel mehr von einer vergifteten Luft einatmet, als wenn er ruhig und besonnen bleibt.

Schon in der Schule, in Turn- und Sportvereinen usw. sollten fleißig Atemübungen betrieben werden, damit jeder frühzeitig lernt, in gefährvollen Situationen den Atem längere Zeit anzuhalten. Denn bei richtiger Atemtechnik, d. h. bei längerem Anhalten des Atems, kann man im äußersten Notfalle auch ohne Maske in vergasteten Räumen schnell ein Fenster einschlagen, Türen öffnen, Gasquellen (offene Hähne usw.) schließen.

Im allgemeinen soll man sich aber merken, daß das Betreten gasgefüllter Räume ohne Gasschutzgerät immer eine Lebensgefahr bedeutet, und darum sollte es nicht mehr vorkommen, daß bei Gaskatastrophen auch noch die Retter reihenweise zugrunde gehen.

Da manche Gase unsere Augen gefährden, wie Ammoniak, Säuren, Kampfgase, empfiehlt es sich, wenn kein Gasschutz zur Hand ist, ein Auge zu schließen, um wenigstens ein Auge vor Schaden zu bewahren.

Es muß unter Umständen damit gerechnet werden, daß viele gefährliche Giftgase ganz oder fast geruchlos sind, daß die Luft also stark vergiftet sein kann, ohne daß wir etwas merken. Kurz: es muß jeder mit der Eigenart der bekanntesten Giftgase vertraut sein, wenn er ein wertvoller Mitkämpfer im Gasschutz für sich und andere sein will.

In den meisten Kellern, Unterführungen, Untergrundbahnen, Tunnels usw. läßt sich manche verhältnismäßig billige Einrichtung zum Massenschutz treffen; nur soll man nach Möglichkeit vermeiden, große Menschenmassen an einem Orte zusammenzuballen, weil zu den übrigen Gefahren noch die Gefahr der Panikstimmung kommt. Die Voraussetzung, die wir an einen Sammelschutzraum zu stellen haben, ist, daß er gut abgedichtet,

d. h. daß er gas- und splittersicher ist. Außerdem muß er eine Gas-schleuse und eine Lüfterneuerungsanlage enthalten (Ventilator oder Gebläse mit Antrieb und Filter).

Unsere ganzen Massenschutzmaßnahmen müssen immer an das anknüpfen, was da ist, und das sind in erster Linie unsere Wohnhäuser. Die Keller unserer Wohnhäuser sind die Stellen, auf die sich der Sammel-schutz aufbauen muß. Es sollte in jedem Haus ein Kellerraum so ausgebaut werden, daß er splitter-, und gassicher ist. Vollkommen bomben-sichere Unterstände oder Kellerräume kommen zu teuer für gewöhnliche Wohnhäuser und sind deswegen nur für ganz wichtige Zentralen anzulegen.

Wir müssen von der Ueberlegung ausgehen, daß jede geworfene Bombe noch längst kein Volltreffer ist. In Mietshäusern sind natürlich mehrere Kellerräume bereitzustellen, vor allem, um nicht zu viele Bewohner an einer Stelle zu konzentrieren. Sollte dann ein Keller durch Volltreffer vernichtet werden, so sind vielleicht doch noch am andern Ende des Hauses die Bewohner zu retten, ähnlich wie es bei dem Schottensystem eines Schiffes ist.

Da Wasser in den Städten meistens überall reichlich vorhanden ist, kann es zur Bekämpfung der meisten Kampfstoffe sehr gute Dienste leisten. Da viele Kampfstoffe, vor allem Gelbkreuz, gegen Wasser sehr empfindlich sind, spielt die Verwendung von reichlich Wasser bei der Entgiftung eine große Rolle.

Die Straßen sind durch Chlorkalkprodukte mit Hilfe mechanischer Streumethoden (z. B. durch Düngerstreuer) und die Häuserfronten ebenfalls durch Bestäuben mit streufähigen Chlorkalkprodukten (z. B. mit Hilfe von fahrbaren Trockenfeuerlöschern) zu entgiften, wobei die Entgifter natürlich schützende Spezialkleidungen zu tragen haben (vgl. Abb.33). Erst dann darf der Verkehr wieder freigegeben werden.

Bestorganisierter Sicherheits- und Hilfsdienst, strengste Straßen- und Gasdisziplin und vor allem Aufklärung tun ein übriges. Nur wer — um es zu wiederholen — die Eigenart der Wirkung der Giftgase kennt, weiß die Schutz- und Hilfsmittel richtig anzuwenden; genau wie der Soldat, als er die Flugbahn der Geschosse kennengelernt hatte, sich durch geschickte Ausnutzung des Geländes zu schützen wußte.

Wenn wir diese Maßnahmen, die ich hier nur kurz andeuten kann, durchführen würden, dann würden wir schon alle eine gute Strecke Weges weiterkommen. Unsere Städte können wir nicht unterminieren, unsere Stadtpläne können wir nicht umstülpen. Wir müssen das, was da ist, auszubauen versuchen und vor allen Dingen die Geister ausbauen durch Aufklärung.

Der Krieg hat von jeher die Städtebilder geformt. Der Gas-krieg wird die Menschen zwingen, ihre Siedlungen anders anzulegen.

Wie können wir helfen?

Trotz aller Schutzmaßnahmen müssen wir immer damit rechnen, daß wir bei größeren Unglücksfällen eine große Zahl von Vergifteten haben. Das sehen wir schon bei den Bergwerkskatastrophen, obwohl wir doch gerade hier einen hochentwickelten Grubenrettungsdienst haben. Das sehen wir Aerzte außerdem täglich bei Grippe-, Typhusepidemien usw. Trotzdem wir bei derartigen Epidemien immer wieder versuchen, sie einzudämmen, breiten sie sich oft außerordentlich stark aus. Genau so ist es bei allen großen Gaskatastrophen in Kriegs- und Friedenszeiten. Darum genügt es nicht allein zu wissen, wie man sich schützen kann, sondern wir müssen auch wissen, wie wir den Gasvergifteten helfen können; zum mindesten müssen das alle die wissen, die zur Hilfe und Heilung berufen sind.

Die Zahl der Giftgase ist außerordentlich groß. Wer sich noch nie mit dem Giftgasproblem beschäftigt hat, könnte allein schon an der erdrückenden Fülle der Zahl verzweifeln, und doch sind Hilfe und Heilung nicht so schwierig, wie es auf den ersten Blick scheinen könnte. Man muß nur davon ausgehen, daß die verschiedensten chemischen Verbindungen oft gleichartige Krankheitserscheinungen beim Menschen hervorrufen.

Um überhaupt eine Uebersicht zu bekommen, ist es das Einfachste, wenn man die ganzen Giftgase nach ihrer pharmakologischen Wirkung in drei große Gruppen einteilt¹. Diese Gruppen sind, wie bereits erwähnt,

1. Erstickende Gase mit betäubender Wirkung;
2. Reiz- und Aetzgase;
3. Alle übrigen Gase.

In die große Gruppe der erstickenden Gase mit betäubender Wirkung reihen wir Gase mit verschiedenen Angriffspunkten ein. Aus praktischen Gründen ist dies aber zu empfehlen, weil die Hilfeleistung bei allen diesen Gasen ziemlich die gleiche ist.

Wir haben zu unterscheiden zwischen den eigentlichen erstickenden Gasen und den narkotischen Gasen.

Bei den erstickenden Gasen unterscheiden wir:

a) Die chemisch indifferenten Stickgase wie z. B. den Stickstoff, den Wasserstoff, das Methan. Diese Gase sind eigentlich keine Giftgase, denn wir können von ihnen erhebliche Mengen einatmen, ohne Schaden zu nehmen (etwa ein Drittel der Atemluft kann von ihnen erfüllt sein). Sie wirken erst in sehr hohen Konzentrationen schädlich, d. h., wenn sie einen beträchtlichen Teil der Atemluft verdrängt haben. Sehr rasch tödlich wirken sie, wenn etwa drei Viertel der Atemluft durch diese Gase verdrängt sind. Diese Gase führen dadurch zur Erstickung, daß sie die Zufuhr der Luft zur Lunge und zum Blut verhindern. Sie wirken also durch Absperrung des Sauerstoffes der Luft erstickend.

b) Die chemisch aktiven Stickgase vom Typus des Kohlenoxyds und der Blausäure. Sie wirken in der Weise auf Blut und Gewebe ein, daß der Sauerstoff der Atemluft nicht mehr ausgenutzt werden kann. Es kommt dadurch zur Erstickung, trotzdem genügend Sauerstoff bei der Atmung zugeführt wird.

Die narkotischen Gase bewirken im allgemeinen Lähmung des Zentralnervensystems in bestimmter Reihenfolge, und zwar werden das Bewußtsein, die Schmerz-

¹ Vgl. Flury, F. und Zernik, F. a. a. O. S. 565.

empfindung, die willkürliche Bewegung früher ausgeschaltet als die lebenswichtigen Funktionen des Kreislaufes und der Atmung. Ihre Einatmung führt zum Tode, sobald die Funktionsfähigkeit des Atemzentrums ausgeschaltet wird. Je leichter löslich diese Gase im Blut sind, desto rascher werden sie resorbiert und desto langsamer wieder ausgeschieden. Umgekehrt erfolgt die Ausscheidung der schwer löslichen Narkotika verhältnismäßig rasch. Ihre örtliche Reizwirkung ist gering.

Zu diesen narkotischen Gasen rechnen wir unsere Inhalationsnarkotika wie Chloroform, Aether usw., alle flüchtigen Kohlenwasserstoffe, vor allem das Benzin; ferner die Dämpfe der niederen Alkohole, Ester, Aldehyde und Ketone; weiter die aromatischen Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe, die aber außerdem noch das Blut und die Organe der Blutbildung schädigen. Auch die Kohlensäure (Kohlendioxyd) wirkt in hohen Konzentrationen (8—10 %) narkotisch (häufige Unglücksfälle in Bergwerken und Gärkellern). Zu den narkotischen Gasen gehört auch der Schwefelkohlenstoff mit einer besonders eigenartigen Wirkung auf das Zentralnervensystem.

Da sich die Behandlung der Vergiftungen durch narkotische Gase im allgemeinen deckt mit der Behandlung der Vergiftungen durch erstickende Gase (chemisch indifferente und chemisch aktive), so fassen wir alle diese Gase zusammen zu der Gruppe „Erstickende Gase mit betäubender Wirkung“.

1. Erstickende Gase mit betäubender Wirkung

Hierzu rechnen wir also: Kohlenoxyd und die überaus zahlreichen kohlenoxydhaltigen Gasgemische wie Leuchtgas, den Kohlendunst, die Abgase der Explosionsmotore, die technischen Brenn- und Triebgase; ferner die Rauch- und Brandgase, die Halden- und Schlackengase, Kalkofengase; weiter die Blausäure und verwandte flüchtige Cyanverbindungen (Zyklon u. dgl.); Schwefelkohlenstoff und Schwefelwasserstoff und Gasgemische, in denen reichlich Schwefelwasserstoff enthalten ist, wie Kanal-, Kloaken-, Jauche-, Abortgase; ferner die flüchtigen Narkotika (Aether, Chloroform, Chloraethyl, Stickoxydul [Lachgas] usw.); dann die Gärungsgase (Kohlensäure); und weiter die Kohlenwasserstoffe und die Dämpfe der meisten technischen Lösungsmittel, wie Benzin, Benzol, Toluol, Xylol, Tetrachlorkohlenstoff usw.

Wie helfen wir bei Vergiftungen durch erstickende Gase mit betäubender Wirkung?

a) Wie helfen die Rettungs- und Sanitätsmannschaften?

Das Wichtigste ist: jeden Kranken sofort aus dem Gefahrenbereich in frische, reine Luft — wenn möglich in einen warmen, aber gut durchlüfteten Raum — bringen!

Selbst nie in raucherfüllte, gasvergiftete Zimmer, Räume, Schächte, Gräben ohne Gasschutzgerät eindringen; höchstens unter Anhaltung des Atems schnell ein Fenster einschlagen, Türen öffnen usw. Immer zu zweien arbeiten: der eine dringt angeseilt in den Raum ein, der andere bleibt draußen und hält das Seilende, um im Notfalle seinen Kameraden bergen zu können.

Beim Kranken alles beseitigen, was der Atmung hinderlich sein könnte; gasvergiftetes Zeug entfernen, aber den Kranken nicht nackt oder schlecht bekleidet liegen lassen (Gefahr der Lungenentzündung); der Kranke muß warm in wollene Decken eingehüllt und dann ruhig gelagert werden.

Da die meisten Kranken bewußtlos sind und da die Atmung stockend und unregelmäßig ist, wenn sie nicht sogar ganz stillsteht, muß schnellstens mit der Wiederbelebung begonnen werden. Das beste Wiederbelebungsgerät ist die menschliche Hand (künstliche Beatmung) in Verbindung mit einem Sauerstoff-Inhalationsgerät (Abb. 34), evtl. mit Zusatz von 5–7 % Kohlensäure.

Die Kohlensäure ist eine der stärksten Peitschen für die Atmung; zugleich hilft sie dem Körper, die flüchtigen Gifte auszuschcheiden. Die Verbindung von Sauerstoff mit Kohlensäure für die Wiederbelebung gilt als ein bedeutender Fortschritt, dessen Wert allerdings in neuerer Zeit schon wieder in Zweifel gezogen wird. Unbedingt schädlich ist die Kohlensäurezufuhr, wenn ein Lungenödem entstanden ist, wie es bei Reiz- und

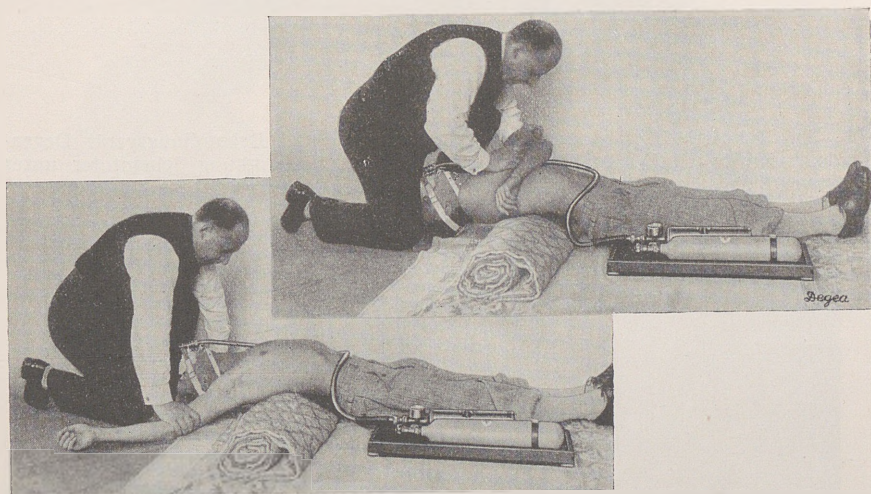


Abb. 34. Inhalationsgeräte. Wiederbelebung nach Silvester mit gleichzeitiger Sauerstoffzufuhr ohne Druck durch ein Sauerstoff-Inhalationsgerät J 1. Degea A.-G. (Auergesellschaft) Berlin

Aetzgasvergiftungen, z. B. Kampfgasvergiftungen, entsteht, weil hier das Blut bereits mit Kohlensäure überladen ist. Die modernen Sauerstoffkoffer sind meistens für Sauerstoff- und Kohlensäurezufuhr eingerichtet. Entweder enthalten die Geräte in Stahlflaschen ein atemfertiges Gemisch von 95 % Sauerstoff und 5 % Kohlensäure, das die Bezeichnung „Carbogen“ führt (Carbogenkoffer), oder noch häufiger sind die Sauerstoff-Inhalationsgeräte mit einer kleinen Kohlensäurezusatzflasche ausgestattet.

Bei jeder künstlichen Beatmung soll konzentrierter Sauerstoff gegeben werden. Die Sauerstoff-Inhalationsgeräte arbeiten entweder mit gleichmäßig fließender, also konstanter, oder lungengesteuerter Sauerstoffabgabe, d. h. sie führen dem Kranken bei jedem Atemzug — sowohl bei dem natürlichen wie dem künstlichen — soviel Sauerstoff zu wie er benötigt (lungenautomatisches Prinzip). Die Bedienung ist außerordentlich einfach. Sie arbeiten bei vorhandener oder künstlicher Atmung gleich ausgezeichnet (Abb. 34, 35). In Sanitätsschutzräumen usw., in denen viel Gaskranke untergebracht werden, verwendet man am besten fahrbare oder auch ortsfeste Geräte mit mehreren Atemstellen (vgl. Abb. 36).

Die künstliche Beatmung hat den Zweck, die natürlichen Atembewegungen zu ersetzen und den Kreislauf zu fördern. Sie wirkt zugleich mechanisch auf Herz und Blutgefäße. Es gibt mehrere Methoden der

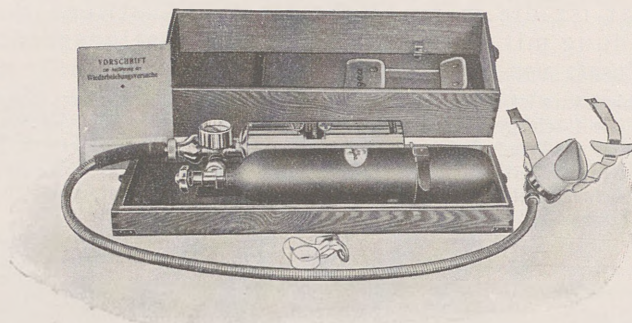


Abb. 35. **Inhalationsgeräte.** Sauerstoff-Inhalations- und Behandlungsgerät Degea-„Audos“ zur Inhalation bei Erkrankungen und zur Behandlung Scheintoter unter Anwendung künstlicher Beatmung. Audos bedeutet **automatische Dosierung**



Abb. 36. **Inhalationsgeräte.** Sauerstoff-Inhalatorium in einem Sanitäts-Schutzraum. Im Hintergrund Dräger-Raumlüfter. (Drägerwerk, Lübeck)

künstlichen Beatmung. Eine Methode sollte jeder gründlich, gewissenhaft, ja spielend beherrschen. Die wirksamste Methode ist die beim deutschen Heere eingeführte „Arm“-Methode, die im wesentlichen der Silvester-

Methode entspricht (vgl. Abb. 34). Sie kann von zwei Helfern, zur Not auch von einem ausgeführt werden.

Das Prinzip der künstlichen Beatmung beruht auf der Schaffung eines luftarmen Raumes in der Brusthöhle, in den die Außenluft einströmt. Dieser luftarme Raum wird bei der „Arm“-Methode (Silvester) durch Zusammenpressen des Brustkorbes hergestellt (Ausatmung vgl. Abb. 34 oben). Das Pressen der Arme auf den Brustkorb wechselt ab mit Streckbewegungen der Arme, wodurch der Brustkorb gedehnt und erweitert wird (Einatmung vgl. Abb. 34 unten). Man faßt also vom Kopfende her beide Arme in der

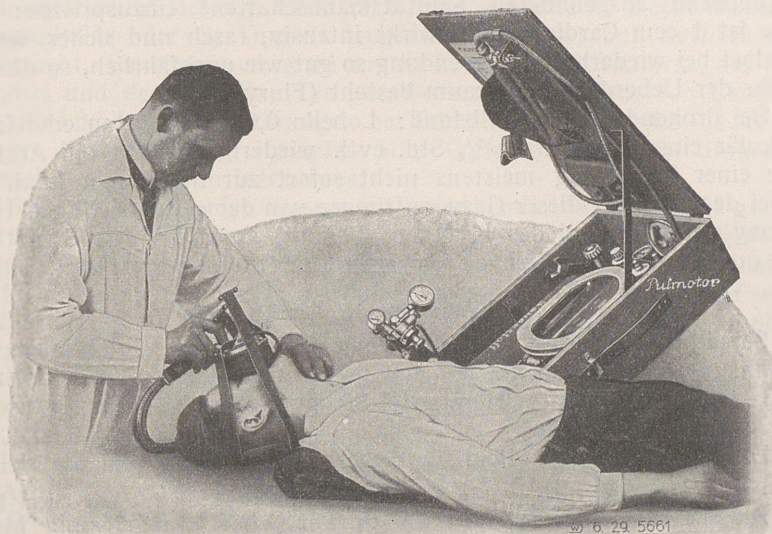


Abb. 37. Die Sauerstoff-Wiederbelebungsmaschine „Pulmotor“ in der praktischen Anwendung. Der Pulmotor bläst unter Druck den Sauerstoff in die Lungen ein und saugt ihn auch wieder ab. Diese automatisch wirkende Wiederbelebungsmaschine ersetzt die Handarbeit des Helfers. (Drägerwerk, Lübeck)

Nähe des Ellenbogens, preßt sie kräftig gegen den Brustkorb (Ausatmung) und zieht dann die Arme nach oben und auswärts an den Kopf heran (Einatmung vgl. Abb. 34). Diese Bewegungen werden 12—15 mal in der Minute wiederholt, wodurch der Brustkorb rhythmisch verkleinert und vergrößert wird, so daß die verbrauchte Luft ausgepreßt wird und frische Luft wieder einströmen kann. Der Kranke muß flach gelagert werden; die Schulterblätter werden unterpolstert, so daß der Kopf herabhängt. Nachdem Mund und Rachen gereinigt sind (Gebiß heraus), wird die Zunge von einem dritten Helfer herausgeholt und mit einem Tuch festgehalten, denn sonst versperrt sie den Zugang zur Luftröhre und alle Wiederbelebungsversuche sind nutzlos. Der Körper muß natürlich von allen beengenden Kleidungsstücken freigemacht werden. Stundenlang muß die künstliche Beatmung ohne Unterbrechung ausgeführt werden, bis die natürliche Atmung wieder eingesetzt hat oder bis ein Arzt den Eintritt der Leichenstarre feststellt.

Außer den verschiedenen Handmethoden gibt es auch apparative Verfahren der künstlichen Beatmung. Sehr bekannt ist der „Pulmotor“. Es ist das eine automatisch gesteuerte Atemmaschine, die den Sauerstoff unter Druck in die Lungen einbläst und auch wieder absaugt (Abb. 37). Diese rein automatisch wirkende Wieder-

belebungsmaschine will die Handarbeit des Helfers vollkommen ersetzen, während ein anderes Wiederbelebungsgerät, der „Inhabadapparat“, der die Silvestersche Methode ins Maschinelle überträgt, die oft stundenlang dauernde Handarbeit dem Retter erleichtern will. Zu diesem Zwecke werden die Arme an einem Bügel festgeschallt und durch Heben und Senken dieses Bügels rhythmisch auf- und abbewegt.

Bei Schwächeanfällen sind außer den einfacheren Haut-, Reiz- und Riechmitteln (Salmiakgeist) Einreibungen mit alkoholischen Mitteln vorzunehmen sowie belebende und die Atmung anregende Medikamente von entsprechend ausgebildeten Sanitätsmannschaften¹ einzuspritzen: Das Beste ist 1 ccm Cardiazol. Es wirkt intensiv, rasch und sicher, und es ist selbst bei wiederholter Anwendung so gut wie ungefährlich, so daß die Gefahr der Ueberdosierung kaum besteht (Flury).

Bei drohendem Atemstillstand: Lobelin 0,01 g subkutan oder intramuskulär einspritzen, nach $\frac{1}{4}$ Std. evtl. wiederholen. Da ein Arzt im Falle einer Vergiftung meistens nicht sofort zur Stelle sein kann und da bei der Eigenart dieser Gasvergiftungen von der ersten richtigen Hilfeleistung das Schicksal des Kranken abhängt, so muß das Sanitätspersonal die Injektion derartiger Mittel beherrschen.

b) Wie hilft der Arzt?

Sobald ein Arzt zur Stelle ist, dann hat nur er die Injektionen vorzunehmen. Lobelin spritzt er am besten intravenös ein, und zwar 0,003–0,006 g. Als bestes Herzmittel Strophanthin, $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$ mg vorsichtig und langsam intravenös².

Der Arzt muß vor allem die Sauerstoffeinatmung und die richtige

¹ Bei der Ausbildung der Sanitätsmannschaften ist mit allem Ernst und mit aller Eindringlichkeit auf die Gefahr jeder Einspritzung hinzuweisen wie Infektion (darum Injektionsstelle gründlich säubern z. B. mit Seifenwasser, Benzin, Aether, Spiritus; Spritze, Nadeln auskochen), ferner auf die Gefahr der Luftembolie, des Abbrechens der Nadeln usw. Durch Verwendung von Ampullen, die mit sauberen Feilen geöffnet werden müssen, ist die Gewähr geboten, daß die einzelne Dosis nicht zu hoch gewählt wird.

² Strophanthin gehört zu den stark und schlagartig wirkenden Herzmitteln. Darum darf Strophanthin auch nur sehr langsam in die Vene eingespritzt werden (vorher etwas Blut in die Spritze ansaugen!). Wir verwenden entweder das offizielle Strophanthin D.A.B. VI, „Güstrow“ (g-Strophanthin) oder das Strophanthin „Boehringer“ (k-Strophanthin). Beim Strophanthin „Güstrow“ ist die Anfangsdosis $\frac{1}{4}$ mg, die innerhalb von 24 Stunden bei schweren Fällen bis zu $\frac{3}{4}$ mg gesteigert werden kann; beim Strophanthin „Boehringer“ ist die Anfangsdosis $\frac{1}{2}$ mg, die innerhalb von 24 Stunden bis zu $1\frac{1}{2}$ mg gesteigert werden kann. Das Strophanthin „Boehringer“ ist also schwächer als das offizielle Strophanthin. Alle Lösungen sind in gebrauchsfertigen Ampullen aus den Apotheken zu beziehen. Wenn der Puls sich nach der ersten Einspritzung nicht bedeutend bessert, dann kann die nächste Einspritzung nach 2–4 Stunden vorgenommen werden; aber grundsätzlich darf bei der ersten Einspritzung die Dosis von $\frac{1}{4}$ resp. $\frac{1}{2}$ mg nicht überschritten werden; in leichteren Fällen genügt sogar eine Dosis, die unter $\frac{1}{4}$ resp. $\frac{1}{2}$ mg liegt. Wenn man ein Herz- und Kreislaufmittel gleichzeitig intravenös einspritzen will, dann empfiehlt sich z. B. Strophanthin compositum „Boehringer“, das (in einer Ampulle zu 1 ccm) $\frac{1}{4}$ mg Strophanthin „Boehringer“ und 0,1 g Cardiazol „Knoll“ enthält. Strophanthin „Boehringer“ ist jetzt als „Kombetin“ im Handel.

Durchführung der künstlichen Beatmung überwachen, außerdem muß er schnellwirkende Herzmittel, wie Strophanthin, Coffein und Analeptica zur Hand haben.

Als zentral erregende Analeptica von außerordentlicher Wirksamkeit für Atmung und Kreislauf kommen besonders Cardiazol und Coramin¹ (bei schweren Atmungs- und Kreislaufstörungen z. B. eine große Ampulle Coramin zu 5,5 ccm intravenös und gleichzeitig 5,5 ccm als Depot intramuskulär ins Gesäß), Icoral (z. B. eine Ampulle zu 2 ccm wiederholt intramuskulär oder $\frac{1}{2}$ Ampulle langsam intravenös) und evtl. Hexeton in Betracht. Sie wirken erregend auf die Zentren des Großhirns, des Hirnstammes und der Medulla. Die „aufweckende“ Wirkung von Cardiazol, Coramin und Icoral bei Störungen des Bewußtseins übertrifft die meisten übrigen Analeptica der Kampfer- und Coffeingruppe. Bei drohendem Atemstillstand Lobelin intravenös.

Bei den erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung soll grundsätzlich kein Aderlaß gemacht werden, weil wir außer dem gifthaltigen Blut auch zuviel Hämoglobin mit entfernen würden, das wir uns für die Atmung unbedingt erhalten müssen. Bewußtlosen darf selbstverständlich keine Nahrung, auch keine Flüssigkeit durch den Mund gegeben werden.

Bei der künstlichen Beatmung nach Silvester habe ich immer wieder beobachtet, daß die Rettungsmannschaften zu sehr zum „Müllern“ neigen, d. h. die Beatmung wird in einem flachwirkenden, schnellen Tempo ausgeführt, das eher schädigend als nützlich wirkt. Auf diesen Fehler sollten die Aerzte besonders achten!

Da der Arzt bei der Rettung von Verunglückten und bei der ersten Hilfeleistung nur ausnahmsweise sofort zugegen sein kann und da mithin die erste entscheidende Hilfeleistung durch Laienhelfer vorgenommen werden muß, so ist die Verantwortung des Arztes für die Ausbildung der Sanitätsmannschaften ganz besonders groß. An seinem Sanitätspersonal erkennt man den Wert und das Verantwortungsgefühl des Arztes. Auf die Gefahren jeder Einspritzung durch Laienhelfer wies ich bereits hin. Diese Gefahren können durch richtige Unterweisung stark herabgemindert werden (vgl. S. 82 Fußnote 1). Dann die künstliche Beatmung! Von ihr wird soviel geredet und geschrieben, aber sie wird doch nur von ganz wenigen gekannt! Viele glauben, daß die Wiederbelebungsgeräte viel wirksamer seien als die Handbeatmung und daß man einen richtigen Erfolg erst mit solchen Apparaten erzielen könne und darum die Handbeatmung zu vernachlässigen sei. Das ist ein großer Irrtum! Ganz abgesehen davon, daß die

¹ Cardiazol und Coramin sind, trotzdem ihr Name darauf hindeutet, keine eigentlichen Herzmittel. „Nach neueren Untersuchungen spielt ihre Herzwirkung, abgesehen von der Verstärkung der Digitaliswirkung durch diese Stoffe, nur eine untergeordnete Rolle. Sie entsteht wohl mehr auf indirektem Wege durch Besserung der Atmung, Förderung der Koronardurchblutung, Steigerung des Blutdruckes. Jedenfalls ist die Wirkung dieser beiden Analeptica weder mit Adrenalin noch mit Strophanthin oder Digitalis vergleichbar; sie sind deshalb auch bei Erkrankungen mit reiner Herzinsuffizienz kaum brauchbar, richten aber den durch Gift gesunkenen Gefäßtonus und Blutdruck wieder auf. Cardiazol und Coramin schädigen andererseits das Herz nicht, wie es unter Umständen bei Kampfer, Hexeton, Lobelin der Fall ist.“ Flury, F.: Jahreskurse für ärztliche Fortbildung, Oktober-Heft 1933 S. 31. J. F. Lehmanns Verlag, München.

Wiederbelebungsgeräte meistens nie am Ort des Unglücks sind und daß durch die Herbeischaffung kostbare Zeit verloren geht, ist mit aller Eindringlichkeit zu betonen: Das beste Wiederbelebungsgerät ist die menschliche Hand in Verbindung mit einem Sauerstoff-Inhalationsgerät. Mit maschinellen Beatmungsmethoden wird auch nur der die schönsten Erfolge haben, der die Wiederbelebung von Hand vollkommen beherrscht. Aber wer beherrscht sie denn und wer hat die Ausdauer zur Durchführung? Nur sehr wenige. Der Arzt sollte im Unterricht wie beim Unglücksfall durch gutes eigenes Beispiel anfeuernd auf die Mannschaften wirken, damit keiner in seiner Tätigkeit zu frühzeitig erlahme. Aber bei vielen Ärzten scheint die Vorstellung zu herrschen, daß die künstliche Beatmung nur Sache des Personals und eine ärztliche Leistung minderen Grades sei. Daher auch so viele Mißerfolge, die häufig zu vermeiden wären.

Eine kunstgerecht durchgeführte Wiederbelebung, die einem Menschen das Leben rettet, ist als ärztliche Leistung ebenso hoch zu bewerten wie ein chirurgischer Eingriff, durch den ein Menschenleben gerettet wird. Nicht nur der Arzt, der unter günstigsten Bedingungen im Operationssaal erfolgreich operiert, ist ein Retter und Wohltäter, sondern ebenso sehr — wenn nicht in höherem Maße — der Arzt, der in der „Drecklinie“ des täglichen Lebens wirkt und schafft und Menschenleben rettet.

2. Reiz- und Aetzgase

Zu den Reiz- und Aetzgasen rechnen wir alle chemischen Kampfstoffe, also: die Grünkreuzkampfstoffe (Phosgen, Perchlorameisensäuremethylester, Chlorpikrin, Chlor), die Gelbkreuzkampfstoffe (Dichlordiaethylsulfid, Lewisit, Aethylarsindichlorid), die Blaukreuzkampfstoffe (Clark I, Clark II, Adamsit), die Augenreizstoffe (Xylylbromid, Bromaceton, Brombenzylcyanid, Chloracetophenon), ferner Ammoniak, Schweflige Säure (Schwefeldioxyd), nitrose Gase (Entstehung z. B. aus Salpetersäure, oder bei Filmbränden, Celluloidbränden, Sprengungen), Säuredämpfe (z. B. Dämpfe der Salzsäure), viele organische Halogenverbindungen usw.

Eine kausale Therapie ist bei diesen Gasen, soweit sie als Einatmungsgifte wirken, meistens zwecklos, da diese Gifte sofort nach der Einatmung im Körper zu anderen Verbindungen zerfallen. Von großem Wert ist allerdings eine kausale Therapie bei der Einwirkung flüssiger Kampfstoffe — z. B. der Gelbkreuzgruppe — auf die Haut, wenn man sie in den ersten 3–5 Minuten mit Chlorkalkbrei abtupft.

Hilfe und Heilung müssen bei Reiz- und Aetzgasvergiftungen schon deswegen ganz anders sein, weil diese Gase auf den Körper anders wirken als die erstickenden Gase. Während die erstickenden Gase — wie wir bereits wissen — die Lungen passieren, ohne sie zu schädigen, dann in das Blut dringen und in die übrigen Organe und ganz besonders in das Gehirn, und auf diesem weiten Wege zum Teil sogar entgiftet, zum andern Teil unverändert ausgeatmet werden, dringen die Reiz- und Aetzgase meistens nur bis in die Lungen vor. Ueberall da, wo sie mit den empfindlichen Zellen des Körpers zusammentreffen, also mit den Schleimhäuten der Atemwege und mit dem zarten Lungengewebe und seinen Gefäßen, entfalten sie ihre verderbliche Wirkung. Die Schädigung der Gefäßwände in den Lungen

zeigt sich zunächst nur in einer Erweiterung (die Lungen „erröten“), dann aber nach etwa 1—2 Stunden in einer abnormen Durchlässigkeit für einzelne Bestandteile des Blutes (Blutplasma); schließlich werden die Gefäßwände auch für das gesamte Blut durchlässig. Es treten große Mengen Blutflüssigkeit in die Lungen über. Es bildet sich ein Lungenödem. Ganze Lungenteile werden für die Atmung ausgeschaltet. Es kommt infolgedessen zu großer Atemnot. Der ganze Atemmechanismus wird roh zerstört.

Nichts wird von diesen Reiz- und Aetzgasen wieder ausgeatmet, wie zum Teil bei den erstickenden Gasen. Was also der Mensch einatmet, bleibt in den Lungen. Erst nach einer gewissen Latenzzeit treten die häufig lebensbedrohenden Zustände ein; Bewußtlosigkeit, Lähmungen und Scheintod¹ fehlen. Die später auftretenden Erstickungserscheinungen sind nicht direkte Folge der Einatmung, sondern werden erst indirekt hervorgerufen durch das sich entwickelnde Lungenödem; als Folge davon kommen hinzu Bluteindickung, Herzschwäche, Zirkulationsstörungen usw. (vgl. als typisches Beispiel einer Vergiftung durch Reiz- und Aetzgase die Phosgenvergiftung S. 95 ff.).

a) Wie helfen die Rettungs- und Sanitätsmannschaften?

Heraus mit dem Kranken aus dem Gefahrenbereich! Kleider wechseln! Einhüllen in warme Decken! Viel Ruhe, auch seelische Beruhigung. Der Gasvergiftete soll nicht gehen, er muß getragen und gefahren werden, weil jede Bewegung das Sauerstoffbedürfnis des Körpers steigert. Selbst ein längerer Transport ist oft schädlich. Rechtzeitig dem Kranken Sauerstoff zuführen, aber nicht unter Druck (kein Pulmotor!), weil das Lungengewebe durch Aetzgase sehr empfindlich und sehr zerreiblich geworden ist. Sauerstoffzufuhr durch Sauerstoff-Einatmungsgeräte! Keine künstliche Beatmung! Bei Schwächezuständen 1 Ampulle (1 ccm) Cardiazol unter die Haut einspritzen (evtl. in Abständen von 15—30 Minuten wiederholen).

b) Wie hilft der Arzt?

Rechtzeitig Herzmittel (Strophanthin $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mg langsam intravenös und anschließend als Depot Oleum camphoratum forte [20%] 2—4 ccm subkutan und — wenn nötig — als Analepticum Cardiazol geben. Selbst

¹ Die Rettungsmannschaften müssen Scheintote von Toten unterscheiden können. Beim Scheintod fehlen Bewußtsein, Empfindung, Bewegung; die Muskulatur ist schlaff, die Reflexe sind nicht mehr auszulösen. Atmung und Herztätigkeit sind kaum oder gar nicht wahrzunehmen. Dieser Zustand des Scheintodes kann stundenlang bestehen. Meistens geht er aber schnell in den Tod über. Sichere Todeszeichen sind die Leichenstarre, die Leichenflecke, das Erkalten des Körpers; auch verliert die Hornhaut ihren Glanz, sie nimmt eine charakteristische Trübung an: Das Auge „bricht“. Die Leichen(Toten-)starre beginnt meistens in den ersten Stunden nach Erlöschen des Lebens, und zwar an den Muskeln des Kiefers und des Nackens. Die blauroten Leichen(Toten-)flecke, die in der Haut, an den Auflagestellen der Leiche, infolge lokaler Blutansammlungen (Blutsenkung) entstehen, erscheinen in der Regel noch früher als die Muskelstarre, gewöhnlich schon nach $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Stunde.

bei großer Unruhe dem Kranken kein Morphinum einspritzen wegen der Gefahr fürs Atemzentrum (Lähmung!), das wir uns leistungsfähig erhalten müssen. Reichliche Sauerstoffzufuhr ohne Zusatz von Kohlendioxyd (Kohlensäure), da das Blut schon stark mit Kohlensäure überladen ist.

In allem vorsichtig zu Werke gehen! Da häufig große Mengen Blutplasma in die Lungen strömen (Lungenödem), so dickt sich das Blut stark ein im Kreislaufsystem. Um die Entwicklung des Lungenödems zu hemmen, kann man wiederholt 10 ccm Calcium-Sandoz (glukonsaures Calcium) intravenös oder intramuskulär einspritzen. Lungenödem und hohe Viskosität des Blutes bringen das Herz zum Versagen. Hiergegen ist das beste Mittel ein großer, vorsichtig durchgeführter Aderlaß (500—800—1000 ccm), wodurch Gewebsflüssigkeit in die Blutbahn strömt und das Blut verdünnt und damit das Herz entlastet wird.

Die Wirkung des Aderlasses kann durch leichte Schwitzkuren vertieft werden.

Keine künstliche Beatmung!

Die Gelb- und Blaukreuzkampfstoffe können bekanntlich außerdem die Haut schädigen.

Besonders die Gelbkreuzkampfstoffe (Yperit, Lewisit) sind bekannt geworden als Stoffe, die die Körperoberfläche (Haut, Augen usw.) aufs schwerste verätzen können. Es sind typische Zellgifte. Bei der Einatmung von dampfförmigem Gelbkreuz kommt es nur zu einem geringen Lungenödem; aber es werden die oberen Luftwege und große Teile der Lunge stark verätzt.

Ueber die Sonderbehandlung der einzelnen Kampfgasgruppen und der übrigen Reizgase verweise ich auf die besonderen Kapitel (Kap. 5, 6, 7, 8 und 9). Hier können nur die großen Richtlinien der Behandlung aufgezeigt werden.

Für die Gelbkreuzgruppe haben wir bekanntlich im Chlorkalk in den ersten 2—5 Minuten ein sicheres Zerstörungsmittel, so daß Hautschädigungen bei schnellem Eingreifen vermieden werden können. Chlorkalk — zuerst im Weltkriege von Ferdinand Flury vorgeschlagen — ist bis heute das unübertroffene, souveräne Zerstörungsmittel geblieben. Darum ist Chlorkalk in allen Ländern der Welt zur Verwendung im Ernstfall vorgesehen und gehört z. B. bei Luftschutzübungen zur unentbehrlichen Ausrüstung der Entgiftungstrupps.

3. Alle übrigen Gase

(vornehmlich Blut-, Nerven- und Stoffwechselgifte)

Hier werden alle die Gase zu einer großen Gruppe zusammengefaßt, die sich von den erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung und den Reiz- und Aetzgasen mehr oder weniger unterscheiden.

Es sind dieses hauptsächlich:

a) Blutgifte. Sie schädigen das Blut und den Kreislauf auf verschiedene Weise: das Blut wird durch Bildung von Methämoglobin geschädigt,

z. B. durch aromatische Nitro- und Aminoverbindungen; die roten Blutkörperchen (Erythrocyten) werden zerstört, z. B. durch Arsenwasserstoff; durch Einatmung von Benzoldämpfen nehmen die weißen Blutkörperchen (Leukocyten) ab; die Gefäßwände werden geschädigt z. B. durch Nitrite. Bei der Schädigung der Blutgefäße ist der Vorgang so, daß zunächst die Blutgefäße erweitert werden, dann erschlaffen sie und schließlich werden sie abnorm durchlässig.

b) Metaldämpfe und zahlreiche Metallverbindungen. Es sind dies meistens allgemeine Protoplasma-, Nerven- und Stoffwechselgifte wie z. B. Quecksilber, Blei, Zink, Chrom, gewisse Arsen- und Phosphorverbindungen, metallorganische Verbindungen.

Das Krankheitsbild ist für viele dieser angeführten Gruppen oft sehr charakteristisch; aber es wäre unmöglich, vom Arzte zu verlangen, daß er alle diese Krankheitsbilder beherrscht, weil er kaum in die Lage kommt, derartige Krankheiten zu sehen, wenn er nicht zufällig Arzt in Fabriken ist, wo derartige Giftstoffe verarbeitet werden.

Dazu kommt noch, daß es sich häufig um kombinierte Vergiftungen handelt, so daß man meistens gar nicht weiß, was eigentlich vorliegt.

Darum ist in der Hilfeleistung der alte Grundsatz immer richtig: Nur nicht schaden! Die aktive Hilfe durch die Rettungsmannschaften besteht zunächst immer darin, den Kranken aus dem Gefahrenbereich herauszubringen; sein gasverseuchtes Zeug ausziehen, ihn in warme Decken einzuhüllen, ihm Sauerstoff zuzuführen und ihm belebende (Cardiazol) und Herzmittel (Strophanthin, Coffein) zu geben. Dann ist für Ruhe zu sorgen! Wenn man nicht weiß, um welche Art von Vergiftungen es sich handelt, soll man mit der künstlichen Beatmung vorsichtig sein, es ist häufig besser, sich abwartend zu verhalten.

Um die Gifte aus dem Blut und aus den Geweben zu verdrängen, führt man Sauerstoff zu, und wenn man dem Sauerstoff vielleicht noch 5% Kohlendioxyd zufügt, dann hat man ein sehr kräftiges Anregungsmittel für die Atmung.

Bei vielen von diesen Giften fehlen Anfangssymptome; erst nach einiger Zeit, oft ganz unvermutet, treten deutliche Vergiftungserscheinungen auf. Wir haben also eine längere Latenzzeit wie z. B. bei Vergiftungen durch Phosphor- und Arsenverbindungen, bei den Blutgiften der Anilin- und Nitrobenzoleihe und gewissen organischen Verbindungen wie den Methyl- (Methylbromid, Dimethylsulfat, Methylalkohol) und Aethylverbindungen (z. B. Aethylenoxyd).

Wenn die Kranken nicht bewußtlos sind, soll man versuchen, die normalen Ausscheidungsvorgänge durch Lungen, Magen, Darm, Nieren und Haut zu unterstützen, indem der Arzt z. B. physiologische Salzlösungen unter die Haut oder auch direkt ins Blut leitet; ferner indem Klistiere und Einläufe gemacht und reichlich Flüssigkeiten (Tee, Kaffee, Milch usw.) zugeführt werden; auch Schwitzkuren helfen in vielen Fällen;

und schließlich muß man auch daran denken, dem Kranken Blut von einer anderen Person zu übertragen (Bluttransfusion).

Kommt es bei einem Kranken zu einem Shock (Aufhebung vieler körperlichen Funktionen bei Erhaltung des Bewußtseins), dann absolute Ruhe, Zufuhr von Wärme! Bei Kollaps ist dagegen das Bewußtsein oft getrübt: er entsteht z. B. bei akuter Herzschwäche unter gleichzeitiger Erweiterung großer Gefäßgebiete.

Die beste ärztliche Hilfe in diesen Fällen ist, die Herztätigkeit durch Strophanthin ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mg intravenös), den Kreislauf und die Atmung durch zentral erregende Analeptica wie Cardiazol, Coramin, Icoral zu stützen; dann reichlich Sauerstoff zu geben. Auch die Körpertemperatur muß unbedingt erhalten werden, da jede Abkühlung bei Vergiftungen den Stoffwechsel, die Lebenskraft und die Widerstandsfähigkeit des Kranken schädigt. Bluttransfusionen und Aderlaß, die häufig notwendig sind, sollen nach Möglichkeit nur in Krankenhäusern vorgenommen werden.

Bei der außerordentlichen Wichtigkeit des Gegenstandes fasse ich zur schnelleren Orientierung und leichteren Uebersicht für Aerzte und Laienhelfer die Behandlung der Gasvergiftungen kurz¹ zusammen:

Kurze zusammenfassende Darstellung der Behandlung von Gasvergiftungen

A. Erstickende Gase mit betäubender Wirkung (Typus: Kohlenoxyd)

Hauptsymptome: Atemnot, Störungen des Bewußtseins, Lähmungszustände.

I. Hilfe durch die Rettungs- und Sanitätsmannschaften

Von der richtigen ersten Hilfeleistung hängt das Schicksal der Gasvergifteten ab.

Heraus mit den Verunglückten aus dem Bereich der Giftgase in frische, reine Luft oder in ein warmes, gut durchlüftetes Zimmer! (Beim Eindringen in vergaste Räume, Schächte usw. Isoliergeräte anlegen!) Gasvergiftetes Zeug entfernen, den Kranken bequem, ruhig und warm (wollene Decken) lagern!

Sofort mit der Wiederbelebung beginnen durch künstliche Beatmung und durch Zufuhr von Sauerstoff! Die Behandlung muß evtl. stundenlang ohne Unterbrechung fortgesetzt werden, bis das Leben entweder in Gang gebracht oder endgültig erloschen ist. (Diese Feststellung hat ein Arzt zu treffen.)

¹ Vgl. auch Flury, F.: Anweisung für die Ärzte bei dem Gasschutzdienst der Freiwilligen Sanitätskolonnen und verwandten Männervereinigungen vom Roten Kreuz. Berlin 1933, S. 36—40. Herausgegeben vom „Deutschen Roten Kreuz“.

Bei Schwächeanfällen belebende und die Atmung anregende Mittel einspritzen: 1 ccm Cardiazol subkutan oder intramuskulär, evtl. nach 15 Minuten wiederholen. Auch äußere anregende Mittel wie Einreibungen, Haut-, Reiz- und Riechmittel sind maßvoll anzuwenden. Bei drohendem Atemstillstand: Lobelin 0,01 g subkutan oder intramuskulär einspritzen!

II. Hilfe durch den Arzt

Genaue Ueberwachung der Hilfsmaßnahmen des Rettungspersonals!

Die wichtigsten Hilfsmittel sind künstliche Beatmung und Sauerstoffzufuhr. Nur wenn der Arzt selbst die künstliche Beatmung kunstgerecht beherrscht und sie exakt ausführt, kann er anfeuernd auf die Mannschaften wirken, damit sie nicht in ihrer Tätigkeit zu frühzeitig erlahmen.

Bei drohendem Atemstillstand Lobelin, 0,003–0,006 g intravenös. Die besten Analeptica: Cardiazol, Coramin, Icoral, Hexeton. Eigentliche Herzmittel: Strophanthin, $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$ mg intravenös, Coffein und evtl. Digitalispräparate. Im allgemeinen kein Aderlaß. In Krankenhäusern evtl. Transfusion von Blut.

B. Reiz- und Aetzgase

(Typus: Phosgen und Säuredämpfe)

Hauptsymptome: Reizwirkungen, Atemnot; Bewußtsein meistens längere Zeit ungestört.

I. Hilfe durch die Rettungs- und Sanitätsmannschaften

Heraus mit den Verunglückten aus dem Bereich der Giftgase! Gasvergiftete nicht gehen lassen! Sie müssen getragen oder gefahren werden, weil jede Anstrengung die Atmung und damit das Sauerstoffbedürfnis steigert. Lange Transporte sind zu vermeiden.

Dem Vergifteten vorsichtig die Oberkleidung abnehmen (diese Gase haften wie Tabakrauch an Haaren und Kleidern usw.) und sie in Decken warm einhüllen (zur Verhütung von Lungenentzündung).

Körperliche und seelische Ruhe! Rechtzeitig Sauerstoff zuführen, aber nicht unter Druck! (Kein Pulmotor!) Sauerstoff ohne Zusatz von Kohlensäure! Keine künstliche Beatmung wegen der Gefahr der Zerreißung des Lungengewebes.

Wenn die Kranken auch noch so aufgeregt sind und stöhnen, kein Morphium einspritzen! Durch reichliche Sauerstoffgaben werden die meisten Kranken schon ruhig.

Bei Schwächeanfällen als belebendes und die Atmung anregendes Mittel 1 ccm Cardiazol subkutan oder intramuskulär.

Bei Augenentzündungen Spülungen mit lauwarmer 2–3% Borwasserlösung. Einstreichen von alkalischen Augensalben; bei Reizzuständen im Rachen: Gurgeln und Inhalationen mit 1% iger Kochsalzlösung oder 3% Natr. bicarbon.

Bei Schädigungen der Haut, besonders durch Gelbkreuzkampfstoffe, innerhalb der ersten zehn Minuten Auftragen von Chlorkalkbrei oder Chlorkalkpuder. Wenn solcher nicht vorhanden, gründliches Abwaschen mit Seife und heißem Wasser! Sind schon Blasen vorhanden, dann auf keinen Fall Chlorkalk. Nie Chlorkalk ins Auge! Bei fortschreitender Entzündung feuchte Umschläge mit 1—2 % wässrigen Chloraminlösungen, 1 % Kaliumpermanganatlösungen usw., indifferente Salben, Bäder.

II. Hilfe durch den Arzt

Durchführung einer absoluten körperlichen und seelischen Beruhigung. Sauerstoff frühzeitig und reichlich geben! Keine künstliche Beatmung, keine Asthmamittel!

Rechtzeitig das Herz stützen durch Strophanthin intravenös und anschließend als Depot 2—4 ccm Kampfer subkutan; Kreislauf und Atmung — wenn nötig — heben durch Analeptica wie Cardiazol, Hexeton.

Bei Lungenödem ausgiebiger Aderlaß, 500—800—1000 ccm. Um die Entstehung und Entwicklung eines Lungenödems zu hemmen, kann man Calcium-Sandoz 10 ccm wiederholt intravenös oder intramuskulär einspritzen.

Grundsätzlich kein Morphium! (Gefahr fürs Atemzentrum!)

Im übrigen symptomatische Behandlung.

Bei Hautschädigungen feuchte Umschläge, Bäder, Salben.

C. Sonstige Giftgase

(Typus: Blutgifte, Metaldämpfe usw.)

Symptome: sehr verschiedenartig. Daher ist auch kein brauchbares Schema für die Behandlung aufzustellen.

I. Hilfe durch die Rettungs- und Sanitätsmannschaften

Vorsichtig und behutsam zu Werke gehen; nur nicht durch unnötigen Uebereifer schaden.

Den Kranken aus dem Gefahrenbereich heraustragen! Sein gasvergiftetes Zeug ausziehen, ihn in warme Decken hüllen, ihm Sauerstoff zuführen und als belebendes und die Atmung anregendes Mittel bei Schwächeständen 1 ccm Cardiazol subkutan oder intramuskulär einspritzen.

Dann für Ruhe sorgen. Mit der künstlichen Beatmung vorsichtig sein, wenn man nicht weiß, um welche Art von Vergiftungen es sich handelt.

II. Hilfe durch den Arzt

Außer Sauerstoff Zufuhr von viel Flüssigkeit (natürlich dürfen die Kranken nicht bewußtlos sein)! Evtl. Kochsalzinfusionen, Schwitzen, Aderlaß, Bluttransfusionen! Die Herztätigkeit durch Strophanthin

($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mg intravenös), den Kreislauf und die Atmung durch Analeptica (Cardiazol, Icoral, Coramin usw.) stützen; die Körpertemperatur erhalten. Im übrigen symptomatisch.

Die wichtigsten Gase und Gasgefahren (nach Flury)

Name	Erkennung	Hauptsächliches Vorkommen bzw. Zusammensetzung	Behandlung
Ammoniak	Stechender Geruch nach Salmiakgeist	Kältemaschinen, Kohleverarbeitung, Fäulnisprodukt. Chem. Fabriken	Wie Reizgase B ²
Arsenwasserstoff	Geruch schwach, oft kaum wahrnehmbar, knoblauchart.	Durch verunreinigte Metalle und Säuren; Löten, Metallbeizen	Wie „sonstige Gift-Gase“ C ³
Automobilabgase	—	Kohlenoxyd	Wie Kohlenoxyd A ¹
Benzin	—	—	Wie betäub. Gase A
Benzol	—	—	Wie betäub. Gase A
Brenngase	—	Vorwiegend Kohlenoxyd	Wie Kohlenoxyd A
Blausäure	Kratzen im Halse; Geruch nach „bitteren Mandeln“ ist unsicher!	Schädlingsbekämpfung, Gasfabriken, Düngerefabriken, Cyanbetriebe, Galvanotechnik	Im wesentlichen wie Kohlenoxyd A
Celluloidbrände	Oft gelbe, rötliche oder bräunliche Gase	Vorwiegend Kohlenoxyd und nitrose Gase daneben Blausäure und Acrolein	Je nach Symptomen nach A oder B
Chlor	Grünlichgelbes Gas, erstickend	Bleichverfahren, Desinfektion, Chem. Fabriken, Elektrolyse	Wie Reizgase B
Cyanverbindungen (Zyklon u. dgl.)	Wie Blausäure, z. T. mit Reizwirkung	Schädlingsbekämpfung, Chem. Fabriken	Im wesentlichen wie Kohlenoxyd A
Explosionsgase	—	Vorwiegend Kohlenoxyd, evtl. auch nitrose Gase	Wie Kohlenoxyd A
Filmbrände	—	Im wesentlichen Kohlenoxyd und nitrose Gase	Je nach Symptomen A oder B
Gärungsgase	—	Vorwiegend Kohlensäure	Wie Kohlenoxyd A
Halden- und Schlackengase	—	Vorwiegend Kohlenoxyd	Wie Kohlenoxyd A
Kalkofengase	—	Kohlensäure und Kohlenoxyd	Wie Kohlenoxyd A
Gase der Kälteindustrie	—	Verschiedene Gase: Ammoniak, schweflige Säure, Kohlensäure, Methylverbindungen	Je nach Zusammensetzung
Kanalgase	—	Vorwiegend Schwefelwasserstoff und Kohlensäure	Wie Kohlenoxyd A
Kloakengase	—	Vorwiegend Schwefelwasserstoff und Kohlensäure	Wie Kohlenoxyd A
Kohlenoxyd	Farb- u. geruchlos, in der Regel aber mit anderen Gasen vermischt	Wichtigstes Giftgas. Ueberall, wo Kohle und kohlenstoffhaltiges Material erhitzt oder verbrannt werden	A
Kohlensäure	Schwach stechend	Naturgase, Bergwerke, Gärungsbetriebe, Keller, Silos, Schächte, Fäulnisprodukt. Brände und Explosionen	Wie Kohlenoxyd A

¹ A bedeutet: Behandlung wie bei den „Erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung“ (Typus: Kohlenoxyd), vgl. S. 78 und 88.

² B bedeutet: Behandlung wie bei den „Reiz- und Aetzsäuren“ (Typus: Phosgen und Säuredämpfe), vgl. S. 84 und 89.

³ C bedeutet: Behandlung wie bei den „Sonstigen Giftgasen“ (Typus: Blutgifte, Metaldämpfe), vgl. S. 86 und 90.

Name	Erkennung	Hauptsächliches Vorkommen bzw. Zusammensetzung	Behandlung
Leuchtgas	—	Hauptsächlich Kohlenoxyd	Wie Kohlenoxyd A
Lösungsmittel- dämpfe	—	Sehr verschiedene Stoffe (Ester, Benzol, organische Verbindungen, chloroformähnliche Stoffe)	Wie Kohlenoxyd A
Motorengase	—	Hauptsächlich Kohlenoxyd	Wie Kohlenoxyd A
Nitrose Gase (Stickoxyde)	Gelbe, bräunliche, rötliche Gase, Geruch süßlich	Gelbbrennen, aus Salpetersäure, Sprengungen, Explosionen, Filmbrände, Celluloidbrände, Chemische Fabriken	Wie Reizgase B
Phosgen	Geruch eigenartig süßlich	—	Wie Reizgase B
Phosphorwasser- stoff	Geruch nach faulen Fischen, nach „Karbid“, schwach	Verunreinigung von Acetylen, aus Carbid, Ferrosilicium, Kalkstickstoff u. dgl.	Symptomatisch C
Rauchgase	—	Reizstoffe und Kohlenoxyd	Wie Kohlenoxyd A
Säuren, Salzsäure u. dgl.	Geruch stechend	—	Wie Reizgase B
Schwefelkohlen- stoff	Geruch nach faulem Kohl, sehr feuergefährlich	Schädlingsbekämpfung, Kunstseide- und Kautschukfabriken	Wie Kohlenoxyd A
Schwefelwasser- stoff	Geruch nach faulen Eiern	Fäulnisprodukt, Abfallbetriebe, Jauchegruben usw., Chemische Fabriken, Gasanstalten	Wie Kohlenoxyd A
Schweflige Säure (Schwefeldioxyd)	Geruch stechend	Schädlingsbekämpfung, Kältemaschinen, Bleicherei, Hüttenwerke, Chemische Fabriken	Wie Reizgase B
Schwelgase	—	Vorwiegend Kohlenoxyd, Schwefelverbindungen	Wie Kohlenoxyd A
Staubexplosionen	—	Vorwiegend Kohlenoxyd	Wie Kohlenoxyd A
Triebgase	—	Vorwiegend Kohlenoxyd	Wie Kohlenoxyd A

Zum Schluß noch einige Bemerkungen über den Einfluß von Giftgasen auf Lebensmittel.

Hier spielen in Kriegszeiten die flüssigen Kampfstoffe der Gelbkreuz- und die meist festen arsenhaltigen Stoffe der Blaukreuzgruppe eine sehr große Rolle, die in Tropfen oder Spritzern auf ungeschützte Nahrungsmittel, wie Brot, Fleisch, Milch, Wasser usw., fallen können. Solche Nahrungsmittel sind für Menschen wie für Tiere wegen ihrer Giftigkeit schädlich und ungenießbar.

Handelt es sich um geringste Mengen flüssiger Kampfstoffe (aber Vorsicht bei Blaukreuzkampfstoffen!), die vielleicht in Milch, Wasser usw. gekommen sind, so lassen sie sich durch Aufkochen zuweilen noch genießbar machen; aber wenn nur der Verdacht besteht auf Verunreinigung durch arsenhaltige Kampfstoffe (Lewisit, Blaukreuz), müssen alle diese Flüssigkeiten und Lebensmittel vernichtet werden.

Ganz besonders gefährlich ist es also, wenn es sich um die Kampfstoffe der Blaukreuzgruppe und um Lewisit handelt; bei diesen Arsenverbindungen behalten Wasser, Milch usw. auch dann ihre Giftigkeit, wenn die Flüssigkeiten gekocht werden.

Darum wird der Schutz von Lebensmitteln in Zukunftskriegen von erheblicher Bedeutung sein. Gegen gasförmige Giftstoffe wird man die Lebensmittel am besten schützen durch Verschließen in dichte Behälter,

Büchsen usw. Lebensmittel, Futtermittel wird man zum Schutz gegen flüssige Kampfstoffe vorteilhaft mit Dachpappe zudecken, da Dachpappe mehr oder weniger undurchlässig gegen flüssige Kampfstoffe ist. Fleisch und Fleischwaren umhüllt man am sichersten mit Oelpapier oder Cellophan. Nach Angriffen mit chemischen Kampfstoffen darf Fleisch niemals roh genossen werden.

Bei der Durchgasung von Schiffen und Mühlen durch Blausäure (Zyklon B) ist die Gefahr, daß Lebensmittel geschädigt werden, sehr gering; doch ist eine gewisse Vorsicht geboten bei Milch in offenen Gefäßen und ebenso bei Wasser und wässrigen Flüssigkeiten. Die Gefahr der Schädigung von Lebensmitteln und besonders von Flüssigkeiten durch Grünkreuzkampfstoffe, wie z. B. durch Phosgen, ist gering, weil Phosgen bekanntlich in Flüssigkeiten sofort in praktisch unwirksame Substanzen (Salzsäure und Kohlensäure) zerfällt und außerdem bei $+8,2^{\circ}$ vergast.

Auch unsere Tiere sind den Giftgasen in Kriegs- und Friedenszeiten ausgesetzt und können durch sie aufs schwerste geschädigt werden. Ueber diese stummen Dulder und treuen Mitkämpfer des Menschen im chemischen Kriege hat C. E. Richters ein ebenso tiefgründiges wie kluges, von warmherziger Liebe zur Kreatur getragenes Buch geschrieben, auf das ich an dieser Stelle ganz besonders hinweisen möchte¹.

¹ Richters, C. E.: Die Tiere im chemischen Krieg. 2. neubearbeitete und vermehrte Aufl. mit 78 Abb. im Text und 8 farbigen Tafeln. Richard Schoetz, Berlin 1934. Dieses Buch enthält auch — abgesehen von vielen sorgfältig durchgeführten Versuchen, die durch schönste Abbildungen illustriert werden — ein sehr lesenswertes Kapitel „Schutz der Lebensmittel“ (S. 152—159).

Grünkreuzkampfstoffe

Erstickende Kampfstoffe

[Phosgen, Perchlorameisensäuremethylester [= Perstoff], Chlorpikrin, Chlor]

Der 9. September 1920 war ein schöner Spätsommertag. Der Wind stand günstig, die Sicht war gut. Es war ein Tag, wie ihn die Sprengmannschaften auf dem Gasplatz Breloh sich nicht besser wünschen konnten, wenn sie Gasgranaten zu sprengen hatten. Denn oft tagelang mußten sie — wie die Mannschaften eines Segelschiffes — auf so günstige Bedingungen für ihre Sprengarbeiten warten.

Heute konnte es losgehen, und so wurde in den Nachmittagsstunden gesprengt.

Ich mußte mittags über Land, um auswärts Sprechstunde zu halten; ich hatte einen Kollegen um meine Vertretung gebeten. Gegen 6 Uhr nachmittags werde ich dringend telephonisch verlangt: es sei ein Unglück passiert. Ich konnte aber nicht abkommen und verwies an meinen Kollegen. Um 7 Uhr war Telefonschluß. Ich konnte nichts mehr erfahren.

Erst nachts kam ich nach Hause. Ich ahnte nichts Gutes. Ich fuhr, ohne anzuhalten, zum Revier des Gasplatzes.

Alles schlief.

Ich ging in das Zimmer, wo die Schwerkranken gewöhnlich gebettet wurden. Das Licht ging nicht an. Ich hatte keine Taschenlampe. Es war so unheimlich still: keine Bewegung in den Betten, kein Atemzug.

Ich taste mich an das erste Bett. Ich fühle eine kalte Hand, ein kaltes Gesicht. Vielleicht ein Toter?

Im zweiten Bett auch ein Mensch, ganz regungslos und kalt. Was ist nur los? Es wird mir schrecklich zumute. Bin ich ängstlich? Als Arzt ängstlich vor Toten?

Schaurig ist die Nacht.

Ich taste mich zum Zimmer des Sanitätsgehilfen. Ich wecke ihn. Er ist verwirrt und ängstlich: Drei Tote hätten wir. Es wäre schrecklich gewesen. Es hätte alles zunächst gar nicht so schlimm ausgesehen. Bei Schluß des Sprengens habe sich, als die Leute zum Teil ihre Gasmasken schon abgelegt hätten, der Wind plötzlich gedreht. Fünf Sprengmannschaften hätten Gas „geschluckt“. Einer scheinbar etwas mehr. Dieser sei von den andern auf einer Tragbahre — allerdings fast drei Kilometer weit — zum Revier getragen worden. Diesem Schwerkranken wäre es

immer schlechter geworden, „die Luft wäre ihm ausgegangen“; sie hätten alles mögliche mit ihm aufgestellt. Ohne Erfolg. Auch zwei von den Trägern, die eigentlich zunächst gar nichts gespürt, die sogar den Schwerkranken getragen und hinterher noch tüchtig mit zugefaßt hätten, wäre es nach zwei Stunden ganz schlecht geworden. Sie hätten auch keine Luft mehr kriegen können. Auch sie wären, trotzdem mein Kollege sich die größte Mühe gegeben hätte, unter ihren Händen weggestorben.

Drei Tote. Fleißige Arbeiter. Ich kannte sie alle gut.

Ich fuhr nach Hause. Traurig, erschüttert. Die Nacht konnte ich nicht schlafen.

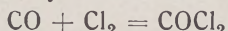
Was ist das für ein Gift, das uns Menschen, wenn wir es eingeatmet haben, häufig zunächst kaum Beschwerden macht, uns sogar fröhlich weiterarbeiten läßt und uns dann nach einigen Stunden tötet?

Das sind die Grünkreuzkampfstoffe Phosgen und Perstoff. So heimtückisch wirken sie. Mit diesen Giften müssen wir uns eingehend vertraut machen.

A. Phosgen COCl_2

1. Historisches — Chemisches — Kriegstechnisches

Phosgen wurde im Jahre 1811 bereits von I. H. Davy gefunden, als er ein Gemisch von Kohlenoxyd und Chlor dem Sonnenlichte aussetzte.

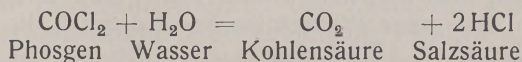


Phosgen [hergeleitet vom griechischen $\phi\omega\varsigma$ (phos) = Licht) und $\gamma\acute{\iota}\gamma\nu\omicron\mu\alpha\iota$ (gignomai) = entstehen] bedeutet, daß es durch Lichteinwirkung entstanden ist. Es hat mithin mit Phosphor nichts zu tun.

Phosgen ist also schon sehr lange bekannt. Es fand in der Vorkriegszeit wie auch jetzt noch, besonders in der Farbenindustrie, eine ausgedehnte Verwendung. Vergiftungsmöglichkeiten bestehen in der Industrie z. B. bei der sogenannten chlorierenden Röstung von Erzen, wobei überschüssiges Chlor mit dem Kohlenoxyd des Rauches Phosgen bilden kann (Zangger). Auch kann Phosgen aus Tetrachlorkohlenstoff und rauchender Schwefelsäure entstehen, unter Umständen auch aus Tetrachlorkohlenstoff und glühenden Metallen.

Phosgen ist bei tiefer Temperatur eine farblose, leichtbewegliche, süßlich erstickend riechende Flüssigkeit, die bei $+8,2^\circ$ siedet und bei -126° erstarrt. Das spezifische Gewicht ist bei 0° 1,43. Phosgen ist sehr flüchtig, schon bei Zimmertemperatur verdampft es ohne weiteres zu einem farblosen Gas.

Durch Wasser wird Phosgen sofort in Kohlensäure und Salzsäure zerlegt:



Von allen Einatmungsgiften ist Phosgen das giftigste. Durch Einatmung weniger Milligramme Phosgen können wir Menschen schon tödlich vergiftet werden.

Verdünnte Phosgenluftgemische reizen die menschliche Schleimhaut wenig. Man merkt oft kaum, daß man Phosgen einatmet. Häufig erst nach ein bis zwei Stunden stellen sich die ersten Beschwerden ein, die sich dann bald zu schwersten Krankheitserscheinungen entwickeln und oft den Tod zur Folge haben.



Abb. 38. Die Einwirkung von Phosgen und anderen Kampfgaswolken auf Laub- und Nadelholzbestände: Die „Feuerschutzstreifen“ aus Birken und vereinzelten Eichen sind trotz wiederholter Einwirkung von Phosgen und anderen Kampfgaswolken lebensfähig geblieben, während die Nadelholzbestände, die von den Feuerschutzstreifen eingefasst wurden, vernichtet worden sind und darum abgeholzt werden mußten.
(Aus: Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932)

Konzentrierte Phosgenluftgemische reizen dagegen die Schleimhäute stark und ersticken den Menschen schnell.

Die Franzosen führten diesen gefährlichen Kampfstoff in größeren Mengen zuerst am 21. Februar 1916 bei Verdun für ihr 75-Millimeter-Feldgeschütz in den Gaskampf ein. Frankreich hat allein im letzten Kriege 16000 Tonnen Phosgen verbraucht.

Wenn eine Phosgenwolke über eine Gegend streicht, dann sieht der Pflanzenwuchs bald fahl, öde, kahl und herbstlich aus. Die Blätter fallen von den Bäumen; der grüne Pflanzenwuchs wird durch die abgespaltene Salzsäure schnell zerstört (Plasmolyse). Aber die meisten Pflanzen be-

ginnen nach einiger Zeit wieder zu grünen, da die Zerstörung nicht die Wurzeln trifft; denn der Boden neutralisiert die Wirkung des Phosgens schnell. Am empfindlichsten gegen Phosgen und überhaupt gegen die meisten chemischen Kampfstoffe sind die Nadelhölzer, die darauf angewiesen sind, mit drei bis fünf Jahre alten Nadeln zu assimilieren, d. h. aus unorganischen Substanzen organische zu bilden. Wenn diese Organe stark angegriffen werden, gehen die Baumbestände rettungslos verloren. Laubholz ist dagegen bedeutend widerstandsfähiger. Das kann man noch heute deutlich sehen auf dem früheren Gasplatz Breloh, auf dem ausgedehnte Nadelholzwaldungen standen, die durch Phosgen und andere Kampfgaswolken im Laufe der Jahre bei den Aufräumarbeiten (Explosionen, Sprengungen usw.) vernichtet wurden. Die Nadelholzbestände waren von Feuerschutzstreifen aus Birken und auch aus Eichen eingefaßt. Diese Feuerschutzstreifen aus Birken und Eichen sind trotz wiederholter Einwirkung von Phosgen und andern Kampfgaswolken lebensfähig geblieben, während die Nadelholzbestände vernichtet worden sind, wie uns Abb. 38 zeigt.

Trinkwasser und Nahrungsmittel werden bei einem Zusammentreffen mit dem gasförmigen Phosgen kaum vergiftet, da sich Phosgen in Flüssigkeiten bekanntlich sofort in Kohlensäure und Salzsäure zersetzt. Diese Säuren sind aber meistens so gering, daß eine ernstliche Schädigung für die menschliche Gesundheit nicht in Frage kommt, doch ist immerhin besonders in kalten Jahreszeiten Vorsicht geboten. Der Geschmack der Speisen kann allerdings leiden.

2. Die Wirkung von Phosgen auf den Menschen

Das Krankheitsbild des Phosgenvergifteten

Wir wissen bereits, daß Phosgenluftgemische sehr heimtückisch wirken, daß sie zunächst kaum Beschwerden machen und daß sich erst im Laufe von Stunden allmählich ein ernstes Krankheitsbild entwickelt. Der Mensch merkt und ahnt häufig sein Verhängnis nicht.

Meistens nach ein bis zwei Stunden machen sich die ersten Zeichen einer Atemnot bemerkbar. Die Atemzüge, die normalerweise 18 bis 20 in der Minute betragen, steigen an auf 30, 40, 50; ja, auf der Höhe der Erkrankung zählt man 60 bis 70 Atemzüge. Der Atem jagt förmlich.

Die Kranken ringen nach Luft. Sie keuchen und jammern und stöhnen. Das Gesicht wird blaurot und verquollen. Die Nasenflügel blähen sich weit auf; die Halsgefäße pulsieren stark. Angst und Not stehen in den Gesichtszügen. Gelb-rötlich getönter Schaum quillt häufig aus Mund und Nase hervor.

Die Atembewegungen nehmen gewaltige Dimensionen an. Der Brustkorb rückt in Einatmungsstellung, das Zwerchfell arbeitet stürmisch; selbst die Bauchmuskulatur arbeitet mit, die Flanken schlagen, die Zwischenrippenräume und die Schlüsselbeingruben werden bei der Ein-

atmung stark eingezogen. Alles wird mobil gemacht, um nur eines einzufangen: Luft, Luft, Luft!

Oft stundenlang halten diese maximal gesteigerten Atembewegungen an. Das Bewußtsein wird getrübt; in schweren Fällen versagt das Herz allmählich, zuweilen auch unerwartet plötzlich. Der Kranke stirbt meistens schon in den ersten Stunden des ersten Tages nach der Vergiftung.

Gelingt es, durch geeignete therapeutische Eingriffe, den Kranken zu retten, dann gehen alle diese Erscheinungen meistens schnell zurück, und wenn keine Komplikationen eintreten, dann haben wir häufig schon am 5. bis 6. Tage wieder einen verhältnismäßig gesunden Menschen vor uns.

Bei schwersten Fällen — bei Einatmung sehr hoher Phosgenkonzentrationen — tritt der Tod nicht nach Stunden, sondern schon nach Minuten ein. In ganz leichten Fällen dagegen haben wir nur mäßige Schmerzen und ein Gefühl der Enge auf der Brust und etwas Atemnot: Krankheitserscheinungen, die meistens bereits nach wenigen Tagen schwinden.

Welche Schädigungen sind durch die Phosgeneinatmung im menschlichen Organismus eingetreten, die ein so schweres, erschütterndes Krankheitsbild hervorrufen können?

Die Schädigungen im menschlichen Organismus durch Phosgeneinatmung

Verdünnte Phosgenluftgemische dringen meistens ziemlich ungehindert und vom Menschen wenig bemerkt in die Tiefe der Lungen ein. Nichts wird wieder ausgeatmet, wie es z. B. bei der Blausäure oder dem Kohlenoxyd der Fall ist. Alles eingeatmete Phosgen bleibt in den Lungen und schlägt sich an den zarten Wänden der Lungenbläschen (Alveolen) und der Lungenkapillaren nieder. Diese Lungenkapillaren sind die feinsten Verzweigungen der Blutgefäße in den Lungen; sie umspinnen die Lungenbläschen mit einem feinen Netz, das sich über eine Fläche von 100 qm ausbreitet; denn so groß ist die Gesamtatmungsfläche der Lungenalveolen einer menschlichen Lunge.

Erklärung zu den Abb. 39—44 auf S. 99

Abb. 39—44. Größen- und Gewichtszunahme von Katzenlungen nach einer Phosgenvergiftung im Laufe von 48 Stunden.

(Aus der „Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin“, XIII. Band, 1921)

Durch die Phosgenvergiftung werden die feinsten Blutgefäße (Kapillaren) der Lungen so geschädigt, daß sie für die Blutflüssigkeit (Blutplasma) und später auch für das gesamte Blut durchlässig werden. Infolgedessen treten innerhalb weniger Stunden gewaltige Mengen Blutflüssigkeit (bis zur Hälfte des Gesamtblutplasmas) in die Lungen über: es bildet sich ein sog. Lungenödem. Die Lungen vergrößern sich gewaltig und nehmen bedeutend an Gewicht zu. Nach 5 Std. (Abb. 41) ist das Lungengewicht schon um das Dreifache des Normalen gestiegen, nach 9—10 Std. (Abb. 42) um das Vier- bis Sechsfache und hat damit seinen Höhepunkt erreicht, auf dem es etwa bis zu 48 Std. bleibt (Abb. 43 u. 44). Entweder ertrinkt das Tier — ebenso wie auch der Mensch — in seiner eigenen Blutflüssigkeit, es erstickt also, oder das Lungenödem wird wieder vom Körper aufgesogen. In diesem Falle wird das Blutplasma auf dem Wege über die Lymphbahnen wieder dem Blute zugeleitet, so daß vom 4.—6. Tage an die Lungen wieder normales Gewicht und normale Größe haben können.

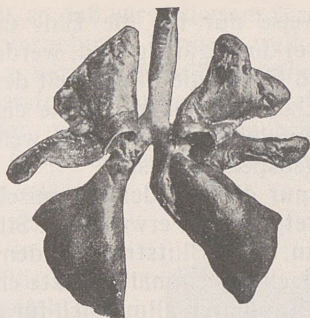


Abb. 39. Normal



Abb. 40. Nach 3 Stunden



Abb. 41. Nach 5 Stunden

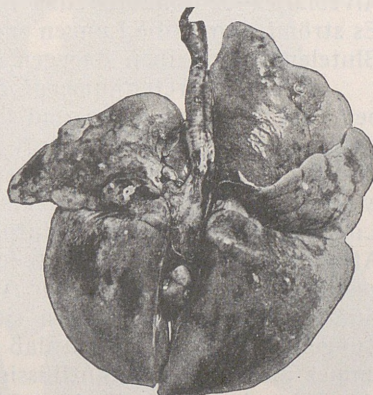


Abb. 42. Nach 9 Stunden

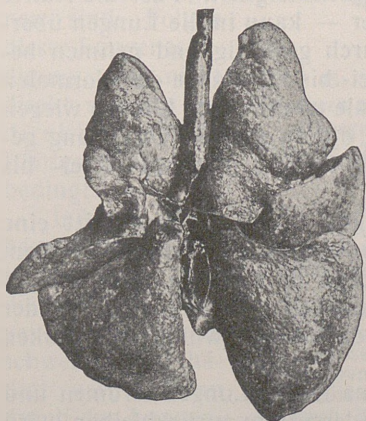


Abb. 43. Nach 24 Stunden

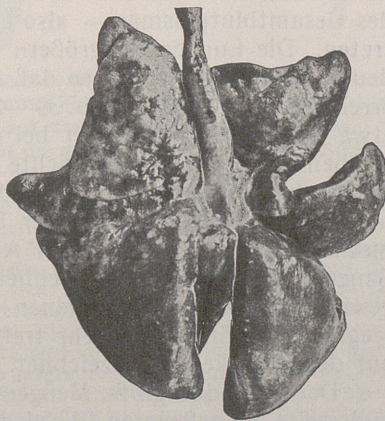


Abb. 44. Nach 48 Stunden

Siehe Unterschrift und Erklärungen zu diesen Abbildungen auf Seite 98

Die Alveolarwände, die normalerweise nur für die Ein- und Ausatemungsluft (Sauerstoff und Kohlensäure) durchgängig sind, werden durch die Phosgeneinatmung so geschädigt, daß sie für die Flüssigkeit des Blutes, das Blutplasma, durchlässig werden. Das Blutplasma ist die eigentliche Blutflüssigkeit, in der die geformten Blutelemente (rote und weiße Blutkörperchen usw.) gleichmäßig verteilt (suspendiert) sind.

Zunächst allerdings erweitern sich nur die von dem chemischen Reiz getroffenen Blutgefäße: die Lunge „errötet“. In der erweiterten Strombahn fließt das Blut langsam und träge dahin. Der Blutstrom in den Lungen kommt mehr und mehr zum Stocken. Doch der einmal gesetzte chemische Reiz wirkt in dem Sinne weiter, daß die Kapillaren allmählich für die Blutflüssigkeit durchlässig werden. Und so sickert aus den Kapillaren durch die Alveolarwände hindurch das Blutplasma in die Lungenalveolen hinein. Es strömt also in die Lungen zunächst nur das Blutplasma; die geformten Blutelemente bleiben dagegen noch im Körperkreislauf zurück.

Allmählich treten immer größere Blutflüssigkeitsmengen aus dem Strombett der Kapillaren aus und überfluten die Lungen: es bildet sich ein sogenanntes Lungenödem, also eine Ansammlung von Flüssigkeit, und zwar von Blutflüssigkeit in den Lungen. Der komplizierte Atemmechanismus wird durch diese Ueberschwemmung mit Blutflüssigkeit roh zerstört. Die Lungenbläschen, die mit Blutplasma vollgelaufen sind, scheiden für die Atmung aus; ganze Lungenteile werden allmählich für die Atmung ausgeschaltet, andere müssen die Arbeit mitübernehmen. In diesen noch gesunden Lungenteilen blähen sich durch die gewaltige Mehrleistung die Lungenbläschen oft so auf, daß sie platzen. Die Lungen laufen allmählich immer mehr voll mit Blutflüssigkeit, bald auch noch mit geformten Blutelementen (roten und weißen Blutkörperchen usw.). Die Lungen saugen sich förmlich wie ein Schwamm voll mit Blutflüssigkeit. Fast die Hälfte des Gesamtblutplasmas — also etwa 3 Liter — kann in die Lungen übertreten. Die Lungen vergrößern sich dadurch gewaltig und nehmen bedeutend an Gewicht zu, so daß sie das Drei- bis Fünffache des Normalen erreichen können (vgl. Abb. 39—44). Normale menschliche Lungen wiegen etwa 500—600 g. Man hat bei Menschen, die an Phosgenvergiftung gestorben waren, Lungengewichte von 2000—2550 g (also das Drei- bis Fünffache des Normalen) gefunden.

Durch den Uebertritt der Blutflüssigkeit in die Lungen tritt eine mechanische Behinderung der Atmung ein, wodurch es bald zu großem Sauerstoffmangel kommt. Schließlich ersticken die Kranken; sie ertrinken gewissermaßen in ihrer eigenen Körperflüssigkeit, ein Zustand, den der seegewohnte Engländer sehr treffend als „dryland drowning“ (Ertrinken auf dem Trockenen) bezeichnet.

Dadurch, daß große Mengen Blutplasma in die Lungen strömen und anderseits die geformten Blutelemente im Adersystem zurückbleiben, wird das Blut in den Adern stark eingedickt: die innere Reibung (Viskosität) des Blutes nimmt zu und seine Gerinnungsfähigkeit erhöht sich bedenklich

(Abb. 45), so daß wir in diesem Stadium z. B. kaum einen Aderlaß mit einer Kanüle vornehmen können, weil sie sich sofort verstopfen würde. Der Blutstrom wird sehr verlangsamt und kann das Gewebe nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgen, wodurch der Sauerstoffmangel sich noch mehr bemerkbar macht (daher die bläuliche Verfärbung der Haut [Cyanose] und die Bewußtseinsstörungen).

Entweder ertrinkt also der Mensch in seiner eigenen Flüssigkeit, d. h. er erstickt oder das Lungenödem wird aufgesogen. In diesem Falle wird das Blutplasma, das in die Lungen geströmt war, auf dem Wege über die Lymphbahnen wieder dem Blute zugeleitet (vgl. Abbildung 46 u. 47).

Das sind die Schädigungen, die Phosgen in den Lungen hervorruft. Alle Schädigungen an anderen Organen sind Folgen dieser Lungenschädigung, also nicht direkt, sondern indirekt durch die Phosgeneinatmung bedingt.

Indirekt ist es besonders die Tätigkeit des Herzens, die durch die Phosgeneinatmung aufs schwerste geschädigt wird. Denn durch das Lungenödem tritt eine mechanische Behinde-



Abb. 45. (Nur für Aerzte wichtig.) **Füllung beider Herzkammern mit Cruorgerinnsel ohne Speckhautbildung nach einer Phosgenvergiftung auf der Höhe des Oedemstadiums.**

(Aus der „Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin“, XIII. Band, Julius Springer, Berlin 1921)

Die normalerweise eintretende Sonderung des Blutes in Cruor- und Speckhautgerinnsel ist ausgeblieben. Das Blut ist zu einer homogenen roten Masse geronnen, weil in dem viskösen, zähflüssigen Blute bereits die Gerinnung eintrat, bevor die roten Blutkörperchen sich senken konnten. (Speckhautgerinnsel entsteht normalerweise dann, wenn die Gerinnung nach der Senkung der roten Blutkörperchen stattfindet.) Diese Cruormassen ohne Speckhaut können sich natürlich nur dann bilden, wenn vorher ein ausgesprochenes Lungenödem bestand. (Übertritt erheblicher Mengen von Blutflüssigkeit in die Lungen, wodurch das Blut stark eingedickt und seine Gerinnungsfähigkeit erhöht wird.) Diese Tatsache der schnellen Gerinnungsfähigkeit des Blutes macht uns den Aderlaß mit einer Kanüle in diesem Stadium meistens unmöglich.

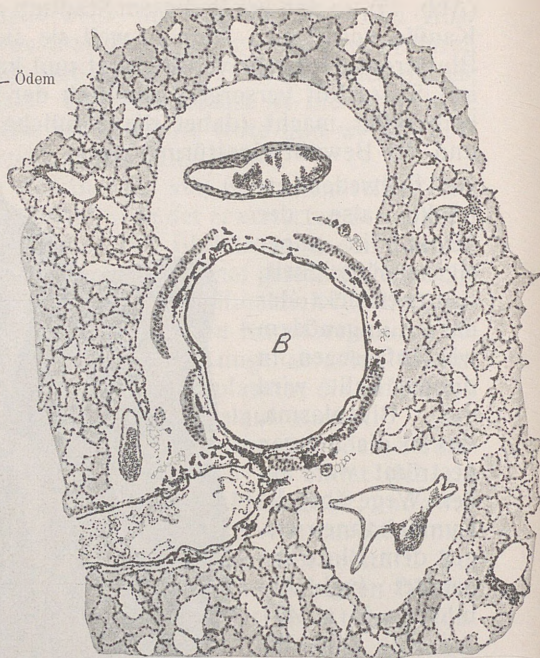
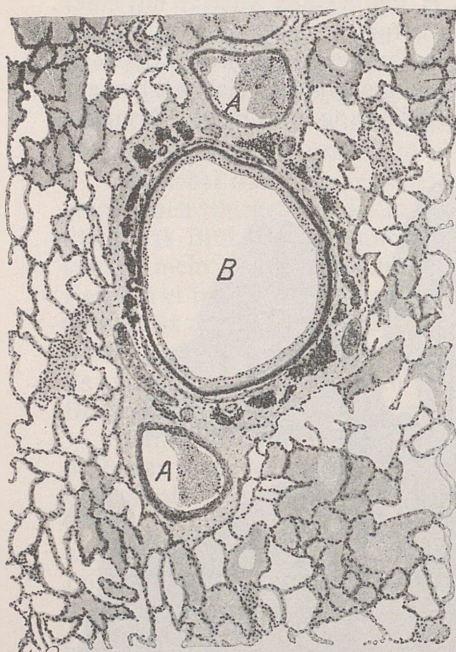


Abb. 46. Nach 5 Stunden

Abb. 47. Nach 9 Stunden

B = Bronchus. A = Arterie mit adventitiellem Lymphraum

Abb. 46 u. 47. (Nur für Aerzte wichtig.) **Bildung und Aufsaugung (Resorption) des Lungenödems nach einer Phosgenvergiftung, auf mikroskopischen Querschnittsbildern dargestellt.** (Aus der „Zeitschr. für die ges. exper. Med.“, XIII. Band, 1921)

Die innerhalb der ersten 3 Stunden nach der Vergiftung in den Alveolen auftretende Oedemflüssigkeit ist zunächst völlig zellfrei. Nach etwa 5 Stunden treten zugleich mit der Flüssigkeit reichlich weiße und vereinzelte rote Blutkörperchen aus den durchlässig gewordenen Kapillaren in die Alveolen über, besonders regelmäßig in der Umgebung der kleinen Bronchen, wo — ebenfalls nach 5 Std. — feinfädiges Fibrin und bald auch Fibrinpfropfe auftreten. Diese fibrinösen Entzündungsherde beruhen nicht auf dem Eindringen von Infektionserregern — dazu wäre die Zeit von 5 Std. zu kurz —, sondern lediglich auf der Wirkung des eingeatmeten Phosgens, es handelt sich also um rein toxisch pneumonische Herde. Diese toxisch pneumonischen Herde leiten über zu den im Laufe des zweiten oder dritten Tages auftretenden Bronchopneumonien. Durch konfluierende Bronchopneumonien können ganze Lungenlappen hepatisiert werden. In diesem Stadium (etwa 3—4 Tage nach der Vergiftung) geht noch ein Teil der Erkrankten zugrunde.

Abb. 46 zeigt uns sehr schön 5 Std. nach der Vergiftung neben normalen, luftgefüllten Lungenbläschen solche Bläschen, die mit zelligem oder zellfreiem Oedem gefüllt sind.

Auf Abb. 47 nach 9 Std. ist die Zahl der luftgefüllten Lungenbläschen schon bedeutend geringer. Das Oedem hat immer mehr die Lungen überschwemmt. Doch die Lungen suchen sich mit auffallender Schnelligkeit dieses Oedems zu entledigen. Sobald die Bildung des Oedems eingesetzt hat, setzt auch schon kurz darauf die Resorption ein, also auch schon nach 3—4 Std. Die Abflußkanäle für das Oedem sind im

rung des kleinen (Lungen-) Kreislaufes ein, da das Oedem die Blutgefäße in den Lungen zusammenpreßt, so daß das Herz schon bei der Versorgung der Lungen mit Blut die größten Widerstände zu überwinden hat. Außerdem muß das Herz das teerartige, zähflüssige Blut durch alle Adern drücken, und dann wird es noch durch die gewaltigen Anstrengungen der Atemmuskulatur stark in Anspruch genommen. Es müssen darum schon die letzten Reserven, die im Herzmuskel schlummern, mobil gemacht werden, wenn diese ungeheure Arbeit geleistet werden soll. Doch viele Herzen erlahmen nur allzu schnell. Es ist besonders das r. Herz, das unter der Last (Kreislaufhindernis + Blutviskosität) bald zusammenbricht. Nur die besten Herzen halten aus. Der Phosgenvergiftete steht und fällt bei so starker Kreislaufbelastung mit der Kraft und Güte seines Herzens.

Die mangelhafte Herztätigkeit, die Erstickung und die Blutviskosität führen natürlich auch zu Stauungserscheinungen in allen übrigen Organen.

Wenn der Mensch hochkonzentriertes Phosgen einatmet, dann kommt es zur Verätzung des Lungengewebes. Die Lungenteile, die in diesem Falle mit Phosgen in Berührung kommen, werden abgetötet, so daß sie nicht mehr zur Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe befähigt sind: es kommt zur Erstickung durch plötzliche Ausschaltung des Lungenkreislaufes und damit zu schnellem Tode in wenigen Minuten.

Da der Tod so plötzlich eintritt, kommt es nicht mehr zur Oedembildung in den Lungen, es kommt auch nicht mehr zu irgendwelchen sekundären Wirkungen in den übrigen Organen. Es handelt sich eben um eine direkte Säureverätzung der Atemwege bis hinab zu den Alveolar- und Kapillarwänden (Abb. 48).

wesentlichen die Lymphbahnen. Am deutlichsten sieht man das an den Lymphbahnen in der Adventitia der Lungenarterien und Lungenvenen. Die Adventitia ist ein lockeres bindegewebiges Maschennetz, in dessen Lücken ein Netz von Lymphgefäßen liegt. Alle diese adventitiellen Maschenräume beginnen sich nach 5 Std. zu füllen (vgl. Abb. 46). Je mehr die Flüssigkeit in den Alveolen zunimmt, desto stärker füllen sich auch die adventitiellen (perivaskulären) Lymphräume der Lungengefäße. Auf der Höhe der Exsudationsbildung sehen wir die Gefäßquerschnitte von ungemein breiten Lymphsäumen umgeben, die sich mit den Lymphgefäßnetzen der Bronchen zu großen, ununterbrochenen Lymphräumen vereinigen. Aus allen diesen Lymphräumen — sowohl den in der Tiefe der Lungen wie den an der Oberfläche unter dem Brustfell gelegenen — ergießt sich die Flüssigkeit in langsamem Strome durch den Ductus thoracicus in die Blutbahn zurück. Dem Blute, das einen großen Teil seines Plasmas in die Lungenalveolen abgegeben hatte, wird also die verlorengegangene Flüssigkeit zum Teil wieder zugeführt.

Bis etwa zur 9. Stunde ist die Exsudation stärker als die Resorption. Auf der Höhe der Erkrankung (also von 9—48 Std.) halten sich Exsudation und Resorption annähernd das Gleichgewicht. Vom 3. Tage an überwiegt die Resorption, und die Lymphräume um Bronchen und Gefäße nehmen an Breite ab und sind vom 4. Tage ab zu normalem Umfange zurückgekehrt.



Abb. 48.

Abb. 48. Katzenlungen nach der Einatmung hochkonzentrierten Phosgens. (Aus der „Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin“, XIII. Band, Julius Springer, Berlin 1921). Die Einatmung hoher Phosgenkonzentrationen führt zur Säureverätzung der Atmungsorgane. Die Lungen sind zum großen Teil braun verfärbt, trocken und von lederartiger derber Konsistenz; sie sehen wie gekocht aus. Die Braunfärbung der Lungen beruht darauf, daß durch Einwirkung der Salzsäure auf das Hämoglobin der roten Blutkörperchen Hämatin gebildet wird. Die Salzsäure spaltet sich in großen Mengen aus dem Phosgen ab. Bei der Sektion der Lungen findet man die Kapillaren prall mit zerstörten roten Blutkörperchen gefüllt. Infolge des plötzlichen Blutstillstandes in der Strombahn der Lungen kommt es zur schnellen Erstickung durch Behinderung des Gasaustausches. Da der Tod meistens sehr rasch erfolgt, kommt es auch nicht mehr zur Oedembildung, also auch nicht zu einer Größen- und Gewichtszunahme der Lungen. Ursache des schnellen Todes ist also die Erstickung durch plötzliche Ausschaltung des kleinen (Lungen-) Kreislaufes. Die Säureverätzung bleibt auf die Lungen beschränkt, denn Herz, Brustwand und Zwerchfell zeigen die normale rote Farbe. Die Einatmung hochkonzentrierten Phosgens übt mithin eine rein örtliche Wirkung auf die Lungen aus, in welchen es infolge der Salzsäureabspaltung zur Verätzung des Gewebes und zur Zerstörung des Blutes unter Hämatinbildung kommt.

3. Hilfe und Heilung bei der Phosgenvergiftung

Wie helfe ich mir selbst?

Vollkommen gesichert ist der, der eine gut verpaßte Gasmaske (Maske mit Atemfilter) sein eigen nennen kann, die er in gefährdeten Zeiten und in gefährdeten Gebieten immer griffbereit zur Hand haben muß. Besitzer von Gasmasken sind aber die wenigsten.

Was macht man, wenn man ohne Gasmaske von einer Phosgenwolke überrascht wird?

Man bewahrt zunächst Ruhe, Vernunft und Ueberlegung. Nur der wird diese Eigenschaften haben, der das Wesen der Wirkungsweise des Phosgens, wie überhaupt das Wesen der Wirkungsweise von Gasen kennt. Angst und Furcht sind die schlechtesten Berater; sie führen zur Panik und Panik verlangt neue Opfer.

Überrascht einen draußen eine Phosgenwolke, dann so schnell wie möglich versuchen, aus dem Phosgenbereich herauszukommen. Aus den Gaswolken herauslaufen, nicht mit den Gaswolken laufen (stets entgegengesetzt der Windrichtung oder quer zur Windrichtung)! Den Atem anhalten! Wenn nichts zur Hand, dann ein feuchtes Tuch vor Mund und

Nase halten; in höchster Not mit Urin anfeuchten! Ist man aus der Gefahrenzone heraus, dann sich ausruhen, sich hinlegen; selbst dann ausruhen, wenn man das Gefühl hat, nicht vergiftet zu sein. Die Gefahr der Vergiftung besteht immer, wenn man nur in der Nähe einer Phosgenwolke gewesen ist. Entweder bei schönem Wetter draußen sich hinlegen oder in dem ersten, nicht mehr gefährdeten Hause sich ausruhen. Keine Treppen steigen; warten, bis Hilfe kommt; nicht zum Krankenhaus laufen! Durch all diese Bewegungen (erhöhter Sauerstoffbedarf) wird der Zustand nur noch verschlimmert, denn jede unnötige Bewegung verdirbt die Chance der Heilung. Darum sich transportieren lassen und Ruhe bewahren.

Wird man in Friedenszeiten in einem Hause durch Phosgenwolken überrascht und besteht keine Möglichkeit zu schnellster Flucht, dann schnell die oberen Stockwerke des Hauses aufsuchen (Phosgen ist schwerer als Luft); Türen, Fenster usw. mit feuchten Decken und ölgetränkten Tüchern abdichten. Sich ruhig verhalten. In Kriegszeiten müssen wegen der Bombengefahr die Schutzräume aufgesucht werden oder — wenn nicht vorhanden — Keller, deren Fenster unbedingt mit feuchten Decken, Sandsäcken usw. abgedichtet sein müssen.

Das sind Gasgefahren von außen; droht eine Vergiftung z. B. im Laboratorium oder in einer Fabrik, dann schleunigst heraus aus den Räumen an die frische Luft. Außerhalb der Gefahrenzone sich ausruhen, Hilfe abwarten. Kann man die Räume nicht verlassen, dann schleunigst alle Fenster und Türen öffnen.

Wie helfen die Rettungsmannschaften?

Von der richtigen ersten Hilfeleistung hängt das Schicksal des Phosgenvergifteten ab.

Regeln für den aktiven Teil¹ der Bevölkerung, also für die Angehörigen des Sicherheits- und Hilfsdienstes, des Werklufschutzes und der Selbstschutzkräfte (Luftschutzhauswarte und Hausfeuerwehren) usw.:

Nur mit Gasmaske in die Gefahrenzone hineingehen! Ruhe und Besonnenheit bewahren, planmäßig und in ruhiger Ueberlegung vorgehen! Immer bedenken, was man tut, und warum man es tut!

Das Wichtigste: Die Phosgenvergifteten so schnell wie möglich aus der Gefahrenzone herausholen, sie in frische, reine Luft bringen. Dann unbedingte Ruhe, d. h. die Kranken nicht gehen lassen, sie nach Möglichkeit auf Tragbahnen, wenn auch behelfsmäßig hergerichtet, tragen, sie nicht weit transportieren. Die Kranken müssen bei schönem Wetter draußen in Abständen von 3—5 m (Gefahr neuer Vergiftung durch Ausdünstung von Phosgen aus den Kleidungsstücken!) gelagert werden. Der Sinn dieser Maßnahmen ist, das Atembedürfnis so klein wie möglich zu halten, d. h. das Sauerstoffbedürfnis auf ein Minimum zu beschränken.

¹ Der passive Teil sucht Schutzräume auf.

In Kriegszeiten müssen alle Sicherheitsvorschriften mit unnachsichtlicher Strenge durchgeführt werden. Auf strengste Straßendisziplin achten; viel Unheil entsteht durch Indolenz, Leichtsinn und Gleichgültigkeit.

Wichtig für das Sanitätspersonal

Vorsichtig den Vergifteten die Oberkleider abnehmen, sie in Decken einhüllen (wegen der Gefahr der Abkühlung Wärmflaschen usw.). Sie überhaupt behutsam und warm betten zur Verhütung von Erkältungskrankheiten (Lungenentzündungen usw.). Wenn die Kranken in Krankentragen transportiert werden, dann die Fenster öffnen (Gefahr neuer Vergiftung wegen der Ausdünstung aus den Kleidungsstücken!), die Kranken gegen Zugluft schützen.

Vor allem sehen, schnellstens Aerzte zu bekommen; wenn nicht möglich, dann nicht tatenlos zusehen, wie sich der Zustand verschlimmert, sondern den Kranken rechtzeitig Sauerstoff zuführen (nicht warten, bis große Atemnot und Blaufärbung des Gesichts sich einstellen). Nie Sauerstoff unter Druck zuführen, daher kein Pulmotor, sondern Sauerstoff-Inhalationsgeräte (vgl. Abb. 34, 35 u. 36)! Wer es gelernt hat, soll den Kranken bei Schwächeanfällen belebende und die Atmung anregende Mittel, z. B. 1 ccm Cardiazol unter die Haut — evtl. nach 20—30 Minuten wiederholen — einspritzen. Aber das Wichtigste bleibt: immer wieder Sauerstoff zuführen. Streng verboten: Morphin einzuspritzen (selbst wenn der Kranke noch so aufgeregt ist und vor Schmerzen stöhnt). Die meisten Kranken werden schon ruhig, wenn sie reichlich Sauerstoff bekommen.

Niemals künstliche Beatmung vornehmen! Bei Augenentzündungen die Augen ausspülen mit lauwärmer 3% Borwasserlösung. Vor Abtransport den Kranken Täfelchen umhängen mit kurzer Angabe über Vorgeschichte, bisherige Behandlung usw. zur Orientierung des behandelnden Arztes.

Bei Unglücksfällen (Undichtwerden oder Platzen von Phosgentanks wie beim Hamburger Phosgenunglück) gefährdete Häuserblocks räumen lassen. Verdünnte Phosgenluftgemische werden durch Windstöße, Wirbelwinde usw. sehr leicht in die Höhe getrieben. Aufsteigende Luftströme auch in den Häusern!

Gefährdete Straßen in weitem Umfange für den Verkehr sperren, nicht nur die Straßenzüge, wo man angeblich Gaswolken gesehen hat.

Beruhigend auf die Bevölkerung einwirken. Jeden Menschen, der glaubt, Phosgen eingeatmet zu haben, so behandeln, als wenn er schwer erkrankt sei, d. h. strengste körperliche und seelische Beruhigung. Dafür sorgen, daß die Vergifteten transportiert werden, und daß sie nicht selbst in die Krankenhäuser laufen. Selbst vollkommen gesund aussehende Menschen können nach einigen Stunden schwere Vergiftungserscheinungen zeigen. Das Urteil — ob vergiftet oder nicht — immer dem Arzte überlassen.

Wie hilft der Arzt?

Eine kausale Therapie, d. h. das Phosgen als solches im Körper zu vernichten, wie man es z. B. im Laboratorium durch Ammoniak, Alkohol und Wasser kann, ist nicht möglich, da sich Phosgen im Körper sofort und augenblicklich in praktisch unwirksame Substanzen (Salzsäure und Kohlensäure) zersetzt.

Wegen dieser schnellen Zersetzbarkeit wird es uns wohl nie gelingen, das eingeatmete Phosgen vor Entfaltung seiner schädigenden Wirkung im Organismus zu zerstören.

Wissenschaftliche Überlegungen haben zu dem Vorschlage geführt, die Lungenwände so abzudichten, daß das Blut nicht in sie einströmen, daß also das lebensbedrohende Lungenödem sich nicht entwickeln könne. Im Kalk z. B. hätten wir theoretisch ein derartiges Mittel; und sicherlich stecken im Kalk für die Therapie der Phosgenvergiftung noch große Hoffnungen und Möglichkeiten. Denn Kalk besitzt die Eigenschaft, Zellmembranen abzudichten, so daß der Durchtritt von Flüssigkeiten gehemmt wird. Darum kann man, um die Entstehung und die Entwicklung des Lungenödems zu hemmen, wiederholt 10 ccm Calcium-Sandoz (glukonsaures Calcium) intravenös oder intramuskulär einspritzen oder intravenös 1 g Bromcalcium in 20 ccm einer 35%igen Traubenzucker- oder KaloroseLösung, die man am besten in gebrauchsfertigen Ampullen verwendet. Bromcalcium hat gegenüber dem Chlorcalcium den Vorteil einer beruhigenden Wirkung, und die Verabreichung in hypertonischer Traubenzuckerlösung wirkt überdies wasserentziehend und entquellend auf das Lungengewebe¹.

Durch intravenöse Einspritzungen von hypertonischen Traubenzuckerlösungen versucht man, gewissermaßen durch osmotischen Zug das Lungenödem aus den Lungen herauszuziehen. Doch alle diese Maßnahmen sind in ihrem Erfolg noch unsicher und zweifelhaft. Darum ist — weil häufig lebensrettend! — die rechtzeitige Anwendung verhältnismäßig sicherer therapeutischer Mittel wichtig. Das sind — außer Ruhe —

Sauerstoff — Herzmittel — Aderlaß

Bei Sauerstoffmangel (gekennzeichnet durch Atemnot und Cyanose): Früh reichlich Sauerstoff geben, nicht erst starke Cyanose abwarten! Sauerstoff nicht unter Druck (daher auch kein Pulmotor), da Gefahr der Zerreißung der geblähten Lungenalveolen und damit Entstehung von interstitiellem Lungen- und Mediastinalemphysem.

Keine künstliche Beatmung und keine Asthmamittel!

Rechtzeitig das Herz kräftigen durch intravenöse Injektion von 1 Ampulle ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mg) Strophanthin, evtl. — je nach Verhalten des Pulses — die Wirkung unterstützen durch subkutane oder intramuskuläre Gaben von 2—4 ccm Oleum camphoratum forte. Den Kreislauf nötigenfalls durch Analeptica (Cardiazol, Hexeton) stützen.

¹ Vgl. Leschke, Erich: Die wichtigsten Vergiftungen, S. 132, 1933.

Daran anschließend nach 10 bis 15 Minuten (nach Möglichkeit innerhalb der ersten Stunden nach der Vergiftung)

ausgiebiger Aderlaß

(je nach Konstitution 500—800—1000 ccm).

Technik des Aderlasses: Umgebung der Armbeugevene mit Alkohol säubern, schmerzlos machen durch Injektion von Novocain (Vorsicht, nicht in die Vene injizieren), Oberarm abbinden (Taschentuch genügt), Vene durch 1 cm Längsschnitt freilegen, Vene dann anstechen und langsam Blut ablaufen lassen.

Macht das Herz während des Aderlasses Schwierigkeiten, dann Aderlaß unterbrechen, Herz und Kreislauf von neuem durch Herzmittel (Strophanthin usw.) und Analeptica (Cardiazol usw.) stärken, erst dann wieder im Aderlaß fortfahren!

Den Aderlaß nicht mit Kanüle vornehmen, da diese sich wegen der hohen Viskosität des Blutes leicht verstopft und außerdem meistens die gewonnene Blutmenge zu gering ist.

Der Aderlaß, das souveräne Mittel in der Behandlung der Phosgenvergiftung, beseitigt:

1. Die Bluteindickung durch Einströmen von Gewebswasser in die Blutbahn;

2. die Ueberlastung des r. Herzens und die Zirkulationsstörungen.

Der Erfolg ist oft überraschend: die Stauungserscheinungen und die Atemnot schwinden, das Bewußtsein wird klar, der Kranke wird ruhig, die Herztätigkeit setzt lebhaft ein. In den ersten Stunden und Tagen nach dem Aderlaß dem Herzen weiter die größte Aufmerksamkeit schenken. Bei Herzschwäche: weiter Strophanthin, Digipuratum einspritzen, den durch Phosgen gesunkenen Gefäßtonus und Blutdruck aufrichten durch Cardiazol, Hexeton usw., später Digitalispräparate (z. B. täglich dreimal 10—15 Tropfen Digalen).

Gegen den Reizzustand der Augen: Wiederholtes Entfernen des Sekretes, Auswaschen mit einer lauwarmen 3% Borwasserlösung, Einstreichen einer alkalischen Augensalbe:

Rp.	
Natr. biborac. subt. pulv.	1,0
Natr. bicarbon. purissim.	2,0
Aquae	
Adipis lanæ anhydr.	āā 10,0
Vaselin. americ. alb.	ad 100,0

Weiter 1% ige Zinksulfatlösung, Schutz gegen Lichteinfall (Augenklappe).

Gegen den Reizzustand von Rachen, Kehlkopf (Husten), Luftröhre: Feuchte Luft (Bronchitiskessel), Inhalationen mit Eukalyptusöl, Emser Salz, 1% Kochsalzlösung, Codein (zwei- bis dreimal täglich eine Tablette 0,025), Gurgeln mit Kaliumpermanganat; Cardiazol-Dicodid (dreimal täglich 20 Tropfen), auch Eukodaltabletten 0,005 evtl. kombiniert mit 1 Ampulle (1 ccm) Bellafolin Sandoz subkutan.

Gegen Schmerzen: Kein Morphinum (Gefahr für das Atem-

zentrum!). Wenn man ohne heroische Schmerzstillungsmittel glaubt absolut nicht auskommen zu können, dann 1 ccm Dilaudid (Knoll) subkutan oder auch $\frac{1}{2}$ —1 ccm Eukodal subkutan. Gegen Kopfschmerzen Pyramidon.

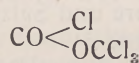
Gegen Unruhe: Erhöhte Sauerstoffzufuhr, Aderlaß, milde Schlaf- und Beruhigungsmittel. Kein Chloralhydrat (Schädigung des Kreislaufes!).

Zur Beruhigung ängstlicher Patienten (durch Schreck usw.) oder aufgeregter Mitläufer: 1 Schluck Kognak.

Bei drohendem Atemstillstand: Lobelin (Ingelheim) 0,003 bis 0,006 g langsam intravenös.

In der Rekonvaleszenz: Weiter sorgfältige Beobachtung und Pflege. Wenn keine Komplikationen auftreten (Pneumonien, Bronchopneumonien, zu deren Verhütung man einige Tage Chininpräparate wie Solvochin und Transpulmin intramuskulär gibt), vom achten bis zehnten Tage ab vorsichtig aufstehen lassen. Keine Anstrengungen! Rauchen verbieten! Liegekuren, später Atemübungen. Als Expectorans: Kalium jodatum (8,0/200,0). Fürs Herz: innerlich Digalen, Digipuratum u. dgl. Bei Labilität des Kreislaufes Sympatol (3mal tägl. 20 Tropfen). Kräftige Nahrung. Auf den Kranken seelisch gut einwirken (Lebenswillen und Selbstvertrauen stärken!); wie überhaupt in allem ruhig zu Werke gehen. Um den unruhigen Kranken von Anfang an eine Atmosphäre von Ruhe ausbreiten!

B. Perchlorameisensäuremethylester



Deutsch: Perstoff. Französisch: Surpalite. Englisch: Diphosgen

1. Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches

Wir Deutschen führten diesen Kampfstoff zum ersten Male am 19. Mai 1916 bei Chattancourt an der Maas in den Gaskrieg als „Grünkreuzkampfstoff“ ein. In der Nacht vom 22. zum 23. Juni 1916 verfeuerten wir bereits bei Fleury vor Verdun innerhalb acht Stunden 110000 Grünkreuzgranaten. Perstoff war die deutsche Antwort auf das sehr gefährliche Phosgen, das die Franzosen schon am 21. Februar 1916 mit ihren 75-mm-Feldgeschützen verschossen hatten.

Perstoff verhält sich wegen seiner geringen Flüchtigkeit wie Wasser; man gießt diesen Kampfstoff wie Wasser in die Granaten; natürlich mit der gebotenen Vorsicht, da sein Dampf ebenso gefährlich ist wie Phosgen.

Perstoff ist ungefähr von gleicher Wirksamkeit wie Phosgen. Seit der Einführung dieses Kampfstoffes konnte das Artilleriegasschießen erst in größerem Maßstabe durchgeführt werden, weil von da an Gasgranaten in großen Mengen leicht hergestellt werden konnten. Seit dieser Zeit begann das Artilleriegasschießen immer mehr in den Mittelpunkt aller Kampfhandlungen zu treten.

Es ist natürlich notwendig, beim Füllen von Geschossen Gasmasken zu tragen, aber irgendwelche Spritzer auf die Haut schaden nicht; sie rufen weder Reizung noch Entzündung hervor.

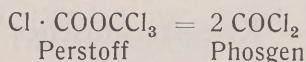
Perstoff war der Typus des deutschen Offensivkampfstoffes, da er wegen seiner schnellen Verdampfung bald aus dem beschossenen Gebiet verschwindet. Allerdings bleibt dieser Stoff länger liegen als Phosgen, so daß man immerhin einige Stunden warten muß, ehe man ein mit Perstoff beschossenes Gelände wieder betreten kann.

Die Granaten, die mit Perstoff gefüllt waren, wurden von uns Deutschen mit einem grünen Kreuz bezeichnet. Nach diesem Zeichen haben die übrigen Kampfstoffe, die zu dieser Gruppe gehören, also Phosgen, Chlor und Chlorpikrin, den Namen „Grünkreuzkampfstoffe“ erhalten.

Wegen seines geringen Dampfdruckes und der damit verbundenen geringen Flüchtigkeit muß Perstoff künstlich verdampft oder vergast werden, was man dadurch erreicht, daß die Granaten mit einer Sprengladung versehen werden.

Der reine Perstoff ist eine farblose, ölige Flüssigkeit, die bei 127° siedet und ein spezifisches Gewicht von 1,65 besitzt. Das technische Produkt reizt zu Tränen und ist fast ebenso giftig wie Phosgen. Auf die Geschmacksnerven wirken schon kleine Perstoffmengen insofern unangenehm ein, als z. B. Zigarren und Zigaretten einen faden Geschmack bekommen. Eine Vergiftung von Nahrungsmitteln sowie von Getränken durch perstoffhaltige Luft ist, genau wie bei Phosgen, kaum zu befürchten, da es sich sehr rasch in Kohlensäure und Salzsäure zersetzt. Auf Pflanzen wirkt Perstoff ebenso wie Phosgen.

Wie eng die Verwandtschaft zwischen Perstoff und Phosgen ist, sieht man schon daraus, daß Perstoff vermutlich in 2 Moleküle Phosgen zerfällt:

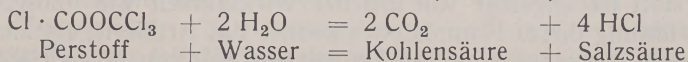


Deswegen bezeichnen die Engländer diesen Kampfstoff auch als „Diphosgen“.

2. Die Wirkung von Perstoff auf den Menschen

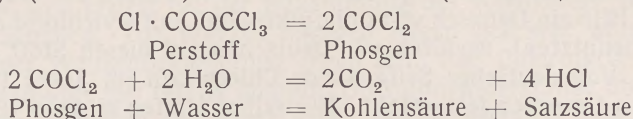
Die große Giftigkeit des Perchlorameisensäuremethylesters (Perstoff) ist vielleicht nicht eine spezifische Eigenschaft, sondern ist wahrscheinlich zurückzuführen auf den leicht eintretenden Zerfall in Phosgen.

Durch Wasser wird Perstoff, genau wie Phosgen, zersetzt in Kohlendioxyd (Kohlensäure) und Chlorwasserstoff (Salzsäure) nach der Formel:



Wenn Perstoff in das Innere des Organismus gelangt, so kommt er hier mit wässriger Flüssigkeit in Berührung und unterliegt der Zersetzung durch Wasser genau wie Phosgen. Das Schicksal des Perstoffes im Organismus

wird wohl so sein, daß zunächst Phosgen gebildet wird, das dann weiter in Kohlendioxyd (Kohlensäure) und Chlorwasserstoff (Salzsäure) zerfällt. Also:



Wenn die Umwandlung des Perstoffs im Organismus nach dieser Formel vorgehen sollte, dann wäre seine Giftwirkung auf die Giftwirkung des Phosgens zurückzuführen, und tatsächlich stimmen die Krankheitserscheinungen, die durch Perstoff hervorgerufen werden, weitgehend überein mit denen des Phosgens. Das Krankheitsbild ähnelt sich so, daß man aus den Vergiftungserscheinungen und dem Verlauf der Krankheit nicht schließen kann, ob der Vergiftete Phosgen oder Perstoff eingeatmet hat.

Auch beim Einatmen von Perstoff haben die Kranken zunächst nur geringe Beschwerden, allerdings brennen die Augen stärker als bei Phosgen und die Kranken haben auch ein eigenartiges, beklemmendes Gefühl auf der Brust. Wer wiederholt Perstoff eingeatmet hat, wird dieses fatale Gefühl der Beklemmung nicht vergessen.

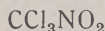
Aber diese Anfangsbeschwerden gehen meistens in frischer Luft bald vorüber und nach 1—2 Stunden zeigen sich dann oft die ersten Anzeichen einer schweren Vergiftung.

3. Hilfe und Heilung bei der Perstoffvergiftung

Ein sicherer Schutz ist die Gasmaske (Maske mit Atemfilter) z. B. die S-Maske. Die Behandlung perstoffvergifteter Menschen ist genau so wie die phosgenvergifteter Menschen, da praktisch zwischen Phosgen und Perstoff in der Wirkungsweise auf den Menschen keine Unterschiede bestehen. Darum haben sich die Aerzte, Rettungsmannschaften und die Kranken bei einer Perstoffvergiftung genau so zu verhalten, wie bei einer Phosgenvergiftung.

Wenn die Luft geschlossener Räume durch Perstoff verunreinigt ist, dann reinigt man sie am besten durch einen Sprühregen aus einer Lösung von 240 g Schwefelleber und 140 ccm Seifenlauge in 10 l Wasser. Es genügt aber auch schon eine wässrige Sodalösung. Sorge für Luftzug ist selbstverständlich.

C. Chlorpikrin



Deutsch: Klop. Französisch: Aquinite. Englisch: Vomiting gas

1. Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches

Chlorpikrin wurde bereits 1848 von dem englischen Chemiker Stenhouse entdeckt, der es durch Einwirkung von Chlorkalk auf Pikrinsäure erhielt. Sein stechender Geruch und die außerordentlich stark reizende

Wirkung auf Augen und Atmungsorgane waren schon lange vor dem Kriege bekannt. Im Kriege selbst waren es zuerst die Russen, die im Sommer 1916 ein Gemisch von Chlorpikrin mit Sulfurylchlorid zur Geschosfüllung benutzten¹, wodurch wir Deutschen auf diesen Stoff aufmerksam wurden. Von deutscher Seite wurde Chlorpikrin im Jahre 1916 auch in englischen Granaten festgestellt. Wir selber setzten es dann 1916 bei Blasangriffen dem Chlor zu, um die feindlichen Gasmasken, die damals noch nicht sicheren Schutz gegen Chlorpikrin boten, zu durchschlagen.

In großen Mengen haben wir es von 1917 ab in Granaten in Mischung mit Perstoff als Grünkreuz I verschossen.

Diese Verbindung (nach amerikanischen Angaben 65 % Perstoff und 35 % Chlorpikrin) wurde von deutscher Seite zuerst mit großem Erfolg 1917 gegen das italienische Heer verwandt.

Die Werke, in denen diese Grünkreuzgranaten, also Perstoff in Mischung mit Chlorpikrin (Klop) gefüllt wurden, hießen auf dem Gasplatz Breloh „Klopper“-werke.

Die Alliierten verschossen Chlorpikrin sehr häufig in Mischungen von 80 % Chlorpikrin mit 20 % Zinntetrachlorid. Diese Mischung nannten die Engländer „NC-mixture“.

Der Kampfstoff kann leicht aus Pikrinsäure und Chlorkalk hergestellt werden.

Chlorpikrin ist in reinem Zustande eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit, die bei $-69,2^{\circ}$ erstarrt und bei 113° siedet; das spezifische Gewicht ist 1,66. Das technische Produkt, wie es meistens verwendet wird, ist mehr oder minder gelb gefärbt.

Chlorpikrin wird im Gegensatz zu Phosgen und Perstoff durch Wasser, verdünnte Alkalien und Säuren nicht zersetzt.

In organischen Lösungsmitteln, wie z. B. Alkohol, ist es leicht löslich, in Wasser dagegen fast unlöslich. Es besitzt deutlich oxydierende Eigenschaften. So wandelt es das Hämoglobin des Blutes in Methämoglobin.

Gaswolken, die Chlorpikrin enthalten, wirken auf Pflanzenwuchs ähnlich schädlich wie Phosgen, aber die Pflanzen erholen sich bald wieder.

In Friedenszeiten wird Chlorpikrin zur Schädlingsbekämpfung benutzt. Durch seine stark reizende Wirkung wird es schnell vom Menschen wahrgenommen, so daß Unglücksfälle leicht ausgeschaltet werden können; auch ist es als Gas nicht brennbar und nicht explosiv. „Der Umstand, daß Chlorpikrin Gewebe und Pelze nicht angreift, Farben nicht schädigt und auch bei Abwesenheit von Feuchtigkeit Metalle nicht ändert, ebenso wie die Backfähigkeit des Getreides und des Mehles dadurch nicht beeinträchtigt wird, würde dieses Gas für die Schädlingsbekämpfung geeignet erscheinen lassen. Seine Einbürgerung in der Praxis ist dadurch gehemmt, daß die Giftwirkung auf manche Schädlinge zu wünschen übrigläßt und vor allem auch die Gefahr der Keimschädigung für zahlreiche Sämereien mit sich

¹ Vgl. Hanslian, Rudolf: Der chemische Krieg, I. Bd., 3. Aufl., 1937, S. 74 u. 126.

bringt“¹. Die Anwendung des Chlorpikrins für die Hausschädlingsbekämpfung geschieht entweder durch Zerstäubung oder durch Verdampfung. Gute Erfolge sind erzielt bei der Bekämpfung des Kornkäfers, der Mehlmotte, der Schaben. Die Wanzen dagegen zeigen sich sehr widerstandsfähig. Bei der Wanzenbekämpfung ergab sich, daß Chlorpikrin im Vergleich zur Blausäure nur relativ langsam Diffusionswiderstände überwindet und stark von Geweben absorbiert wird. Darum gestaltet sich auch die Entlüftung von Räumen, die mit Chlorpikrin durchgast sind, oft recht langwierig (Frickhinger). Zur Bekämpfung der Bodenschädlinge ist Chlorpikrin nicht geeignet. Schwefelkohlenstoff ist ihm darin weit überlegen.

2. Die Wirkung von Chlorpikrin auf den Menschen

Chlorpikrin ist schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr flüchtig und reizt in diesem Zustande heftig die Augen und die Schleimhäute der oberen Luftwege, so daß ein starkes Tränen der Augen und ein quälender Husten einsetzt. An der Augenbindehaut, aber auch an der Hornhaut werden oft hartnäckige Entzündungen hervorgerufen.

Nach amerikanischen Messungen muß der Mensch schon nach 3 bis 30 Sekunden seine Augen schließen in einer Atmosphäre, die auf 1 000 000 Teile Luft nur 2 bis 25 Teile Chlorpikrin enthält.

Neben dieser sehr stark reizenden Wirkung besitzt Chlorpikrin auch eine große Giftigkeit. Luft, die im cbm 2 g Chlorpikrin enthält, ist für den Menschen bereits nach kurzer Zeit lebensgefährlich.

Nach der Einatmung feldmäßig erreichbarer Chlorpikrinkonzentrationen bildet sich beim Menschen ein entzündliches Lungenödem von fast gleichem Charakter und von fast gleichen Folgen wie bei einer Phosgenvergiftung². Doch beschränkt sich seine Wirkung — im Gegensatz zu Phosgen und Perstoff — nicht rein örtlich auf die Lungen, sondern es wird wegen seiner Nichtzersetzlichkeit resorbiert, so daß es auch noch andere Organe schädigen kann; es ist besonders das Herz und das Zentralnervensystem, die unter der Giftwirkung — ganz besonders nach Einatmung höherer Konzentrationen — zu leiden haben. Infolge der Schädigungen des Zentralnervensystems treten früh Schwindel und Benommenheit ein. Durch die Resorption des Chlorpikrins treten auch Störungen im Verdauungskanal auf, die sich in Magenbeschwerden und Erbrechen (daher der Name „Vomiting gas“ = Brechgas) äußern. Doch das Schicksal der Kranken hängt meistens weniger von der resorptiven Schädigung als von der örtlichen Schädigung der Lungen, d. h. von der Schwere des Lungenödems ab.

Durch die außerordentlich starke Reizwirkung wird der Mensch — im Gegensatz zu Phosgen — frühzeitig gewarnt.

¹ Vgl. Frickhinger, H. W.: Gase in der Schädlingsbekämpfung, S. 17 ff. Paul Parey, Berlin 1933.

² Vgl. Gildemeister, M. und Heubner, W.: Die Chlorpikrinvergiftung. In der Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin, Bd. XIII, S. 291 ff. Julius Springer, Berlin 1921.

3. Hilfe und Heilung bei der Chlorpikrinvergiftung

Arzt, Rettungsmannschaften und Kranke verhalten sich bei der Chlorpikrinvergiftung genau wie bei einer Phosgenvergiftung.

Höchste Aufmerksamkeit verdienen die Augenverletzungen, da oft langanhaltende Entzündungen, besonders auch der Hornhaut, durch Chlorpikrin entstehen! Wie die Behandlung der Augen am besten durchzuführen ist, darüber lese man auf S. 141ff. nach.

Schutz: Einen vollkommenen Schutz bietet die Gasmaske (Maske mit Atemfilter), z. B. die S-Maske. Luft, die mit Chlorpikrin vergiftet ist, kann gereinigt werden durch Verspritzen einer Lösung von 240 g Schwefeleber und 140 ccm Seifenlauge in 10 l Wasser.

D. Chlor Cl_2 .

Französisch: Berthollite.

1. Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches.

Chlor wurde im Jahre 1774 von Karl Wilhelm Scheele entdeckt. Er fand schon, daß Chlor stark ätzend wirkt und zum Husten reizt. Chlor wird bereits seit langer Zeit als Desinfektionsmittel verwendet.

In den Gaskampf wurde Chlor am 22. April 1915 bei Ypern eingeführt. Die Gegner, die in diesem Frontabschnitt zwischen Bixschoote und Langemarck lagen, waren hauptsächlich französische Kolonialtruppen, Zuaven und Turkos. Tod, Verwirrung und Entsetzen brachten diese Chlorgaswolken dem Feinde. Die feindliche Front wurde in einer Breite von 6 km aufgerissen; aber militärisch wurde dieser Erfolg von deutscher Seite bekanntlich nicht ausgenutzt, da man die Wirkung nicht voraussehen konnte und infolgedessen die benötigten Reserven nicht bereitgestellt hatte (vgl. S. 16ff.).

Seit diesem „schwarzen Tag von Ypern“ registriert die Kriegsgeschichte den eigentlichen Beginn des Gaskampfes¹.

Viele chemische Kampfstoffe werden mit Hilfe von Chlor dargestellt. Wenn wir Chlor nicht hätten, dann wäre die Herstellung der gefährlichsten chemischen Kampfstoffe und somit ein chemischer Krieg kaum möglich.

Der Verbrauch an Chlor war während des letzten Krieges so gewaltig, daß wir Deutschen im Herbst 1918 monatlich 1000 t produzierten. Die Chlorproduktion der Vereinigten Staaten von Amerika soll gegen Ende des Krieges täglich allein 100 t betragen haben².

Die Erzeugung von Chlor kann deswegen in fast unbeschränkten Mengen erfolgen, weil das Ausgangsmaterial — das Steinsalz (Natrium-

¹ Daß aber Deutschland nicht der Urheber des Gaskrieges gewesen ist, dazu vgl. S. 14 in diesem Buche.

² Meyer, Julius, a. a. O., S. 329ff.

chlorid) — in fast allen Ländern in unerschöpflicher Menge zur Verfügung steht.

Chlor wird meistens auf elektrolytischem Wege gewonnen, indem der elektrische Strom durch eine wässrige Kochsalzlösung hindurchgeleitet wird; an der Anode wird dann gasförmiges Chlor frei, das abgepumpt wird, während an der Kathode gasförmiger Wasserstoff frei wird, den man in eiserne Flaschen füllt und hauptsächlich zum autogenen Schweißen und auch zur Füllung von Luftschiffen gebraucht.

Auch andere Chloride, wie Kaliumchlorid und Magnesiumchlorid, kommen für die Erzeugung in Frage.

Chlor ist ein grünlich-gelbes Gas von stechendem Geruch. Es ist leicht löslich in Wasser und läßt sich leicht zu einer dunkel-grüngelben Flüssigkeit vom Siedepunkt — 33,6° verflüssigen. In dieser verflüssigten Form gelangt es in Stahlflaschen in den Handel.

Größere Mengen verflüssigten Chlors bilden beim Verdunsten mit dem Wasserdampfe der Luft weiße Nebel.

Ein Liter gasförmigen Chlors wiegt bei 20° C 2,95 g; es ist demnach etwa 2,5mal so schwer wie Luft. (Ein Liter Luft wiegt bei 20° C 1,205 g.)

Das ist einer der Gründe, daß Chlor sich gut zum chemischen Kampfstoff eignet, aber da Chlor bald durch wirksamere Kampfstoffe ersetzt werden konnte, so hat es als Kampfstoff an Bedeutung und Wert verloren. Beim Gasangriff von Ypern (22. April 1915) waren die deutschen Truppen provisorisch geschützt mit Mullpäckchen, die mit einer Lösung von Thio-sulfat und Soda getränkt waren und die vor Mund und Nase gebunden wurden. Die Augen waren außerdem noch durch eine Brille geschützt. Die mit dem Chlorflascheneinbau betrauten Pionierbataillone 35 und 36 und die für diese Arbeiten herangezogenen Hilfsmannschaften der Infanterie trugen zu ihrem Schutz den sogenannten „Selbstretter Dräger-Tübben“, der bereits vor dem Kriege vom Drägerwerkin Lübeck für bergmännische Zwecke entwickelt und hergestellt worden war. Bis zum 22. April 1915 waren 3000 „Selbstretter“ für den Ypernabschnitt geliefert worden (Hanslian).

Ein Kilogramm verflüssigten Chlors liefert etwa 400 l Chlorgas. Dieses grüngelbliche Gas gehört zu den reaktionsfähigsten Elementen, die wir kennen, und geht darum mit den meisten anderen Elementen neue Verbindungen ein. Darum tritt Chlor in der Natur auch nie in freiem Zustande auf.

Chlor findet in Friedenszeiten ausgedehnte Verwendung zur Desinfektion von Trinkwasser und Abwässern, beim Bleichen von Papier, Baumwolle, Mehl usw.

2. Die Wirkung von Chlor auf den Menschen.

Chlor ist ein typisches Reiz- und Aetzgas, das sowohl auf die oberen als auch auf die unteren Luftwege einwirkt. Die Wirkung ist in ihren Einzelheiten noch nicht ganz geklärt.

Man nimmt zum Beispiel an, daß durch das Zusammentreffen von Chlor mit dem feuchten Gewebe (Schleimhäuten usw.) Salzsäure gebildet wird und daß diese Salzsäurebildung die schädliche Wirkung des Chlors hervorruft.

Henderson und Haggard¹ stellen sich die Wirkung folgendermaßen vor:

Wenn Chlor mit den feuchten Schleimhäuten zusammentrifft, dann entzieht es dem im Gewebe enthaltenen Wasser den Wasserstoff (Dehydrierung); dadurch wird Sauerstoff frei, und es bildet sich gleichzeitig Salzsäure. Die Reizung der Gewebe wird also wesentlich durch Oxydation hervorgerufen; außerdem spielen hier noch die Säurewirkungen des Chlorwasserstoffes und andere Chlorierungsprozesse eine Rolle.

Da Chlor ein starkes Reizgas ist, so bewirken schon geringe Mengen eine Reizung der Schleimhäute, die sich zunächst in Husten und Schnupfen äußert; die Augen tränen, und bei längerer Einwirkung treten bald Schmerzen unter dem Brustbein auf; es kommt zur Absonderung von zähem Schleim, der häufig mit Blut durchsetzt ist. Bei stärkeren Konzentrationen (0,28—2,8 mg auf ein Liter Luft) tritt plötzlich große Atemnot ein; Schweiß bricht aus, der Kopf wird blaurot, der Puls klein, und es erfolgt schneller Tod. Wie überhaupt bei Einatmung konzentrierten Chlorgases schnell der Tod eintritt.

Hohe Konzentrationen reizen außerdem die Haut, so daß der Mensch das Gefühl des Brennens und des Stechens hat; auch Entzündungserscheinungen der Haut treten auf. Wenn Arbeiter lange in Chlorbetrieben arbeiten (Textilbetrieben, Bleichräumen von Papierfabriken usw.), dann wird die Haut runzlig, die Menschen altern frühzeitig und bekommen eine bleiche, etwas grünliche Farbe. Da die Lungen in einem chronischen Reizzustande sind, haben diese Arbeiter ständig unter einer Bronchitis zu leiden und nicht selten treten bei ihnen auch Lungenblutungen auf.

3. Hilfe und Heilung bei der Chlorvergiftung

Wenn man Chlorvergiftete wie Phosgenvergiftete behandelt, dann handelt man richtig. Also: möglichst schnell aus der Gefahrenzone heraus, Ruhe, Wärme, vorsichtiger Transport, reichliche Sauerstoffzufuhr, Analeptica (Cardiazol usw.), Herzmittel (Strophanthin). In schweren Fällen Aderlaß; gegen Husten Codein. Kein Morphium und keine künstliche Beatmung; bei Bindehautentzündung alkalische Augensalbe (vgl. S. 108).

Schutz: Spezialatemfilter (auch S-Filter). Um bei Rohrbrüchen oder dergleichen größere Chlormengen unschädlich zu machen, empfiehlt Wilper², gegen die ausströmenden Gasschwaden Wasser mittels Brausestrahlröhren in breiter Front einwirken zu lassen; dadurch sollen auch die Gaswolken von den Rettungsmannschaften stärker abgedrängt werden.

Nachweis: Jodkaliumpapier wird in chlorvergifteter Luft blau gefärbt.

¹ Flury, F. und Zernik, F., a. a. O., S. 117.

² Wilper, L.: Ein großer Chlorausbruch in einer Cellulosefabrik. „Draeger-Hefte“, Sept.-Okt. 1931.

Gelbkreuzkampfstoffe

Aetzende Kampfstoffe

[Dichlordiaethylsulfid (= Lost, Senfgas, Yperit), Chlorvinylarsindichlorid (= Lewisit), Aethylarsindichlorid (= Dick), Methylarsindichlorid]

Frühling 1922. Ich komme an einem Märzorgen zu den Arbeitern, die auf dem Gasplatz Breloh seit langer Zeit Gelbkreuzgranaten entlaborieren. Die Frühlingssonne scheint, sie scheint so schön und doch so erbarmungslos in die Gesichter. Ich erschrecke: Wie sehen die meisten Arbeiter aus? Was mir die ganzen Wintermonate über nicht aufgefallen war, fällt mir heute im hellen Licht der Frühlingssonne auf. Trotzdem doch der Arbeitstag erst beginnt, machen viele Arbeiter einen so müden, elenden, hinfalligen Eindruck; besonders die älteren Leute sehen so schlecht aus. Ihre Stimme ist heiser, fast tonlos; die Augen sind gerötet und schimmern etwas gelblich durch; der Blick ist müde und an den Händen sind überall kleine eiternde Schwären, die zum Teil notdürftig verbunden sind.

Ganz besonders macht mir der Arbeiter B. Sorge, ein sonst kräftiger, gesunder Mensch. Er ist auffallend abgemagert. Ich frage, was mit ihm ist. Er weiß so recht keine Antwort zu geben; in letzter Zeit „hänge ihm das Zeug so am Leibe“; trotzdem er gutes Essen hätte, magere er immer mehr ab, und die kleinen Spritzer und „Dinger“ auf der Haut, die früher noch abgeheilt wären, wollten überhaupt nicht mehr heilen.

Was ist mit diesen Arbeitern? Durch die monatelange Einatmung allergeringster Spuren Gelbkreuz (Dichlordiaethylsulfid) ist eine langsame, fast unmerklich einsetzende Schädigung im Gesamtstoffwechsel eingetreten, die sich in einem allmählichen Kräftezerfall äußert.

Ein rätselhaftes Gift! Wenn man diese Arbeiter aus den Betrieben herausnimmt und sie besonders gut ernährt, dann erholen sie sich zwar, aber sehr langsam, oft erst nach Monaten.

So zeigt sich die chronische Einwirkung geringster Gelbkreuzspuren auf den menschlichen Organismus.

Die akute, plötzliche Einwirkung ist aber noch bedeutend schlimmer. Wenn Gelbkreuz (Dichlordiaethylsulfid) in Substanz direkt auf die Körperoberfläche, also besonders auf die Haut, kommt und wenn flüchtiges gasförmiges Gelbkreuz eingeatmet wird, dann ist die Wirkung noch viel augenfälliger und verheerender als bei der chronischen Einwirkung.

Werfen wir deswegen — ehe wir vom Gasplatz zurückkehren — noch einen Blick in die Revierstube, in der mehrere akut verletzte Gelbkreuzkranke liegen.

Es herrscht in dem Krankenzimmer eine gedrückte Stimmung. Die Kranken tragen große Verbände. Die Augenlider der Kranken sind zum Teil vollkommen verquollen, auch die Gesichter sind verquollen und aufgedunsen. Die Stimme ist tonlos, der Husten ist bellend und heiser. Die Kranken liegen zusammengekauert da, mißmutig und verzweifelt. Sie murmeln und stöhnen leise vor sich hin. Sie sind so gar nicht zugänglich für ein freundliches Wort. Wenn man sie neu verbinden will, dann bitten und flehen sie: nur nicht an den Verbänden zu rühren; nur nicht neu verbinden! Denn sie hätten so gräßliche Schmerzen.

Es gibt Kranke, die schon monatelang hier im Revier liegen. So außerordentlich schlecht heilen die Wunden.

Das ist die akute Wirkung von Gelbkreuz (Dichlordiaethylsulfid) auf den menschlichen Organismus.

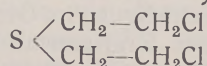
Während bei den Grünkreuzkampfstoffen (Phosgen, Perstoff, Chlorpikrin, Chlor) sich häufig das Schicksal eines Kranken in den ersten 24 Stunden zum Guten oder Schlechten entscheidet, so daß wir schon nach wenigen Tagen verhältnismäßig gesunde Menschen vor uns haben können, ziehen sich die Folgen der Gelbkreuzschädigungen oft monatelang hin. Dieser Kräfteverfall und diese Wunden, die Wochen und Monate zum Heilen brauchen, machen den Verletzten außerdem so wenig widerstandsfähig gegen andere Krankheiten.

Bei Grünkreuz gibt es vor allen Dingen keine Hautverletzungen, sondern die Grünkreuzkampfstoffe sind reine Einatmungsgifte, während Gelbkreuz uns Menschen nicht nur durch die Einatmung mit allen ihren Folgen schädigt, sondern ganz besonders auch die Haut aufs schwerste verletzt, die bei Einwirkung von Grünkreuzkampfstoffen vollkommen intakt bleibt.

So ist Gelbkreuz (Dichlordiaethylsulfid) wohl das gefährlichste und auch das rätselhafteste Gift von allen chemischen Kampfstoffen.

Wir müssen uns damit eingehend beschäftigen.

A. Dichlordiaethylsulfid



Deutsch: Gelbkreuzkampfstoff, Lost¹. Englisch: Mustard Gas = Senfgas².

Französisch: Ypérite³

1. Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches

Dichlordiaethylsulfid ist ebenso wie Phosgen schon lange vor dem Kriege bekannt gewesen, wenn es auch in der chemischen Industrie keine Verwendung gefunden hat.

¹ Vgl. Anmerkung S. 33.

² Das technische Produkt hat einen charakteristischen Geruch nach Meerrettich oder Senf.

³ Von den Franzosen „Ypérite“ genannt, weil dieser Kampfstoff von uns Deutschen zuerst in der Flandernschlacht bei Ypern in der Nacht vom 12. zum 13. Juli 1917 verschossen wurde.

Vielleicht hat schon Richie 1854 diese chemische Verbindung in unreiner Form gekannt¹.

Im Jahre 1860 erhielt A. Niemann durch Einwirkung von Aethylen auf Chlorschwefel eine Flüssigkeit, die — nach seiner ausgezeichneten Charakteristik zu urteilen — unreines Dichlordiaethylsulfid gewesen sein wird.

Auch der englische Chemiker Guthrie scheint im Jahre 1860 schon Dichlordiaethylsulfid in unreiner Form gefunden zu haben.

Aber erst Victor Meyer war es, der im Jahre 1886 Dichlordiaethylsulfid rein dargestellt hat. Einige Jahre darauf hat dann der große deutsche Augenarzt Theodor Leber mit diesem Stoff Versuche an Augen angestellt². Aber dann ist es still geworden um diesen Stoff, besonders wohl, weil das Experimentieren mit ihm als recht gefährlich erkannt war.

Erst als im Jahre 1917 in Deutschland die Frage nach einem Defensivkampfstoff akut wurde, besann sich die Wissenschaft auf diese gefährliche chemische Verbindung. Sie wurde bekanntlich in der Nacht vom 12. zum 13. Juli 1917 in der Flandernschlacht bei Ypern — daher heißt sie in der Welt auch heute noch „Yperit“ — von uns Deutschen in den Gaskampf eingeführt. Dieser Kampfstoff ist für uns Deutsche während des Krieges ein außerordentlich wichtiger Helfer, besonders in der Defensive, gewesen. Unsern Gegnern gelang die Herstellung in großen Mengen zunächst nicht. Die Franzosen waren es dann, die vom Juli 1918 an täglich etwa 20 t fabrizierten und die diesen Kampfstoff auch in größeren Mengen gegen uns verschossen haben.

Wegen seiner geringen Flüchtigkeit wurde Dichlordiaethylsulfid im Felde fast ausschließlich durch Artillerie verschossen, gelegentlich aber auch durch Gas- und Minenwerfer. Die beim Explodieren der Gelbkreuzgeschosse entstehenden Kampfgaswolken wirken nicht nur auf die Atmungsorgane, sondern auch auf die Haut. Diese Wirkung ist um so unangenehmer, da die Schädigung sich häufig erst nach Stunden bemerkbar macht.

Dichlordiaethylsulfid kann bei trockenem Wetter tage- und wochenlang im Gelände liegenbleiben, ohne an Kraft einzubüßen, so daß selbst dann noch schwerste Verletzungen hervorgerufen werden können. Aus diesem Grunde ist dieser Kampfstoff der Typus eines Defensivkampfstoffes geworden; denn das Betreten des mit Dichlordiaethylsulfid vergifteten Geländes ist mit größter Gefahr verbunden.

Wie lange sich Dichlordiaethylsulfid halten und dann noch Schaden anrichten kann, dafür ein Beispiel: Bekanntlich flogen bei der großen Explosion auf dem Gasplatz Breloh am 24. Oktober 1919 48 Gebäude der Grün- und Gelbkreuzwerke in die Luft. Bei den Aufräumarbeiten in den Jahren 1919—1925 wurden im wesentlichen nur Granaten, Kampfstoffbehälter, und was sonst noch gefährlich war, beiseite geschafft und vernichtet. Ziegel, Zement, Schutt, Mörtel blieben zum großen Teil liegen. In den

¹ Fries, Amos und West, Clarence S., Major, USA.: Chemical Warfare, McGraw Hill Book Company, New York 1921.

² Leber, Th.: Die Entstehung der Entzündung und die Wirkung der entzündungserregenden Schädlichkeiten, S. 338. Leipzig 1891.

Jahren 1933/34 wurden dann von Arbeitsfreiwilligen die alten Fundamente der Gebäude, Zementblöcke, Ziegelsteine usw. weggeräumt, um sie für Straßenbauzwecke wieder verwenden zu können. Bei diesen Aufräumarbeiten haben sich einzelne Arbeitsfreiwillige noch Hautschädigungen durch Gelbkreuz zugezogen, also noch 14—15 Jahre nach der Explosion. Das poröse Baumaterial (Ziegel, Mörtel, Mauerwerk usw.) hatte wahrscheinlich bei der Explosion das flüssige Dichlordiaethylsulfid in sich aufgesogen, und beim Zerschlagen und Zertrümmern dieser Baustoffe durch die Arbeitsfreiwilligen traten — für das Auge unsichtbar — Spuren wirksamen Gelbkreuzes zutage. Es handelte sich hierbei selbstverständlich um tiefgelegene Trümmer, die den Witterungseinflüssen, der Luft usw. nicht ausgesetzt waren. Aber es ist doch bemerkenswert, daß der Kampfstoff überhaupt noch nach so langer Zeit wirken konnte, ein Zeichen für seine große Haltbarkeit und Beständigkeit unter günstigen Bedingungen. Natürlich hatte die Kraft der Wirkung nachgelassen, aber immerhin vermochte der Kampfstoff doch noch Blasen an den Händen hervorzurufen; aber zu einer nennenswerten Tiefenwirkung bes. zu Gewebseinschmelzungen (Nekrosen usw.) kam es nicht. Doch die Heilung dauerte im Durchschnitt noch 10—18 Tage.

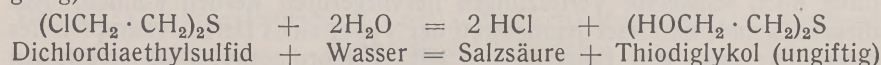
Ueber der ganzen Arbeitsstätte lag immer ein leichter, charakteristischer Gelbkreuzgeruch. Diese geringen Spuren Gelbkreuz in der Luft riefen bei einigen Arbeitsfreiwilligen noch Kehlkopfkatarrh (Heiserkeit) und leichte Augenbindehautentzündungen hervor.

Die deutschen Geschosse, die mit Dichlordiaethylsulfid gefüllt waren, trugen im Weltkrieg ein gelbes Kreuz (vgl. Abb. 2), daher wurde dieser Kampfstoff von uns als „Gelbkreuz“ bezeichnet.

Es gibt verschiedene Herstellungsverfahren; meistens geht man aus vom Thiodiglykol, das mit konzentrierter Salzsäure verestert wird.

Dichlordiaethylsulfid ist eine wasserhelle Flüssigkeit vom Siedepunkt 215,5°, die einen eigentümlichen, unangenehmen, entfernt an Meerrettich, Senf, Zwiebeln erinnernden Geruch hat. Die Flüchtigkeit (Sättigungskonzentration) des Dichlordiaethylsulfids bei Atmosphärendruck nimmt mit steigender Temperatur zu. Sie beträgt bei 14° z. B. 345 mg im cbm, bei 39° bereits 2980 mg im cbm.

Mit Wasser kann man diese chemische Verbindung kaum mischen, und sie ist auch darin schwer löslich, während sie in Chloroform, Benzol, Alkohol usw. leicht löslich ist. Mit Wasser setzt sie sich schon bei Zimmertemperatur langsam in Chlorwasserstoff (Salzsäure) und Thiodiglykol (ungiftig) um nach der Formel:



Durch Oxydationsmittel, wie Chlorkalk, Kaliumpermanganat, Wasserstoffsuperoxyd, Salpetersäure, wird Dichlordiaethylsulfid leicht oxydiert. Durch siedendes Wasser wird es schnell zerstört.

Da die Flüchtigkeit des Stoffes so außerordentlich gering ist, verrät er sich nicht auf der Haut durch Kältegefühl oder durch andere Empfindungen. Darum empfiehlt es sich, beim Arbeiten mit diesem Stoff die Hände immer wieder mit trockenem Chlorkalk oder mit Chlorkalkbrei abzureiben, selbst dann, wenn man glaubt, keine Spuren an den Händen zu haben; wie überhaupt Chlorkalkbrei immer bereit stehen muß, auch wenn man als Arzt Gelbkreuzkranke behandelt.

Wenn man aber Chlorkalk und kochendes Wasser zur Hand hat und wenn man außerdem die Eigenarten dieses Kampfstoffes kennt, dann läßt sich mit ihm trotz seiner Gefährlichkeit und Giftigkeit verhältnismäßig leicht arbeiten.

2. Die Wirkung von Dichlordiaethylsulfid auf den Menschen

Schädigungen der Haut

Wenn wir einen großen Tropfen Dichlordiaethylsulfid auf die Haut eines Menschen bringen, dann äußert der Patient keine Empfindungen, wie Schmerzen, Brennen, Jucken, Kältegefühl: er fühlt und spürt den Tropfen nicht.

Der Tropfen zieht nur sehr langsam in die Haut ein. Wenn er eingezogen ist, dann ist oft 2 Stunden lang weder subjektiv noch objektiv auf der Haut irgend etwas festzustellen. Es ist, als wenn nichts geschehen wäre. Die Haut sieht aus wie jede andere Haut auch; ganz anders also, als wenn wir einen Tropfen einer Säure oder heißen Wassers aufgetropft hätten.

Häufig erst nach 2 Stunden beginnt eine leichte fleckförmige Rötung sich von der gesunden Umgebung abzuheben.

Nach 5—6 Stunden haben wir eine intensive Rötung, die nach 13 bis 15 Stunden blaß wird und sich scharf von der Umgebung abhebt. Nach etwa 20—24 Stunden sprießen von der Umrandung des Tropfens, der sich nicht unerheblich ausgedehnt hat, kleine Bläschen auf (vgl. Abb. 49). Diese Bläschen fließen ineinander, so daß vereinzelt größere Blasen entstehen, die wie große Perlen wirken. Das ganze blasse Feld in der Mitte ist dann eingefafßt von Perlenschnüren (vgl. Abb. 50).

Nach 3 Tagen werden die Blasen an der Peripherie runzlig, der Inhalt, der flüssig war, wird sulzig; die Blasen schrumpfen immer mehr ein und in der Mitte des Entzündungsherd ist die Haut nur etwas aufgelockert; eine einzige, große Blase entwickelt sich im Gegensatz zum Lewisit (vgl. Abb. 58) bei Dichlordiaethylsulfid nicht oder seltener, wenn wir Dichlordiaethylsulfid in Substanz auf die Haut aufgetropft haben.

Etwa vom 4. Tage an beginnt rings um den Entzündungsherd sich eine blaurote Verfärbung zu entwickeln, die allmählich in eine kupferfarbene, braune Pigmentierung übergeht (6.—8. Tag). Diese Pigmentierung wird immer dunkler und dehnt sich allmählich ziemlich weit aus, so daß wir z. B. bei einer Verletzung des Unterarms diese Pigmentierung häufig über den ganzen Arm fleckförmig zerstreut oder geschlossen vorfinden. Zugleich schwillt der ganze Arm ödematös und teigig an, auch dann, wenn die Blasen vollkommen erhalten sind, so daß wir eine Sekundärinfektion als Ursache für die Anschwellung mit Sicherheit ausschließen können. Diese Pigmentierung in Verbindung mit der starken Anschwellung möchte ich auffassen als äußeres Zeichen der schweren Erschütterungen und entzündlichen Vor-

gänge, die schon geringe Mengen dieses Giftes in den Zellen und Zellverbänden des ganzen Armes hervorrufen. So etwas von Wirkung und Fernwirkung kennen wir bei anderen hautätzenden Kampfstoffen nicht. Diese Pigmentierung fehlt bei Lewisit und anderen hautätzenden Kampfstoffen vollkommen, was differentialdiagnostisch zu wissen für den Arzt wichtig ist, wenn er z. B. Kampfstoffverletzungen etwa 4—6 Tage nach der Einwirkung in seine Behandlung bekommt oder wenn er — was im Kriege sehr häufig vorkommt — zu Beginn der Behandlung nicht weiß, welcher Kampfstoff bei einem Verletzten eingewirkt hat. Wenn sich dann inner-

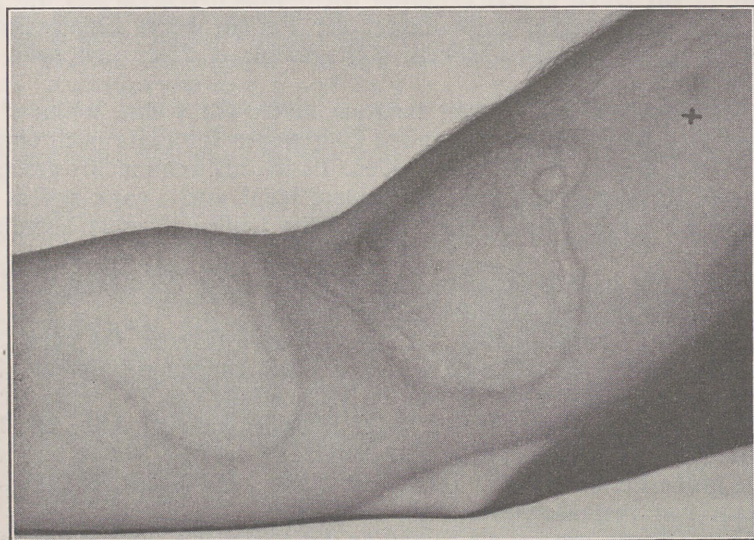


Abb. 49. Wirkung von 2 Dichlordiaethylsulfidtropfen nach 24 Stunden. Man sieht sehr schön, wie die ersten Bläschen in der Peripherie wie Perlschnüre aufsprießen. Oben rechts der schwarze Fleck (+) war auch ein Dichlordiaethyltropfen, der nach 3 Minuten mit Chlorkalkbrei abgerieben wurde, so daß nur eine Rötung (Erythem) entstand, ein Zeichen, das Chlorkalkbrei in den ersten 3—10 Minuten bei allen Hautschädigungen ein ausgezeichnetes Zerstörungsmittel gegen Gelbkreuz ist.

(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932)

halb von 8 Tagen um die Wundflächen eine braune, kupferfarbene, oft fast dunkle Pigmentierung zeigt, dann kann er mit Sicherheit daraus schließen, daß er eine Dichlordiaethylsulfidverletzung vor sich hat und kann danach seinen Heilplan einrichten.

Der Verlauf der Hautschädigung hängt ab von der Menge des Giftes, die auf die Haut eingewirkt hatte, und von dem Eindringen von Bakterien, also von einer Infektion, die leicht hinzutritt. Die Bakterien verzögern den Krankheitsverlauf; aber es ist vor allen Dingen das Gift selbst, das den chronischen Verlauf des Krankheitsbildes hervorruft.

Der Blaseninhalt ist nicht giftig. Daß man immer noch geneigt ist, den Inhalt der Blasen als giftig anzusehen, liegt vielleicht daran, daß nach der Verletzung in der Umgebung großer Blasen häufig nach einigen Tagen noch kleine Bläschen auftreten. Die Ursache hierfür ist, daß die letzten Ausläufer eines Tropfens noch zu wirken beginnen, oder daß in den Härchen oder dem Zeug noch minimale Mengen Dichlordiaethylsulfid vorhanden sind, die zunächst nicht stark genug sind, um eine Reizung oder eine Blasenbildung zu erzeugen, sondern die erst eine gewisse Anlaufzeit zur Wirkung gebrauchen.

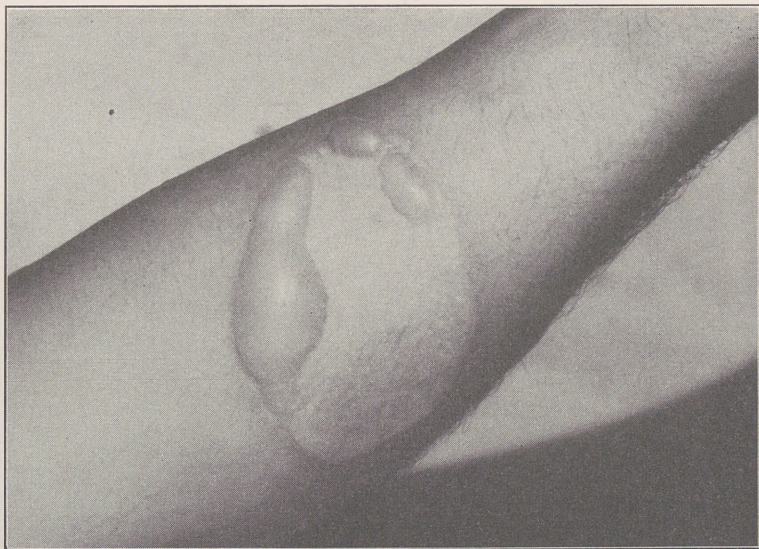


Abb. 50. **Wirkung eines Dichlordiaethylsulfidtropfens.** Aufgenommen nach 1 Tag 2 Stunden. Der blasse (anämische) zentrale Herd wird von peripher stehenden Blasen (Perlenschnüren) eingefasst, die nicht zu einer einzigen großen Blase zusammenfließen, wie etwa bei Lewisit (vgl. Abb. 58).

(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932)

Im Laufe vieler Jahre habe ich den Inhalt ungezählter Dichlordiaethylsulfid-Blasen über meine Hände fließen lassen, ohne irgendwie geschädigt zu werden. Da ich aber gewöhnt war, bei der Arbeit an Gelbkreuzverletzten meine Hände mit Chlorkalk abzureiben, so hätte der Chlorkalk vielleicht die Ursache der Nichtschädigung sein können. Darum entschloß ich mich, den Inhalt der Dichlordiaethylsulfid-Blasen wiederholt in mein Auge (Bindehautsack) zu träufeln. Ergebnis: Das Auge blieb klar und ohne jede Entzündung und Trübung. Die gleichen Versuche habe ich mit dem Inhalt von Lewisit- und Aethylarsindichlorid(Dick-)blasen gemacht. Auch hier genau dieselben Ergebnisse.¹

¹ Näheres nachzulesen bei Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz, S. 75ff. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932.

Wenn man die Blasen sofort nach dem Entstehen — also in den ersten 24 Stunden — öffnet, dann haben wir einen roten, sogar blutigen Untergrund, der aber bald schmierig belegt und mißfarben wird.

Bei den schweren Verletzungen sehen die Wunden nach etwa 10 bis 14 Tagen wie tot aus. Es ist gar kein Leben in der Wundfläche, man sieht nur ausgedehnte, zähe, nekrotische Massen; es sind auch gar keine Ansätze zu irgendeiner Heilung festzustellen. Die Wundflächen bieten für lange Zeit das Bild einer schweren Nekrose (Gewebeinschmelzung [vgl. Abb. 51]).

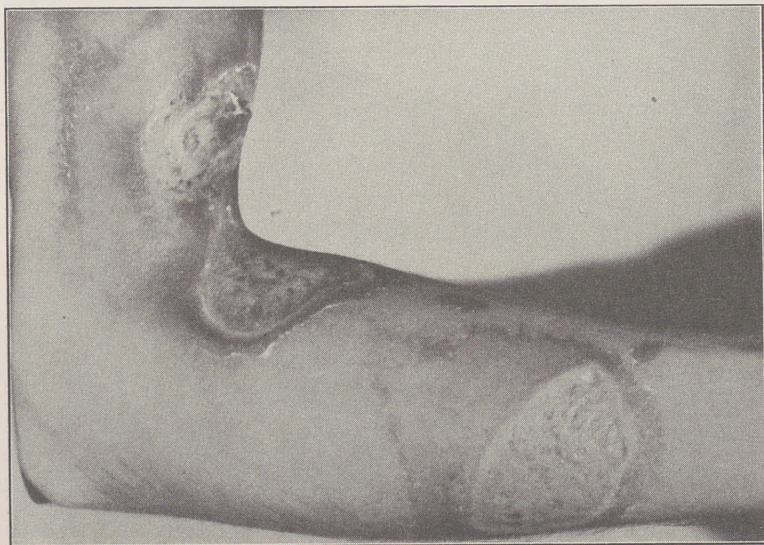


Abb. 51. Wirkung von 3 Tropfen Dichloräthylsulfid nach 25 Tagen. Bei der Verletzung rechts unten sind die nekrotischen Partien bereits abgestoßen, bei den oberen Verletzungen noch nicht.

(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932)

In diesem Stadium haben die Kranken sehr heftige Schmerzen, die noch gesteigert werden durch das Eindringen von Bakterien (Sekundärinfektion). Die Wundflächen liegen wie in einer Mulde, man hat den Eindruck, als ob sich Dichloräthylsulfid ganz eingefressen hätte (vgl. Abb. 51).

Wenn man z. B. mit einem scharfen Löffel von den nekrotischen Partien etwas wegkratzen will, so ist das kaum möglich, und wenn es möglich ist, dann stößt man trotz Abkratzens nicht auf gesundes Gewebe. Bei diesen Wundflächen kann man deswegen immerzu kratzen, ohne daß es zu einer Blutung kommt. Nur an den Rändern blutet es und auch nur an den Rändern sind die großen Schmerzen. Denn nur die Ränder ent-

halten noch gesundes Gewebe, während in der Mitte alles tot ist. Das nekrotische Gewebe beginnt häufig erst nach 3 Wochen sich zu lösen und der Reinigungsprozeß dauert oft noch wochenlang. Nur allmählich wird dieses nekrotische Gewebe eingeschmolzen und dann abgestoßen, und zwar meistens von den Rändern aus.

Selbst wenn die nekrotischen Partien abgestoßen sind, haben wir noch lange nicht einen gesunden Untergrund vor uns. Ueber dem Gewebe liegt dauernd ein leichter gelblicher Schleier. Man hat den Eindruck, daß wohl gesunde Fleischwarzen (Granulationen) hervorsprossen, die aber

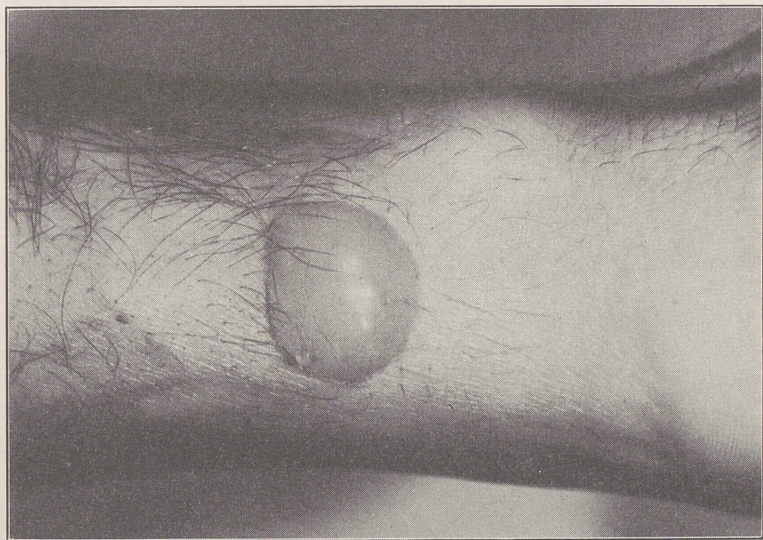


Abb. 52. Die Wirkung von Dichlordiaethylsulfidspuren durch Zeug. Es ist eine einzige große Blase im Bezirk der Wirkung entstanden. Derartige Blasen sind nicht typisch für Dichlordiaethylsulfid (vgl. Abb. 50). Dagegen sehr typisch für Lewisit (vgl. Abb. 58). Aufnahme am 3. Tage nach der Schädigung.

(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932)

bald wieder dem Tode verfallen. Die ganzen jetzt entstehenden Zellgenerationen sind durch das Gift so geschädigt in ihrem Lebenskern, daß sie bald nach Entstehung dem Siechtum und schließlich wieder dem Tode verfallen. Dieses Stadium nennt man nach Heubner das Stadium der „Pathobiose“.

Es steht fast alles still. Bei jedem Verbandwechsel haben wir immer wieder dasselbe trostlose Bild.

Diese Vorgänge sind so rätselhaft, daß man die Wirkung des doch chemisch genau bekannten Giftes in diesem Stadium mit der Wir-

kung von Röntgen- und radiumaktiven Strahlen, also mit der Wirkung physikalischer Kräfte, vergleichen möchte¹.



Abb. 53. Wirkung von Dichlordiaethylsulfiddämpfen auf die Haut. Man sieht sehr schön die Abhäutung und die Hautabschilferung. Am Arm schält sich die Haut direkt ab. Die Aufnahme ist am 12. Tage nach der Einwirkung der Dichlordiaethylsulfiddämpfe von mir gemacht worden.

(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1934)

¹ Vgl. Flury, F. und Wieland, H.: Ueber Kampfgasvergiftungen. VII. Die pharmakologische Wirkung des Dichlordiaethylsulfids. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin Bd. XIII, S. 479. Julius Springer, Berlin 1921.

Dieses Stadium hält oft 6—8 Wochen an. Eine endgültige Heilung tritt häufig erst nach 9—12 Wochen oder sogar noch später ein.

Das alles gilt natürlich nur für verhältnismäßig schwere Verletzungen. Bei leichten Verletzungen haben wir schon im Anfang ein anderes Bild, indem überall am Entzündungsherde kleine Bläschen hervorsprossen, die genau wie z. B. bei Lewisit zu einer großen Blase zusammenfließen (vgl. Abb. 58).

Bei diesen leichten Verletzungen geht natürlich der Heilverlauf, weil die Menge des Giftes sehr viel geringer ist, viel schneller vor sich als bei den schweren Verletzungen. Es kommt häufig auch gar nicht zu schweren Gewebeeinschmelzungen (Nekrosen), sondern es überwiegt meistens noch das gesunde Gewebe. Geringste Mengen Dichlordiaethylsulfid bringen häufig nur eine diffuse Rötung mit kleinster Bläschenbildung, die nach Tagen und Wochen allmählich abschilfern.

Sogar Dichlordiaethylsulfiddämpfe, die erst noch durch Zeug dringen müssen, können Blasenbildung hervorrufen und die Haut außerdem ganz bunt und scheckig machen. Diese Haut schilfert auch wiederholt ab (vgl. Abb. 53). Besonders empfindlich für Dämpfe sind die feuchte Haut der Achselgegend, der Geschlechtsteile und überhaupt die Haut, die leicht zur Transpiration neigt. Die Beschwerden äußern sich vor allen Dingen in heftigem Jucken.

Es gibt wohl wenig Gifte, die in ihrer Wirkung auf die Haut so ganz allmählich einsetzen, dann immer heftiger werden und deren Schädigungen Wochen und Monate zur Heilung brauchen.

Wie ganz anders dieses Gift gegenüber den bekannten Säuren und auch anderen Kampfstoffen wirkt, kann uns die graphische Darstellung auf Abb. 54 zeigen, auf der wir die Wirkung von Dichlordiaethylsulfid auf die Haut vergleichen mit der Wirkung von 25%iger Salzsäure, 30%iger Essigsäure, rauchender Salpetersäure, Löschkalk und außerdem mit der Wirkung der Kampfstoffe Lewisit und Aethylarsindichlorid (Dick). Der größte Unterschied ist wohl zwischen Dichlordiaethylsulfid und Salpetersäure. Bei der Salpetersäure haben wir, wenn wir einen Tropfen auf die Haut bringen, eine ganz stürmische Anfangsreaktion, die sofort nach dem Auftropfen zum Höhepunkt der Schädigung eilt, während der Höhepunkt der Schädigung bei Dichlordiaethylsulfid häufig erst am zwölften bis vierzehnten Tage erreicht wird.

Einige Säuren, wie Salzsäure und Essigsäure, wirken nur ganz oberflächlich. Löschkalk wirkt zunächst ziemlich heftig, neigt aber bald zur Heilung. Auch Lewisit verläuft zunächst viel stürmischer als Dichlordiaethylsulfid, aber die Schädigungen sind längst nicht so schlimm, wie wir hier schon vorausnehmen möchten.

Aethylarsindichlorid = Dick wirkt ähnlich wie Chlorvinylarsindichlorid (Lewisit).

Ein Gift, das so schwere Zerstörungen auf der Haut hervorruft wie Dichlordiaethylsulfid, hinterläßt natürlich auch häufig ernste Dauerschädigungen wie z. B. Abb. 55 zeigt.

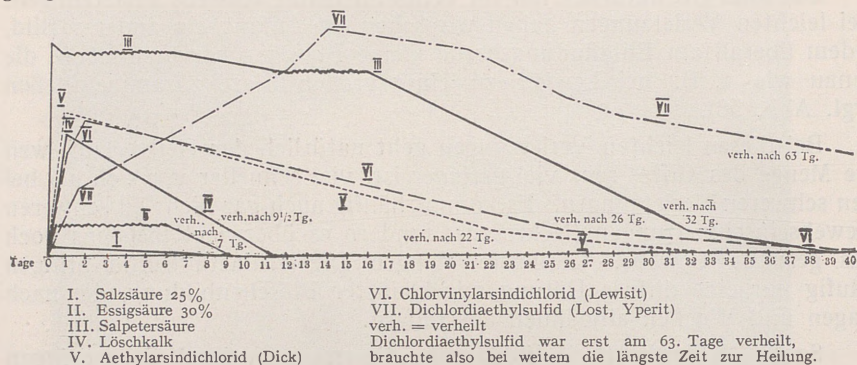


Abb. 54. Vergleichende graphische Darstellung des Verlaufs von Hautschädigungen durch die drei chemischen Kampfstoffe Dichlordiaethylsulfid, Chlorvinylarsindichlorid (= Lewisit) und Aethylarsindichlorid (= Dick) und durch bekannte Säuren.

[Die gleiche Menge Gift (1 großer Tropfen aus einer gewöhnlichen Augenpipette) wurde zu gleicher Zeit an gleicher Stelle (rechter resp. linker Arm) dem gleichen Menschen aufgetropft.]

(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932.)

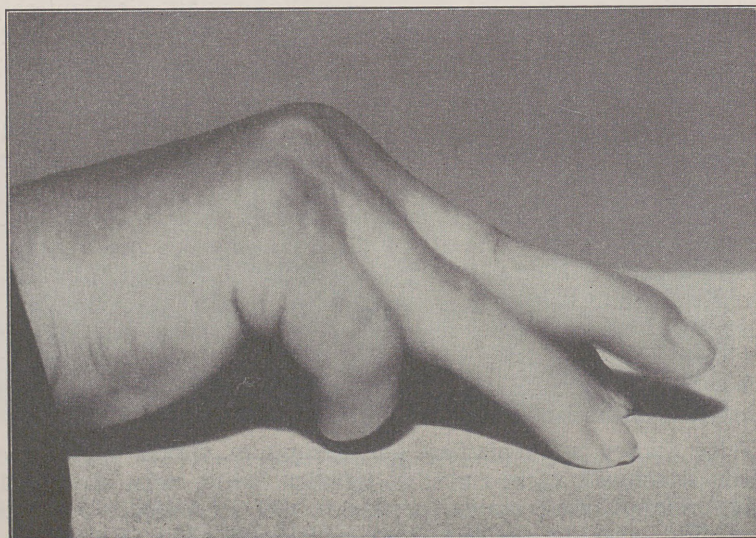


Abb. 55. Dauerschädigung durch eine Dichlordiaethylsulfidverletzung. Versteifung des Gelenkes des rechten Mittelfingers, Aufnahme 10 Jahre nach der Verletzung.

(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932.)

Schädigungen der übrigen Organe

Wenn schon Dichlordiaethylsulfid die immerhin doch noch widerstandsfähige Haut zerstört, dann wird das empfindliche Auge ohne weiteres seiner Einwirkung erliegen. Ein Tropfen Dichlordiaethylsulfid vernichtet das menschliche Auge: es erblindet.

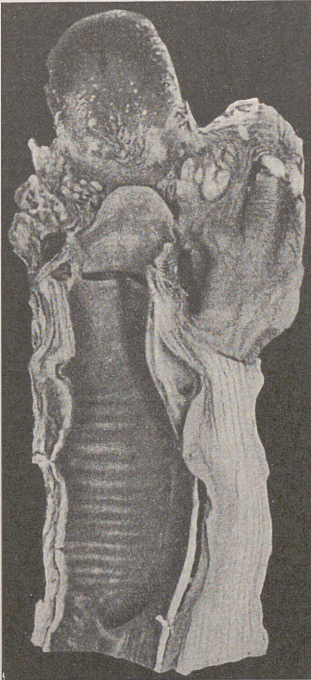


Abb. 56. Luftröhre im Stadium der ersten Rötung nach Einatmung geringer Mengen von Gelbkreuzdämpfen. (Aus der Kriegspathologischen Sammlung der Militärärztlichen Akademie)

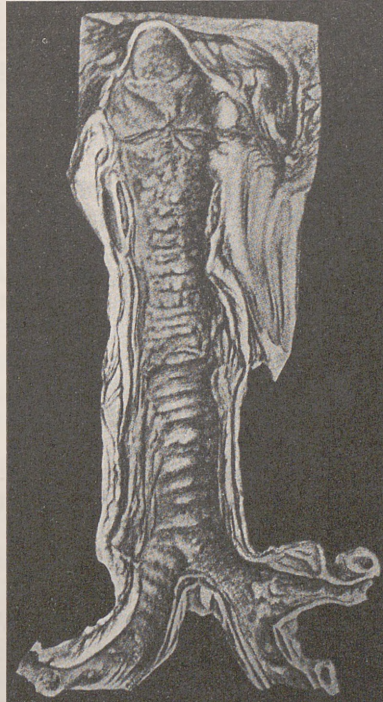


Abb. 57. Luftröhre im Stadium der Pseudomembranbildung nach Gelbkreuzkampfstoffverätzung. (Aus der Kriegspathologischen Sammlung der Militärärztlichen Akademie)

(Aus Muntsch, Otto: Leitfaden der Pathologie und Therapie der Kampfstoff-erkrankungen, 4. Aufl. Georg Thieme, Leipzig 1936)

Die Augen sind schon äußerst empfindlich gegen geringste Mengen von Dichlordiaethylsulfiddämpfen. Sie rufen auch Bindehautentzündung, Lidschwellung, Lidkrampf, Lichtscheu und Hornhautentzündungen hervor. Die Augen schwellen oft so an, daß man die Augenlider gar nicht öffnen kann.

In leichten Fällen gehen die Bindehautentzündungen und die Lid-schwellungen nach einigen Tagen so weit zurück, daß der Kranke wenigstens wieder etwas sehen kann. Bei Hornhautschädigungen müssen wir immer mit Narbenbildungen rechnen; und noch wochenlang bleibt meistens ein Druck- und Schmerzgefühl in der Stirngegend zurück.

Bei der Einatmung geringer Mengen von Dichlordiaethylsulfid-dämpfen kommt es zu einer Rötung des Rachens, des Kehlkopfes und der Luftröhre (Abb. 56); die Kranken haben einen trockenen, etwas bellenden Husten und sie bekommen eine belegte, heisere Stimme. Zunächst ist die Stimme mehr krächzend, dann wird sie heiser und schließlich vollkommen tonlos.

Diese tonlose Sprache in Verbindung mit vereinzelt katarrhalischen Geräuschen auf den Lungen ist ein charakteristisches Symptom einer Gelbkreuzvergiftung nach Einatmung von Dämpfen.

Subjektiv charakteristisch ist bei der Einatmung das beklemmende Gefühl auf der Brust, das bei den leichten Fällen zwar nicht zu einer Atemnot führt, aber — das weiß ich von mir selbst — man hat das Gefühl, als wenn die Lungen irgendwie eingengt und eingezwängt würden; nicht so sehr bei jedem Atemzug, sondern das Gefühl kommt oft ganz unvermutet und plötzlich. Es tritt dann häufig noch ein, wenn man glaubt, daß alles vorüber sei.

Bei den schweren Fällen schreitet alles schnell zum Höhepunkt. Wir haben dann genau dieselbe Atemnot wie bei einer Phosgenvergiftung, nur sind solche Fälle, besonders wenn sie noch durch große Hautschädigungen kompliziert werden, sehr trostlos zu beurteilen.

Die Schleimhaut der Atemwege ist in solchen Fällen zum Teil verätzt; es bilden sich Pseudomembranen (Abb. 57). Auf den Lungen kommt es zeitweise auch zu einem Lungenödem (Ansammlung von Flüssigkeit). Sekundärinfektionen treten fast regelmäßig auf. Reine Lungenschädigungen sind aber nicht sehr häufig. Denn meistens ist es so, daß ein Mensch, der konzentrierte Schwaden eingeatmet hat, zugleich schwere Schädigungen der Körperhaut davonträgt.

Nach Einatmung von Dichlordiaethylsulfiddämpfen klagen viele Menschen über Uebelkeit, über einen eigentümlichen Druck und über ein Schmerzgefühl in der Magengegend, allerdings nicht sofort nach der Einatmung, sondern meistens erst nach einigen Stunden. Es werden häufig keine Speisen erbrochen, sondern es handelt sich mehr um einen Brechreiz, der sich in einem starken Drücken und Würgen äußert.

Da das Dichlordiaethylsulfid ein Gift ist, das beim Zusammentreffen mit dem Körpergewebe — im Gegensatz zum Phosgen — nicht sofort restlos zerstört wird, so müssen wir mit resorptiven Wirkungen rechnen. Diese resorptiven Wirkungen zeigen sich besonders durch Störungen im Gesamtstoffwechsel, besonders im vermehrten Abbau der Körpersubstanz. Es

handelt sich dabei um eine langsame, fast unmerklich eintretende Schädigung im Gesamtstoffwechsel von sehr langer Beständigkeit.

Die chronisch Geschädigten — sowohl die durch Einatmung wie auch die durch Hautverletzungen Geschädigten — siechen allmählich hin; sie magern stark ab. Sie sind blaß, haben zuweilen ein etwas aufgedunsenes Gesicht, häufig sind die Augenlider geschwollen, aber an den Nieren ist meistens nichts festzustellen.

Beim Kreislauf haben wir sekundär besonders dann ernstliche Schädigungen, wenn es sich um Einatmung größerer Dichlordiaethylsulfidmengen handelt, die zu Oedembildung auf den Lungen führen. In diesen Fällen sind Herz und Kreislauf infolge dieser Oedembildung in den Lungen genau so belastet wie bei einer Phosgenvergiftung.

Wir dürfen also im Dichlordiaethylsulfid nicht nur ein Gift sehen, das die Haut schädigt, wenn diese Schädigung auch die sinnfälligste ist, sondern dieses Gift schädigt gleichermaßen Augen, Kehlkopf, Luftröhre, Bronchien und hat außerdem noch resorptive Wirkungen, die sich in vermehrtem Abbau der Körpersubstanz (starke Abmagerung usw.) zeigen. Wie oft und an welchen Organen Menschen, die täglich z. B. in Kampfstofffüllanstalten mit diesem Gift umzugehen haben, geschädigt werden, darüber möchte ich einen interessanten ärztlichen Bericht aus der Kriegszeit vom Gasplatz Breloh bringen. Dieser Bericht umfaßt nur die kurze Zeit vom 18. Februar bis 31. März 1918, resp. vom 11. März bis 31. März 1918. In dem Bericht heißt es u. a.:

„In der Zeit vom 18. Februar bis 31. März 1918 sind folgende Organerkrankungen festgestellt worden:

1. die Augen	324 mal
2. der Kehlkopf	318 „
3. die Bronchien	41 „
4. die äußere Haut	117 „
also 800 Organerkrankungen.	

Die Häufigkeit der Erkrankung hängt natürlich sehr von der Art der Beschäftigung ab. So erkrankten in der Zeit vom 11. März bis 31. März 1918

1. die Füller	127 mal
2. „ Säger	61 „
3. „ Presser	16 „
4. „ Aufsichtspersonen	18 „
5. „ Verlader	14 „
6. „ Handwerker	6 „
7. „ Stapler	4 „
8. „ Leute am Tank	3 „
9. „ „ Ventilator	2 „
10. „ „ im Gesamtbetrieb	83 „
334 mal.	

Aus diesem statistischen Material ist zu ersehen, daß weitaus die meisten Erkrankungen die Augen und den Kehlkopf betreffen.

Der Arbeitseinteilung nach erkrankten sowohl durch direktes Bespritzen mit Lost als auch durch Lostverdampfung am meisten die Füller, da sie innerhalb der Fülltsche Verrichtungen (Umstellen der Hebel usw.) vorzunehmen hatten.

Von 117 Hauterkrankungen ist der rechte Arm 56mal erkrankt.

Die tägliche Krankmeldungsziiffer geht vom 20. März ab zurück, was wahrscheinlich auf die inzwischen angebrachten Verbesserungen (neue, gutsaugende Abzugsvorrichtung, Verschluß der Ein- und Ausfahrtsöffnungen des Fülltsches) zurückzuführen ist.

Die Erkrankungen selbst sind sämtlich als nicht lebensgefährlich zu bezeichnen. Todesfälle sind nicht vorgekommen.

Die Augenerkrankungen betrafen mit Ausnahme einer einzigen Hornhauterkrankung nur die Bindehäute und hauptsächlich die Bindehäute zwischen den Lidfalten.

Augen und Kehlkopf waren fast immer gleichzeitig erkrankt.

Bei den Erkrankungen des Kehlkopfes war die hintere Mund- und Rachenschleimhaut meist in Mitleidenschaft gezogen. Bei 2 Fällen wurden an der hinteren Rachenwand diphtherieartige Membranen beobachtet, die aber nach einigen Tagen schnell abheilten. Eine Spiegelung des Kehlkopfes war meist infolge der Schwellung und Empfindlichkeit des Rachens nicht ausführbar.

Die Hauterkrankungen zeigen sich im Heilungsverlauf sehr hartnäckig. Der zuerst auftretenden Rötung der Haut, die oft mit starken Schmerzen verbunden ist, folgt alsbald eine Bildung von bis taubeneigroßen Blasen mit serösem Inhalt. Es konnte hier nicht festgestellt werden, daß dieser Inhalt noch infektiös wie Lost selbst wirkt, wie anderweitig angenommen wird¹.

Die Erkrankung in den Bronchien ist selten. 41mal bei 800 Gaserkrankungen; sie geht meist mit Fieber einher, manchmal bis zu 40°.

Ein Gift, das derartig viele Angriffsmöglichkeiten auf den menschlichen Organismus hat, trägt mit Recht die Bezeichnung „König der Kampfstoffe“. Auffallend ist die hohe Zahl der Erkrankten, trotzdem es sich doch im Jahre 1918 beim Lostwerk um einen fabrikatorisch sehr geregelten Betrieb handelte im Gegensatz zur Nachkriegszeit, wo durch Explosionen usw. der Gasplatz Breloh zum Teil in Trümmer gelegt war. Dadurch waren die Aufräumarbeiten so außerordentlich gefährlich, so daß die täglichen Krankmeldungen bedenklich hohe Ziffern erreichten. Es gab Tage, an denen ich 30—40 Gelbkreuzverletzte zu behandeln hatte. Aber nicht jede Erkrankung (z. B. ein Kehlkopfkatarrh, eine Bindehautentzündung, ein paar Blasen an Armen oder Beinen) bedingt auch eine Arbeitsunfähigkeit. Mindestens 80% der Arbeiter arbeitete weiter. Ein Teil setzte wohl 1—2 Tage aus, aber die meisten gingen sofort wieder zur Arbeitsstelle — wenn sie nicht schon gleich dort behandelt worden waren — und ließen sich dann täglich nach Beendigung der Arbeitszeit ärztlich behandeln. Das alles ist wichtig zu wissen für Soldaten im Zukunftskriege. Es könnte ein Verhängnis für eine Nation werden, wenn der Glaube aufkäme, daß jede Lostblase, jeder Kehlkopfkatarrh usw. Arbeits- oder Kampfunfähigkeit zur Folge hätte. Das würde im Zukunftskriege dahin führen, daß die Kampfkraft eines Heeres durch alle möglichen leichten Gasverletzungen sofort erlahmt sein würde. Ich bin oft erstaunt gewesen, mit welch ausgedehnten Verletzungen manche Arbeiter regel-

¹ Der Blaseninhalt ist nicht — wie in diesem Bericht schon richtig vermutet wird — „infektiös“. D. h. der Blaseninhalt hat keine Lost ähnliche oder sonstwie schädigende Wirkung. Der Verf. Vgl. S. 123 in diesem Buch.

mäßig weitergearbeitet haben. Das ist eben Sache des Charakters, der Willenskraft, der kämpferischen Einstellung. Diese Eigenschaften wird nur ein zur Härte erzogenes junges Geschlecht haben, das über alle kleinlichen Beschwerden hinwegsieht und im Kriege nur ein Ziel kennt: Sieg. Erst kämpfen, dann siegen und dann sich ärztlich behandeln lassen, das ist Männlichkeit und Heldentum.

3. Hilfe und Heilung bei Dichlordiaethylsulfidschädigungen.

Wie helfe ich mir selbst?

Immer bedenken, daß uns Dichlordiaethylsulfid und — um es vorwegzunehmen — auch Lewisit, sowohl in flüssigem wie auch in dampfförmigem Zustande, aufs schwerste schädigen können. In flüssigem Zustande z. B., wenn diese Kampfstoffe aus einem Gefäß herausfließen oder wenn wir mit ihnen experimentieren oder wenn sie im Kriege versprüht werden. In dampfförmigem Zustande z. B., wenn sie durch Granaten verschossen werden. Aber auch dann bleibt meistens ein Rest in flüssiger Form im Gelände liegen, ein großer Teil wird allerdings durch das Platzen der Geschosse dampfförmig.

Gegen die Einatmung des dampfförmigen Dichlordiaethylsulfid bietet die Gasmaske (Maske mit Atemfilter, z. B. die S-Maske) einen vollkommenen und sicheren Schutz. Sehr schwierig ist es, die Haut zu schützen gegen Dichlordiaethylsulfiddämpfe und gegen das flüssige Dichlordiaethylsulfid. Denn schon nach wenigen Minuten dringt sowohl das dampfförmige wie das flüssige Dichlordiaethylsulfid durch unser Zeug und das flüssige Dichlordiaethylsulfid schon nach 30 Minuten durch dicke Rindlederschuhe, wie wir noch sehen werden. Darum soll man versuchen, so schnell wie möglich aus einem gelbkreuzvergifteten Gelände herauszukommen; dann soll man sofort die Schuhe ausziehen und nach Möglichkeit auch das Zeug wechseln und sich abreiben mit Chlorkalkbrei und in heißem Seifenwasser baden. Zeug und Schuhe dürfen nicht im Haus aufbewahrt werden (wegen der hohen Temperatur im Hausinnern Gefahr der Verdampfung!), sondern draußen im Freien.

Um den Körper gegen das flüssige Dichlordiaethylsulfid zu schützen, sind Spezialkleidungen herausgebracht worden (vgl. Abb. 33), deren Schutz aber nur von beschränkter Dauer ist. Darum auch diese Spezialkleidungen, sobald man aus der Gefahrenzone heraus ist, sofort ausziehen und entgiften. Nach dem Ausziehen Hände usw. mit Chlorkalkbrei abreiben und — wenn Gelegenheit — ein Bad mit heißem Seifenwasser nehmen.

Wenn flüssiges Dichlordiaethylsulfid auf die Haut gekommen ist, die Haut sofort mit Chlorkalkbrei abreiben, wodurch wir häufig innerhalb der ersten 3—10 Minuten nach der Einwirkung noch die Möglichkeit haben, den Kampfstoff zu vernichten. Ueberhaupt sollen wir uns mit Chlorkalkbrei

abreiben, solange noch nicht Blasen auf der Haut entstanden sind. Wenn aber erst Blasen entstanden sind, dann ist zu warnen vor der Anwendung von Chlorkalk, da die Blasen reißen und Chlorkalk mit den Wundflächen nur neue Verätzungen hervorrufen würde. Außerdem: Nie Chlorkalk ins Auge.

Werden in Kriegszeiten Dichlordiaethylsulfid wie auch Lewisit über Städte versprüht und verschossen, dann schnellstens die Häuser aufsuchen und so lange in den Häusern bleiben, bis der organisierte Sicherheitsdienst die Straßen freigibt. Denn die Straßen und Häuserfronten müssen erst durch Entgiftungstrupps, durch Feuerwehren usw. mit Wasser und Chlorkalkprodukten gesäubert werden, ehe sie wieder betreten werden können.

Nahrungsmittel, die mit flüssigem Dichlordiaethylsulfid und auch Lewisit in Berührung gekommen sind, sind giftig und ungenießbar.

So charakteristisch der Geruch des Lewisits ist (sehr starker Geraniumgeruch, selbst geringste Spuren sind noch zu riechen), so wenig charakteristisch ist der Geruch des Dichlordiaethylsulfids (geringe Spuren riecht man meistens überhaupt nicht). Darum nicht, weil man nichts riecht — denken, es wäre kein Dichlordiaethylsulfid mehr vorhanden. Immer damit rechnen, daß an der Außenseite der Häuser, daß an den Türklinken den Treppen, den Fenstern usw. noch Spuren von Dichlordiaethylsulfid haften, durch die noch schwerste Verätzungen hervorgerufen werden können.

Sogenannte Schutzsalben (vgl. S. 154) geben keinen zuverlässigen Schutz.

Entgiftungsmannschaften müssen mit Gasanzügen, Gasmasken und Chlorkalk ausgerüstet sein.

Wenn nach Gasangriffen Spritzer oder gar größere Pfützen zurückbleiben, dann sie mit Chlorkalk zu vernichten suchen, nachdem das verlostete Gelände kräftig mit Wasser abgesprengt worden ist. Steht kein Wasser zur Verfügung, so wird flüssiger Kampfstoff zunächst in Sand, Asche und ähnlichem Material zweckmäßig aufgesaugt. Die Entgiftungstrupps müssen Gasanzüge und Gasmasken tragen! Schuhe und Zeug, auch Gasanzüge sofort nach den Vernichtungsarbeiten ausziehen und dann ein Bad nehmen in heißem Seifenwasser. Alle Kleider in heißem Seifenwasser auswaschen; sie nicht anfassen, sondern sie mit Stangen in den Waschbottichen umrühren. Schuhe außen und innen wiederholt mit trockenem Chlorkalk und mit heißem Wasser behandeln (hinterher wieder einfetten), mindestens 8 Tage stehen lassen; nach Möglichkeit sie überhaupt nicht wieder anziehen.

Dichlordiaethylsulfidverletzte schnell aus der Gefahrenzone herausbringen! Kleidungsstücke so weit wie möglich ausziehen (Vorsicht wegen Gefahr eigener Verätzung!); die Kranken in reine Decken hüllen und sie schleunigst der Rettungsstelle oder einem Krankenhaus zuführen. Alle Kleidungsstücke und Schuhe, die mit Dichlordiaethylsulfid bespritzt sein können, zunächst beiseite legen oder sie in einem besonderen

Wagen transportieren, sie aber auf keinen Fall den Kranken mit ins Krankenauto legen.

Wenn die Haut des Kranken noch keine Rötung zeigt, dann die Haut tüchtig abreiben mit Chlorkalkbrei und hinterher einfetten mit Vaseline, Schmalz usw.

Alle Nahrungsmittel, die mit flüssigem Dichlordiaethylsulfid in Berührung gekommen sind, vernichten, ebenso offenes Wasser nicht ohne vorheriges Kochen benutzen!

Wichtig für das Sanitätspersonal

Sind größere Mengen Dichlordiaethylsulfid auf der Haut, dann sie zunächst vorsichtig abtupfen (nicht abreiben!) mit Mull- oder Wattetupfern, Zeuglappen — die verbrannt werden müssen — erst dann die geschädigten Hautpartien mit Chlorkalkbrei abreiben. Chlorkalk gibt mit größeren Dichlordiaethylsulfidmengen unter Hitzeentwicklung heftige Reaktionen, daher Vorsicht! Hinterher baden lassen (mindestens $\frac{1}{2}$ Std.) in kräftigem, heißem Seifenwasser, dann mit Vaseline locker verbinden.

Bei fortgeschrittener Entzündung (Blasenbildung, Gewebseinschmelzungen usw.) wiederholt baden in heißem Seifenwasser, dann lockere Verbände mit Vaseline oder Yperitsalbe („Desitin“-Werk Carl Klinke, Hamburg).

Kranke, die Dichlordiaethylsulfid eingeatmet haben, grundsätzlich nicht gehen lassen. Keine künstliche Beatmung! Eventuell Sauerstoff zuführen mit Sauerstoff-Inhalationsgerät (kein Pulmotor!). Bei Schwachzuständen 1 ccm Cardiazol einspritzen.

Bei entzündeten Augen Spülungen mit 0,25%igen Sodalösungen oder auch Waschungen mit leichten Salzwasserlösungen und dann Einstreichen einer alkalischen Augensalbe (vgl. S. 108). Die Kranken möglichst schnell in die Rettungsstellen bzw. Krankenhäuser bringen.

Nach Ueberfällen mit Gelbkreuz darf die Bevölkerung die Häuser nicht eher verlassen, als bis Straßen, Häuserfronten usw. gereinigt sind.

Bei allen Entgiftungsarbeiten unbedingt Gasanzüge und Gasmasken tragen. Nach Beendigung der Rettungsarbeiten Gasanzüge usw. ausziehen, sie am besten in luftige Schuppen hängen, wo sie stundenlang mit Wasser berieselt werden können, oder in Chloraminlösungen legen; selbst ein Bad nehmen in heißem Seifenwasser. Bei allen Arbeiten immer wieder Hände usw. mit Chlorkalkbrei abreiben, hinterher in heißem Seifenwasser baden und dann mit Schmalz, Vaseline usw. einfetten.

Wie hilft der Arzt?

a) bei Hautschädigungen

Alles fernhalten, was schädigend wirken könnte, z. B. drückende Verbände (mechanische Insulte), reizende Salben (chemische Insulte), allzu starke Wärmezufuhr (thermische Insulte); denn alle diese Einwirkungen führen zu neuen Schädigungen.

Durch allzu große Aktivität schaden wir dem Kranken oft mehr, als wenn wir in Geduld abwarten und uns mehr auf indifferente Maßnahmen beschränken.

Große Aktivität sollen wir entfalten bis zur Blasenbildung. Im Chlorkalk haben wir das beste kausale therapeutische Mittel, das man sich wünschen kann. Aber keine Verbände mit Chlorkalkbrei und Chlorkalkpasten machen wegen sehr starker Reizwirkung auf die Haut! Da der Arzt den Kranken meistens nicht in den ersten Minuten nach dem Unfall sieht, muß er das Sanitätspersonal usw., das die erste Hilfe bringt, aufs sorgfältigste in der Anwendung von Chlorkalk unterweisen (vgl. S. 133ff.).

Chlorkalk muß der Arzt immer zur Hand haben bei der Behandlung Dichlordiaethylsulfidgeschädigter, und er muß sich selbst auch immer wieder mit Chlorkalkbrei abreiben, da er nie wissen kann, ob er nicht vom Zeug des Kranken irgendwelche Spuren Dichlordiaethylsulfid auf die Haut bekommen hat.

Die Behandlung der Dichlordiaethylsulfidschädigungen ist langwierig. Aertztliche Kunst und ärztliches Einfühlungsvermögen spielen für den beschleunigten Ablauf der durch Dichlordiaethylsulfid gesetzten Schädigungen eine ausschlaggebende Rolle. Die besten Resultate gibt im allgemeinen folgende Behandlungsmethode:

In den ersten 10 Minuten unbedingt versuchen, Dichlordiaethylsulfid auf der Haut mit Chlorkalkbrei zu vernichten, nachdem man es vorher vorsichtig abgetupft hat (Tupfer verbrennen!); meistens kommt es dann nur zu einer Erythem- oder höchstens zu einer leichten Bläschenbildung (vgl. Abb. 49). Dann $\frac{1}{2}$ Stunde baden in heißem Seifenwasser oder in Dakinscher Lösung

(Herstellung: 20 g Chlorkalk und 14 g Natr. carbon. [Soda] in 1 l Wasser auflösen, $\frac{1}{2}$ Stunde stehen lassen und des öfteren umschütteln, filtrieren, dann mit 4 g Borsäure neutralisieren)

oder in Carrelllösung

(Herstellung: 12,5 g Chlorkalk mit wenig Wasser zu einem Brei anrühren und allmählich mit 1 l Wasser verdünnen, nach häufigem Umschütteln 12,5 g Borsäure zusetzen, wiederholt kräftig schütteln und dann filtrieren; die klare Lösung ist gebrauchsfertig).

Wegen der begrenzten Haltbarkeit dieser Lösungen müssen sie nach Möglichkeit immer wieder frisch hergestellt werden. Den gleichen Zweck erfüllen auch die schnell herzustellenden und haltbaren 1–2%igen wässrigen Lösungen von Chloramin; aber in der Praxis genügt auch Baden in kräftigem, heißem Seifenwasser.

Nach dem Baden: Packungen oder leichte Umschläge mit den oben genannten Lösungen. Bei ausgedehnten Hautschädigungen müssen vor Entwicklung der Blasen, d. h. also in den ersten Stunden nach der Verletzung, Sitz- oder sogar Vollbäder in diesen Lösungen genommen werden.

Kann man sich keine Dakin- oder Carrelllösung herstellen, dann kommt man — um es zu wiederholen — mit Chlorkalkbrei

und Seifenwasser in den ersten Stunden bis zur Blasenbildung auch aus.

Die ganz kleinen Blasen (Wirkung geringster Dichlordiaethylsulfidspuren) läßt man am besten auf sich beruhen. Die Blasen, die aus vielen kleinen Blasen zu einer größeren Blase zusammengefloßen sind (vgl. Abb. 52: Wirkung geringer Dichlordiaethylsulfidmengen) sticht man steril an, läßt den Inhalt abfließen und sucht die Blasenhaut als Schutzdecke möglichst lange zu erhalten.

Bei den schweren Schädigungen dagegen sollen wir die Blasenhaut und die überall aufgelockerte Epidermis rechtzeitig entfernen (spätestens 48 Stunden nach der Schädigung), um gegen die bald sich bildenden Nekrosen vorgehen zu können. Doch meistens kommen die Kranken schon mit zerfetzen und zerrissenen Blasen und Hautstücken. Da die Wundflächen nun doch infiziert sind, muß die gesamte aufgelockerte Epidermis abgelöst werden, um Luft zu bekommen für eine energisch einzusetzende Therapie.

Was sollen wir dann tun? Am besten überrieseln wir zunächst zur Reinigung die Wundflächen wiederholt mit Wasserstoffsuperoxyd; wenn das zu schmerzhaft ist, müssen wir die Wundflächen vorher mit $\frac{1}{2}$ –1 % iger Pantocain- oder $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$ % iger Percainlösung vorsichtig kurze Zeit übergießen, um bald wieder mit dem Ueberrieseln von Wasserstoffsuperoxyd fortfahren zu können. Dann lassen wir etwa 15–20 Minuten baden in 1 % iger wässriger Chloraminlösung oder möglichst warmem, aber schwach zubereitetem Seifenwasser (vorausgesetzt, daß der Kranke das Baden wegen seiner Schmerzen verträgt), und dann lassen wir auf die stark nässenden Wunden etwa 15 Minuten trockene Wärme einwirken (z. B. die heiße Luft eines Fönapparates oder Sonnenbestrahlung, Lichtbogen, Quarzlampe oder die Wärme eines Ofens usw.). Nach Trocknung der Wunden verbinden wir sie ganz locker mit amerikanischer Vaseline oder Desitinsalbe, die wir reichlich auf die Mullstreifen streichen. Das Nässen der Wundflächen ist in den ersten 8–10 Tagen so stark, daß häufig schon 1 Stunde nach dem Verbandwechsel dicke Lagen von Mull und Zellstoff mit Exsudat durchtränkt sind. Die Verbände werden dann hart und fangen an zu drücken. Darum müssen wir während des Stadiums des Nässens (also in der Regel 8–10 Tage lang) mindestens 3–4mal innerhalb von 24 Stunden verbinden, während ein zweimaliger Verbandwechsel genügt, solange die Blasen noch erhalten sind. Alle Puder zur Aufsaugung des Sekretes sind in den ersten 8–10 Tagen nutzlos und schädlich (Verkrustung, Tiefenausbreitung unter den Krusten, Begünstigung von Infektionen usw.); später aber kann die Trockenbehandlung in Form von Kohle, Dermatol usw. durch gelegentliche Einschaltung eines „Puder- oder Trockentages“ von Segen sein, besonders dann, wenn die Haut durch wochenlange, feuchte Behandlung zu mazerieren und zu erweichen droht.

Der Kranke hat meistens schon in den ersten Tagen eine große Spannung im geschädigten Gebiet, heftige Schmerzen, ein starkes Brennen und Jucken, Beschwerden, die nur durch indifferente und reizlose Salben wie Vaseline, Desitin usw. zu lindern sind, denen wir meistens aber ein Oberflächenanaestheticum zusetzen müssen z. B. Pantocain 0,5–1,0 % oder Percain 1,0 %.

Bei den schweren Verletzungen stehen wir etwa vom 10. bis 14. Tage den großen nekrotischen Massen für lange Wochen oft recht machtlos gegenüber. Zur schnelleren Einschmelzung des nekrotischen Gewebes bewährt sich häufig die Befeuchtung der Wundflächen mit Sulfoliquid oder — um in hartnäckigen Fällen die Wirkung zu erhöhen — das Aufstreuen des pulverförmigen Sulfofix (Abspaltung von Schwefeldioxyd, wodurch die nekrotischen Massen angeätzt, schneller eingeschmolzen, aufgelöst und abgestoßen werden). Wichtig bleibt häufiger Verbandwechsel, wenn möglich: jeden 2. Tag baden in 1%iger Chloraminlösung oder in heißem Seifenwasser, überrieseln mit Wasserstoffsuperoxyd, dann Salbenverbände (Yperitsalbe¹, abwechselnd mit Vaseline).

Läßt sich nur ein 24stündiger Verbandwechsel durchführen, dann nur mit Yperitsalbe oder mit amerikanischer Vaseline verbinden, weil diese Salben sich außerordentlich lange geschmeidig halten. Aber über Nacht keine feuchten Verbände anlegen, weil sie eintrocknen und dann so drücken, daß die Kranken die Verbände abreißen und an den Wundrändern kratzen, wodurch es zu schwersten Sekundärinfektionen kommt.

Sind Beine oder Arme in weiter Ausdehnung verletzt, dann Ruhigstellung dieser Glieder.

Die Anwendung der Reizkörpertherapie (z. B. intravenöse Novoprotininjektionen, intramuskuläre Injektionen von Aolan, Omnadin, Caseosan usw.) zur Beseitigung der zäh anhaftenden nekrotischen Massen hat wenig Erfolg.

In dem langwierigen Stadium der Pathobiose ist es wichtig, daß man als Arzt nicht die Ruhe verliert und daß man sich nicht zu einer unangebrachten Vielgeschäftigkeit verleiten läßt. Allerdings wird man ohne schmerzstillende Mittel häufig nicht auskommen.

¹ Die Yperitsalbe (Desitin-Werk Carl Klinke, Hamburg) ist von mir nach jahrelangen Versuchen aufgebaut worden auf der Basis der Desitinsalbe (Chlor-Lebertran) durch Hinzusetzung von Acid. tannic., Calc. chlorat. und einem schwachen Oberflächenanaestheticum. Sie bewährt sich ganz ausgezeichnet bei allen nässenden Erkrankungen und bei allen gewöhnlichen Verbrennungen der Haut (Heilung oft schon nach 4–6 Tagen), ferner bei allen hautätzenden Kampfstoffen wie Lewisit, Aethylarsindichlorid (Dick), Methylarsindichlorid, Blaukreuz, Bromaceton, Chloracetophenon usw.; auch bei den Hautverätzungen durch Dichlordiaethylsulfid leistet die Yperitsalbe in Verbindung mit den hier besprochenen Heilmaßnahmen Gutes. Doch darf sie bei Dichlordiaethylsulfidverletzungen erst angewandt werden, wenn das starke Nässen der Wundflächen nachgelassen hat. Bei jeder Packung liegt im übrigen eine ausführliche Anweisung zur Behandlung aller Verbrennungen der Haut mit Einschluß der Aetzungen durch chemische Kampfstoffe. (Die Yperitsalbe ist im Handel noch nicht erschienen.)

Das Stadium des Siechtums der Zellen (Pathobiose) muß der Körper wesentlich von sich aus überwinden und deswegen ist es so außerordentlich wichtig, die Kranken gut zu ernähren, besonders ihnen auch sehr viel frisches Gemüse zu geben. Denn bei herabgekommenen und schlecht ernährten Menschen heilen Dichlordiaethylsulfidwunden ganz besonders schlecht. In diesen Fällen möchte ich die moderne Lebertherapie empfehlen; etwa 10 Tage hintereinander je 1 Ampulle Campolon à 2 ccm intramuskulär, dann jeden zweiten Tag noch eine Ampulle, im ganzen etwa 20 Ampullen. Ich sah, trotzdem ich diese Therapie erst bei wenigen Fällen anwenden konnte, sehr erfreuliche Erfolge, besonders bei Schädigungen, deren Heilverlauf sich äußerst langwierig, über viele Wochen hinzog, und auch bei chronisch Geschädigten, bei denen die Reservekräfte des Körpers und der Leber erschöpft zu sein schienen. Außerdem möchte ich zur besseren Gewebsdurchblutung bei Wunden, die eine allzu schlechte Heiltendenz zeigen, Padutin (wöchentlich 3mal täglich 10—15 Tropfen) empfehlen, trotzdem mir die Wirkung bei den wenigen Fällen, in denen ich es verwenden konnte, noch nicht eindeutig erschienen ist.

Wenn erst die letzten nekrotischen Pfröpfe abgestoßen sind, dann geht alles schnell voran; denn dann sind die Wunden fast so wie gewöhnliche Wunden zu behandeln, und wenn wir dann abwechselnd — um immer einen neuen Anstoß zur Epithelisierung zu geben — Yperitsalbe, Pellidol, Detoxinsalbe, Granugenol, Desitinsalbe, und gelegentlich Höllenstein-salbe („schwarze Salbe“) verwenden, haben wir bald gewonnenes Spiel.

Mit dem Baden müssen wir in dem späteren Stadium der Pathobiose vorsichtig sein, da wir sehr leicht die jungen, sprießenden Granulationen vernichten können, wie wir überhaupt durch allzu intensive feuchte Behandlung die Gefahr einer Mazeration heraufbeschwören, also die Gefahr der Erweichung des Gewebes mit all ihren bösen Folgen, wodurch unsere ganze Aufbauarbeit wieder zunichte gemacht werden kann.

Wenn Dichlordiaethylsulfidschädigungen gar keine Tendenz zur Heilung zeigen, muß man daran denken, daß evtl. eine sekundäre frische Lues vorliegt, und wenn man dann bei positiver Wassermann-Reaktion spezifisch (Neosalvarsan, Wismut usw.) behandelt, heilen die Wunden auffallend schnell; auch ist bei schlecht heilenden Wunden an Diabetes zu denken.

Alle Verbände müssen lose, locker, leicht, luftig sein. Sobald das Nässen aufgehört hat, brauchen die Wunden nur ein- bis zweimal täglich verbunden zu werden.

In einem Aufsatz „Dermatologische Probleme im Luftschutz“, den F. Flury zum 60. Geburtstag von Karl Zieler geschrieben hat¹, wägt er auch die einzelnen Behandlungsmethoden (feuchte Behandlung, Salben- und Trockenbehandlung) gegeneinander ab. Er warnt mit Recht vor der einseitig durchgeführten Trockenbehandlung mit Zinkoxyd, Wismut, Dermatol, Bolus, Magnesia, Stärke, Kohle, weil diese Behandlungsmethode zur Verkrustung der Wundflächen, zur Sekretstauung und damit zu fortschreitenden Eite-

¹ Veröffentlicht in Nr. 1 der Med. Klin. 1934, S. 13ff.

rungen führt. Doch möchte ich hier einschalten, daß der Arzt, der besonders die feuchte Behandlung in Form von Waschungen, Bädern, Berieselungen, feuchten Packungen mit 1 % igen Chloraminlösungen, Seifenwasser, Wasserstoffsuperoxyd, Dakin-Carrell-Hypochloritlösungen, Kaliumpermanganatlösungen ($\frac{1}{10}$ —1 %) usw., daß der Arzt also, der ausschließlich diese feuchte Behandlung bevorzugt, erstaunt sein wird, wie wunderbar das kranke Gewebe häufig darauf reagiert, wenn es 1—2 Tage in der Woche „trocken“ gelegt wird, d. h. wenn bei schweren Schädigungen, sobald das starke Nässen der Wunden nachläßt (im allgemeinen nach 8—10 Tagen), wöchentlich 1—2 Pudertage eingeschaltet werden. Man kann überhaupt wohl nicht sagen, daß die oder die Methode der Behandlung die richtige ist. Falsch ist auf jeden Fall jede einseitig durchgeführte Methode, schon weil Einseitigkeit der Vielseitigkeit allen Lebens widerspricht.

So erfolgreich z. B. die feuchte Behandlung im Prinzip ist, so führt sie doch bei wochenlanger, konsequenter Durchführung zu den schwersten Mazerationen der umgebenden Haut, so daß wir schließlich mehr mit der bis dahin gesunden Umgebung zu tun haben als mit der Wundfläche selbst, ganz abgesehen davon, daß viele Patienten wegen der heftigen Schmerzen sich weigern, Bäder zu nehmen. Und die im Schrifttum so häufig empfohlenen Vollbäder kommen höchstens in den ersten Stunden nach der Verletzung in Frage, später ist die Mehrzahl der Patienten wegen zu großer Schmerzen nicht zu bewegen, ein Vollbad zu nehmen.

Was nützen uns alle theoretisch vielleicht richtigen Vorschläge, wenn sie praktisch nicht durchzuführen sind, wenn der Kranke sich weigert, noch dem Arzte zu folgen! Denn bei Gelbkreuzverletzungen ist es der Schmerz, der überragend im Vordergrund steht. Wenn es uns gelingt, die furchtbaren Schmerzen zu beseitigen, dann gewinnen wir bald wieder so das Vertrauen des Kranken, daß er sich willig unseren Behandlungsmethoden unterwirft. Ist dazu die feuchte Behandlung in der Form wie sie häufig empfohlen wird, allein in der Lage? Auf Grund meiner vieljährigen, großen praktischen Erfahrungen muß ich sagen: nein. In der ersten Zeit auf dem Gasplatz Breloh habe ich fast ausschließlich mit der feuchten Behandlung gearbeitet. Was war die Folge? Viele Arbeiter kauften sich hinter meinem Rücken für ihr eigenes Geld irgendwelche fragwürdigen „Brandsalben“ und taten sie auf ihre Wunden oder kamen überhaupt nicht mehr zu mir in die Behandlung, sondern behandelten sich selbst oder gegenseitig, da sie die „Schinderei“ mit dem Baden oder den feuchten Packungen nicht aushalten könnten. Das gab mir doch zu denken.

Der Arbeiter will arbeiten; der Soldat will kämpfen. Es ist nicht jeder Arbeiter, der einige Blasen hat, arbeitsunfähig — denn dann läge jeder Kampfstoffbetrieb bald still — und es ist nicht jeder Soldat, der einige Blasen hat, kampfunfähig. Wenn wir diesen Glauben bei einer Truppe aufkommen lassen, wird in einem Zukunftskriege die Schlagkraft eines Heeres bald erlahmt sein. Ich möchte sagen, daß mindestens 80 % der Gelbkreuzverletzungen auf dem Gasplatz Breloh nicht zur Arbeitsunfähigkeit führten, und ähnlich brauchen in einem neuen Kriege sehr viel Gelbkreuzverletzungen nicht zur Kampfunfähigkeit zu führen. Aber wir müssen dem Arbeiter und dem Soldaten die Möglichkeit geben, weiterzuarbeiten und weiterzukämpfen. Und diese Möglichkeit haben wir in der Salbenbehandlung. Nur mit Salben, denen wir ein Oberflächenanästheticum zusetzen, werden wir den Schmerz lindern können. Denn alle feuchten Verbände trocknen schnell ein, drücken und schmerzen, nachts werden derartige Verbände abgerissen. Der Kranke kratzt die Umgebung der Wunden blutig, wodurch es zu schwersten Sekundärinfektionen kommt.

Ein Heer muß schlagkräftig, ein Betrieb muß betriebsfähig bleiben. Wird z. B. ein tüchtiger Meister verletzt, dann möchte er, wenn es eben geht, weiterarbeiten. Aber wie? Mit feuchten Verbänden, die ihn jede Minute an seinen Schmerz erinnern? Es werden nur geschmeidige, anästhetisch wirkende Salben, die zugleich den heftigen Wundschmerz mildern, die Arbeit erträglich machen. Solche Fälle habe ich hundertfach erlebt. Und sie sind auch der Grund gewesen, daß ich seit vielen Jahren immer wieder experimentiere, um eine Salbe ausfindig zu machen, die billigen und praktischen Ansprüchen genügt, wie z. B. die Yperitsable.

Flury meint, Salbenverbände würden nur noch vereinzelt d. h. besonders von mir empfohlen. Das ist richtig. Vielleicht bin ich aber auch der einzige, der jahrelang (1919—1925) ununterbrochen so viele Gelbkreuzverletzte behandelt hat. Und wie schwer waren häufig die Verletzungen! Menschen, die aus Versehen, Ungeschicklichkeit usw. sich den Inhalt ganzer Gelbkreuzgranaten über den Körper gegossen hatten, deren Beine und Unterleib zum großen Teil nur noch „rohes Fleisch“ waren. Diese Leute in Vollbäder stecken und sie mit feuchten Verbänden, die festkleben und eintrocknen, verbinden? Das sind Qualen, die kein Mensch aushält. Da heißt es zunächst, die großen Wundflächen einigermaßen unempfindlich zu machen durch Ueberrieseln z. B. mit 1%igen Pantocainlösungen, dann die Wundflächen vorsichtig mit Wasserstoffsuperoxyd zu bespülen, sie evtl. wiederholt zu übergießen mit 1% Chloraminlösungen und sie schließlich mit reizlosen, durch Zusatz von 1% Pantocain anästhetisch wirkenden Salben wie Desitin, Vaseline usw. zu verbinden. Denn wenn wir innerlich sehr viel schmerzstillende Mittel und vor allem reichlich Morphinum geben, dann geht das Allgemeinbefinden, der Appetit usw. derartig zurück, daß die Chancen der Heilung immer geringer werden.

Das Leben und die Erfahrung haben mich dahin gebracht, daß ich in der feuchten Behandlung allein nicht die letzte Rettung sehe. Hier eröffnet sich für den Dermatologen ein weites, fruchtbares Feld, das zu bestellen im Interesse der Nation des Schweißes der Edelisten wert wäre.

Ich wollte mit diesen Ausführungen nur schildern, warum ich auch heute noch Anhänger der Salbenbehandlung bin; aber nicht einer einseitig durchgeführten Salbenbehandlung, sondern in Verbindung mit der feuchten Behandlung und — bei wochenlanger Dauer der Behandlung — in Verbindung sogar mit der sonst so verpönten Trockenbehandlung unter Einschaltung eines „Puder- oder Trockentages“. Und in diesem Dreiklang (feuchte — trockene — Salbenbehandlung) wird auch wohl noch für lange Zeit die große Linie der Behandlung liegen, es sei denn, daß eine spezifische Behandlung gefunden würde.

Es wird sich also bei den größeren Verletzungen — kleinere Verletzungen können von Anfang an mit anästhetisch wirkenden Salben wie Yperitsalbe behandelt werden, was wichtig ist, wenn z. B. eine Kampfhandlung durchgeführt oder eine Weiterarbeit sichergestellt werden soll — nie um eine reine feuchte oder um eine reine Salben- oder Trockenbehandlung handeln, sondern immer um eine Kombination der Methoden in der Art, daß der Kranke bei der eigentlichen ärztlichen Behandlung mit Waschungen, Berieselungen, Bädern (1% Chloraminlösungen, Seifenwasser usw.) behandelt und hinterher mit Salben verbunden wird (in den ersten 8 Tagen zur Vermeidung aller chemischen Reize nur mit indifferenten und reizlosen Salben wie Vaseline, Desitin, wenn nötig unter Zusatz von 1% Pantocain und beim Nachlassen der Exsudation — also während des ganzen langen Stadiums der Nekrose und der Pathobiose — mit Yperitsalbe, in Abwechslung mit Granugenol, Detoxinsalbe, Desitin, Pellidol usw.). Also man verbindet mit Salben, und beim jedesmaligen Verbandwechsel (in den ersten 8—10 Tagen mindestens 3—4 mal innerhalb 24 Stunden) berieselt, bespült, badet man die Wundflächen, behandelt also feucht, und wenn die gesunde Haut bei wochenlanger, feuchter Behandlung — denn die Behandlung zieht sich meistens über Wochen und Monate hin — besonders empfindlich wird (Mazeration, Erweichung usw.) legt man einen „Puder- oder Trockentag“ ein. Mit dieser Methode sah ich die besten Erfolge.

b) Schädigungen der übrigen Organe

Ganz besonders gefährdet sind die Augen.

Bei Augenverletzungen: Den Kranken ruhig lagern, Zimmer abdunkeln, immer dafür sorgen, daß das Sekret, das sich oft reichlich bildet, gut abfließen kann. Versuchen, alle 2—3 Stunden die Augenlider zu öffnen. Bei Lidkrampf:

Rp. Pantocain	0,05—0,1
Sol. Supraren.	0,5—1,0—2,0
(1 : 1000)	
Aq. dest.	ad 10,0
D.S. Einträufeln	

Dann das Sekret ablassen und die Augen ausspülen mit einer lauwarmen 3%igen Borwasserlösung oder einer 1—2%igen Natr. bicarbon.-Lösung. Hinterher streicht man eine alkalische Augensalbe (vgl. S. 108) in den Bindehautsack ein.

Wenn das innere Auge beteiligt ist (Iritis usw.), dann

Rp. Pantocain	0,05—0,1
Atrop. sulfur.	0,05
Aq. dest.	ad 10,0
D.S. Einträufeln	

Bei Hornhautentzündungen:

Rp. Pantocain	0,1
Atropin. sulfur.	0,05
Jodoform.	0,25
Vasel. am. alb.	ad 10,0
M. f. ungt. D.S. Zum Einstreichen	

Bei sehr heftigen Schmerzen:

Rp. Pantocain	0,1
Acid. boric	0,3
Aq. dest.	10,0
D.S. Zur Anaesthesierung des Auges	

Wenn der Höhepunkt der Entzündung überschritten ist, eine 1%ige Zinksulfatlösung; und gegen Schluß der Behandlung gelbe Augensalbe wiederholt einstreichen.

Bei der Erkrankung der Schleimhäute der oberen Luftwege gibt die Inhalation alkalischer Wässer oder auch Menthol-Thuriopinöl eine gewisse Linderung. Gegen den quälenden, bellenden Husten helfen Codein, Eukodal, Acedicon usw., gegen Herzschwäche Strophanthin, Digalen; gegen Kreislaufschwäche Cardiazol, Coramin, Hexeton usw.

Sehr gefährlich für den Kranken ist eine regelrechte Vergiftung durch Einatmung von Yperit. Am besten stützt man — genau wie bei einer Phosgenvergiftung vgl. S. 107ff. — in derartigen Fällen sogleich das Herz mit Strophanthin ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mg intravenös) und Kampfer, Atmung und Kreislauf mit Cardiazol, Hexeton usw., und dann empfehlen wir einen Aderlaß. Allerdings nicht einen sehr großen Aderlaß, höchstens etwa 300 ccm. Aber so sehr bei der Phosgenvergiftung der Aderlaß ein souveränes therapeutisches Mittel ist, so mäßig sind die Erfolge bei der Dichlordiaethylsulfidvergiftung. Wenn wirklich eine schwere Vergiftung der durch Einatmung vorliegt, sind wir meistens machtlos, um so machtloser,

da derartige Vergiftungen sehr häufig mit schwersten Hautschädigungen kombiniert sind.

Bei sehr starker Pseudomembranbildung ist die Einspritzung von artfremdem Eiweiß empfehlenswert: zweimal innerhalb von 24 Stunden z. B. Novoprotin (intravenös), Aolan, Omnadin, Detoxin, Caseosan (intramuskulär) usw. Die Erfolge sind oft recht erfreulich, denn häufig schon nach 24—28 Stunden stoßen sich Membranen ab.

In der Rekonvaleszenz: Ruhe, kräftige vitaminreiche Ernährung, Lebertherapie. Bei Labilität des Kreislaufes Sympatol (3mal tägl. 20 Tropfen).

Grundsätzlich sollten Arbeiter an gefährdeten Stellen (wiederholtes Einatmen von geringsten Dichlordiaethylsulfidmengen) nicht länger als ein halbes Jahr arbeiten, wegen des drohenden toxischen Stoffwechselerfalles. Um immer ein Bild über den Gesundheitszustand der Arbeiter zu haben, empfehle ich dringend, die Arbeiter alle 4 Wochen zu wiegen, sie zu untersuchen und ihnen die beste ärztliche Fürsorge zukommen zu lassen.

B. Chlorvinylarsindichlorid (= Lewisit)

$\text{CHCl}=\text{CH}-\text{AsCl}_2$ — Amerikanisch: Lewisit

1. Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches

Die Entdeckung dieses Stoffes, der in der Nachkriegszeit sehr viel Unruhe in die Welt gebracht hat, wird dem amerikanischen Chemiker Capt. W. Lee Lewis zugeschrieben. Nach diesem Chemiker wird das Reaktionsprodukt, das durch die Einwirkung von Acetylen auf Arsen-trichlorid mit Aluminiumchlorid als Katalysator entsteht, „Lewisit“ genannt.

Tatsächlich waren aber diese Reaktionsprodukte zwischen Acetylen und Arsen-trichlorid vorher in Deutschland schon bekannt und sind besonders von Johannes Thiele in Straßburg während der Kriegszeit auf ihre chemischen, physikalischen und physiologischen Eigenschaften geprüft worden. Zu gleicher Zeit, d. h. in den Jahren 1916/17, beschäftigten sich auch H. Wieland und A. Bloemer sowie Flury und Mitarbeiter eingehend mit diesem Stoff.

Im letzten Kriege ist dieser Stoff nicht verwandt worden.

Beim technischen Lewisit, d. h. also bei dem Produkt, wie es im Kriege verwandt werden soll, handelt es sich um ein Gemisch der drei Lewisite:

Chlorvinylarsindichlorid $\text{CHCl}=\text{CH}-\text{AsCl}_2$ (Lewisit I)

Dichlordivinylarsinchlorid $(\text{CHCl}=\text{CH})_2=\text{AsCl}$ (Lewisit II)

Trichlortrivinylarsin $(\text{CHCl}=\text{CH})_3=\text{As}$ (Lewisit III)

Lewisit I gilt als die Verbindung, die am stärksten von den drei Lewisiten auf die Haut wirkt; Lewisit II hat eine schwächere Wirkung auf

die Haut, aber eine stärkere Wirkung auf die Atmungsorgane, während Lewisit III trotz seines scharfen Geruches fast unwirksam auf Haut und Atmungsorgane ist. Lewisit II und III können durch Erhitzen mit Arsen-trichlorid auf 200–250° in Lewisit I verwandelt werden. Die Ausbeute bei diesen Umsetzungen ist befriedigend (Julius Meyer).

Das Chlorvinylarsindichlorid (Lewisit I) ist in reinem Zustande ein farbloses Oel, das aber bald eine gelbliche Tönung annimmt. Es wird um so dunkler, je unreiner es ist. Das spezifische Gewicht beträgt 1,9. Seine Erstarrungstemperatur ist -13° ; seine Siedetemperatur $+190^{\circ}$. In organischen Lösungsmitteln löst sich dieses primäre Arsin auf, in Wasser und verdünnten Säuren ist es unlöslich. Es wird dagegen durch Wasser sehr rasch zerstört, durch Alkalien wird es unter Entwicklung von Acetylen zersetzt.

Das Dichlordivinylarsinchlorid (Lewisit II) ist ein wasserhelles Oel, das ebenfalls sehr schnell gelb und gelbbraun wird. Das technische Produkt ist fast immer dunkelbraun. Das spezifische Gewicht ist 1,7; der Siedepunkt beträgt bei 26 mm Quecksilbersäule 130–133°. Dieses Produkt ist genau wie das primäre Arsin in Wasser und Säuren unlöslich, dagegen in Alkalien und organischen Lösungsmitteln löslich.

Das Trichlortrivinylarsin (Lewisit III) ist das Endprodukt der Einwirkung von Acetylen auf Arsen-trichlorid. Es ist eine fast wasserhelle, mäßig gelblich getönte Flüssigkeit, die unter einem Druck von 28 mm bei 151–155° siedet. Bei Abkühlung durch Eis erstarrt die Flüssigkeit — nach Julius Meyer¹ — zu großen Kristallblumen, deren Schmelzpunkt bei 13° liegt. Auch das tertiäre Arsin ist in Wasser, verdünnten Säuren und Alkohol unlöslich, während es sich in den übrigen organischen Lösungsmitteln ziemlich leicht auflöst. Es haftet mit großer Zähigkeit an allem Material.

Das technische Lewisit, also das Gemisch dieser drei Lewisite, das in Zukunftskriegen Verwendung finden soll, hat einen außerordentlich vordringenden Geruch nach Geranien, also nach dem Geruchsstoff der Blätter von Geranien (Pelargonien), die uns allen als Garten- und Zimmerpflanzen bekannt sind. Der Geruch ist so intensiv, daß er die meisten übrigen Gerüche in der Atmosphäre überdeckt. Man möchte fast sagen, daß Lewisit stärker nach Geranien riecht als die Geranienblätter selbst. Der Geruch bleibt sehr lange im Zeug haften. Wenn man mehrere Stunden mit Lewisit gearbeitet hat, dann riechen die Kleider oft bis zu zwei Tagen nach Geranien.

Dieser Geruch ist so vordringlich, daß sich Lewisit in Zukunftskriegen ohne weiteres verrät, wenn es verschossen wird, es sei denn, daß der Geruch irgendwie verdeckt wird. Dieser Geruch macht einem das Experimentieren mit Lewisit auch viel leichter als mit Dichlordiaethylsulfid (Yperit), das in geringen Mengen fast gar keinen Geruch hat und darum sehr heimtückisch ist. Wenn man Lewisit versehentlich auf die

¹ a. a. O. S. 431.

Haut bekommt, dann hat man sofort — im Gegensatz zum Yperit — an empfindlichen Hautstellen ein brennendes Gefühl, so daß man noch früh genug Lewisit mit Chlorkalk vernichten kann.

Lewisit reizt zum Niesen und zum Tränen; aber diese Reizerscheinungen sind nicht so stark wie z. B. die des Aethylarsindichlorids.

Gegen Wasser hat Lewisit fast die Empfindlichkeit, wie es die Grünkreuzkampfstoffe Phosgen und Perstoff haben, so daß im freien Gelände dieser Kampfstoff durch Feuchtigkeit und Regenschauer bald vernichtet wird.

Besonders die amerikanischen Zeitungen haben phantastische Schilderungen über das Massensterben in den Großstädten gebracht, wenn erst der „Tau des Todes“ („The Dew of the Death“) — so wird dieser Stoff gern genannt — im Zukunftskriege über die menschlichen Siedlungen niederrieselt. „Die Wirkung dieses Körpers sollte so furchtbar sein, daß man mit 12 Flugzeugbomben eine Stadt von der Größe wie Berlin oder Chicago vernichten könne; demzufolge wurde das neue Gas auch als „Todestau“ bezeichnet. Um die Geheimhaltung des Kampfstoffes und den Ueberraschungseffekt zu sichern, wurde eine besondere Fabrik in Wiloughby bei Cleveland eingerichtet, die von der Außenwelt völlig abgeschlossen war und in der sich 800 Angestellte und Arbeiter bis Kriegsende in freiwilliger Gefangenschaft befanden¹.“

Durch die von mir angestellten, eingehenden Versuche² habe ich diese Hoffnungen und Erwartungen über die phantastische Wirkungsweise auf das Maß zurückgeführt, das der Wirklichkeit entspricht.

Nach amerikanischen Untersuchungen³ soll das halbstündige Einatmen von Luft, die 0,048 mg des primären Arsins im Liter enthält, den Tod herbeiführen. Luft, die 0,334 mg Chlorvinylarsindichlorid im Liter enthält, soll auf der Haut Blasenbildungen hervorrufen können. Auch darin hat es mit dem Dichlordiaethylsulfid (Lost, Yperit) eine gewisse Ähnlichkeit.

2. Die Wirkung von Lewisit auf den Menschen

Auf Grund zahlreicher vergleichender Versuche über die Wirkungsweise von Lewisit und Dichlordiaethylsulfid (Yperit) auf die menschliche Haut habe ich folgendes festgestellt⁴:

1. 1 Tropfen Lewisit, auf die menschliche Haut gebracht, ruft sofort ein Gefühl mäßigen Brennens hervor, während 1 Tropfen Dichlordiaethylsulfid weder subjektiv noch objektiv zunächst irgendwelche Beschwerden macht. Das leichte Brennen hält bei Lewisit un-

¹ Müller, Ulrich: a. a. O. S. 107.

² u. ⁴ Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz, S. 131ff. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932.

³ Vedder, E. B.: The Medical Aspects of Chemical Warfare, S. 157ff. Baltimore 1925.

vermindert bis zur Blasenbildung an, es steigert sich allmählich, aber es wird nicht so stark, daß es unerträglich würde.

Bei Dichlordiaethylsulfid dagegen sind oft nach 4—5 Stunden überhaupt noch keine Empfindungen, weder Brennen noch Jucken, festzustellen; zeitweise selbst dann noch nicht, wenn nach 5—6 Stunden objektiv schon eine Entzündungsfläche abzugrenzen ist. Dafür haben wir bei Dichlordiaethylsulfid später im Stadium der Nekrose oft unerträgliche Schmerzen, die wir in dieser Intensität bei Lewisit nicht kennen.

2. Ein großer Tropfen Lewisit zieht verhältnismäßig schnell in die Haut ein (häufig schon nach 3—5 Minuten), indem er sich stark ausbreitet. Ein Dichlordiaethylsulfidtropfen braucht zuweilen sogar (je nach der Hautstelle) 10—20 Minuten, ehe er eingezogen ist. Wenn bei Dichlordiaethylsulfid der Tropfen noch nicht einmal eingezogen ist, dann ist bei Lewisit häufig schon eine intensive Rötung der Haut zu sehen.

3. Bei Lewisit haben wir bereits nach 12—13 Stunden Blasenbildungen und nach 24 Stunden schon sehr große Blasen (Abb. 58). Diese großen Blasen sind charakteristisch für Lewisit; derartig große Blasen kennen wir bei Dichlordiaethylsulfid nicht.

Nach der Einwirkung eines großen Tropfens Dichlordiaethylsulfid dagegen beginnt die Blasenbildung meistens erst nach 20 Stunden in der Peripherie des Tropfens (vgl. Abb. 49 u. 50), zentral lockert sich die Haut (Epidermis) wohl etwas auf, aber das ganze Gewebe scheint so tödlich getroffen zu sein, daß die Epidermis nicht mehr die Kraft hat, sich zu einer Blase zu erheben (vgl. Abb. 50). Schon daraus sehen wir den großen Unterschied in der Giftigkeit zwischen Dichlordiaethylsulfid und Lewisit. Bei Lewisit erhebt sich also die ganze Haut, die vom Gift getroffen ist, zu einer großen Blase (vgl. Abb. 58), bei Dichlordiaethylsulfid dagegen bleibt die Haut im Zentrum liegen und nur die letzten Ausläufer des Tropfens erzeugen Blasen (vgl. Abb. 49 u. 50).

Wenn allerdings sehr geringe Dichlordiaethylsulfidmengen auf die Haut wirken, dann haben wir auch hier eine vollkommene Blasenbildung (vgl. Abb. 52).

4. Der Entzündungsprozeß schreitet bei Lewisit sehr schnell voran und hat häufig schon am zweiten Tage den Höhepunkt erreicht (vgl. die graphische Darstellung auf Abb. 54), während dieses Stadium bei Dichlordiaethylsulfid häufig erst am 14. Tage erreicht wird.

Bei Lewisit verläuft alles stürmischer, bei Dichlordiaethylsulfid alles langsamer; aber dafür sind die Zerstörungen bei Dichlordiaethylsulfid viel tiefgreifender und schwerer als bei Lewisit.

Wenn es uns gelingt, bei einer Lewisitschädigung die Blasen zu erhalten, so daß also keine Sekundärinfektion hinzutreten kann, dann kann schon am 14. Tage eine Heilung eingetreten sein, während bei der Einwirkung von gleichen Mengen Dichlordiaethylsulfid am 14. Tage zuweilen erst der Höhepunkt der Entzündung erreicht ist. Natürlich verzögert

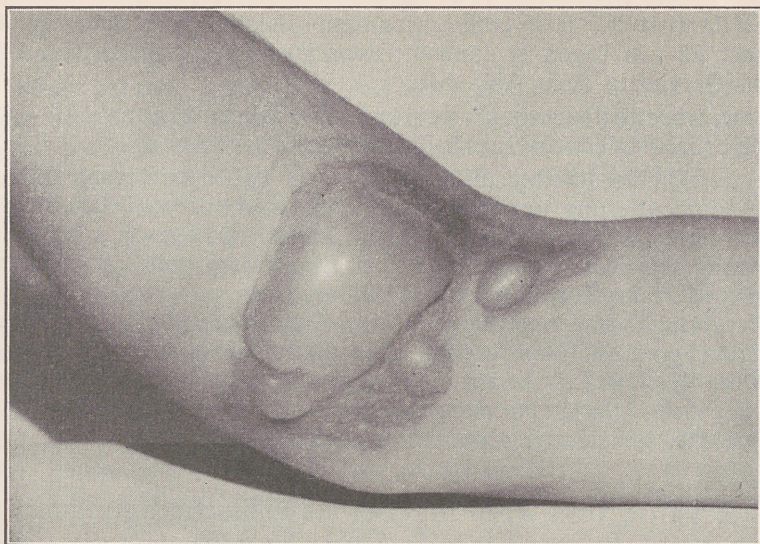


Abb. 58. Einwirkung von einem Tropfen Lewisit nach 24 Stunden. Die Bläschen sind zu einer großen Blase zusammengefloßen. Ringsherum ist das Gewebe blasig aufgelockert, intensiv rot. Diese Rötung »verschwimmt« allmählich in das gesunde Gewebe. (Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932)



Abb. 59. Verheilung einer Lewisitschädigung trotz Sekundärinfektion nach 25—26 Tagen. Vergleiche dagegen Abb. 51, auf der wir sehen, daß nach 25—26 Tagen Dichlordiaethylsulfidwunden noch im Stadium schwerster Gewebseinschmelzungen sich befinden. (Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932)

sich bei Lewisit der Heilverlauf, wenn eine Sekundärinfektion hinzutritt, aber nach 25—26 Tagen ist dann meistens auch alles verheilt (vgl. Abb. 59 und im Gegensatz dazu Abb. 51).

Lewisitschädigungen heilen im allgemeinen $2\frac{1}{2}$ —4 mal schneller als Dichlordiaethylsulfidschädigungen.

5. Bei Dichlordiaethylsulfidschädigungen haben wir regelmäßig eine dunkle Pigmentierung um den Entzündungsherd, die bei Lewisit fehlt.

Bei den Hautschädigungen durch Lewisit müssen wir auch an eine Abspaltung von Arsen denken, die bei Einwirkung größerer Mengen zu gefährlichen resorptiven Wirkungen führen kann.

Tierversuche haben gezeigt, daß die Einatmung von Lewisitdämpfen zu Pseudomembranbildungen und auch zu Lungenödemen führt.

Wenn flüssiges Lewisit auf die Fingernägel gelangt, dann entstehen — genau wie bei Äthylarsindichlorid (Dick), vgl. S. 156 — außerordentlich schmerzhaft, langwierige Entzündungen des Nagelbettes.

3. Hilfe und Heilung bei Lewisitschädigungen

Da Lewisit- und Dichlordiaethylsulfidschädigungen sich im wesentlichen nur in der Intensität der Wirkung unterscheiden (Lewisit ist das schwächere, Dichlordiaethylsulfid [Yperit] ist das stärkere Gift) und da wir sehr eingehend die Vorschläge für Hilfe und Heilung bei den Dichlordiaethylsulfidschädigungen behandelt haben, so möchte ich zur Vermeidung von Wiederholungen auf diese Ausführungen (vgl. S. 133 ff.) hinweisen. Wer Dichlordiaethylsulfidgeschädigte behandeln kann, kann um so leichter Lewisitgeschädigte behandeln. Nur, um es immer wieder einzuhämmern, wiederhole ich hier das Wichtigste:

Wie helfe ich mir selbst?

Sicherer und vollkommener Schutz gegen die Einatmung von Lewisitdämpfen ist die Gasmaske (Maske mit Atemfilter, z. B. die S-Maske); gegen Hautverletzungen schützen für eine begrenzte Zeit Gasanzüge (vgl. Abb. 33).

Ist Lewisit auf die Haut gekommen, was man — im Gegensatz zu Dichlordiaethylsulfid — sofort merkt wegen des brennenden Gefühls, dann schleunigst vorsichtig abtupfen (nicht abreiben! Tupfer verbrennen!) und erst dann die geschädigten Hautpartien mit Chlorkalkbrei abreiben.

Zeug und Schuhe, die mit Lewisit bespritzt sind, müssen sofort ausgezogen und mit heißem Wasser und evtl. Chlorkalk behandelt werden.

Nach Hautschädigungen ein Bad mit heißem Seifenwasser nehmen.

Wie helfen die Rettungsmannschaften?

Die Kranken möglichst schnell aus der Gefahrenzone herausbringen! Nicht gehen lassen! Die Kranken immer zur nächsten Rettungsstelle bzw. Krankenhaus schaffen.

Solange sich noch keine Blasen auf der Haut gebildet haben, die Haut mit Chlorkalkbrei abreiben.

Darauf achten, daß die Kranken die Augen nicht reiben. Die Augen auswaschen mit 0,25%igen Sodalösungen; alkalische Augensalben (vgl. S. 108) einstreichen. Bei Schwächezuständen belebende und die Atmung anregende Mittel unter die Haut einspritzen: 1 ccm Cardiazol.

Kein Morphin, keine künstliche Beatmung!

Für die Rettungsmannschaften, Entgiftungstrupps usw. reicht es vollkommen aus, wenn sie außer mit Masken, Gasschutzanzügen usw. mit Chlorkalk ausgestattet werden. Chlorkalk leistet bessere Dienste als Natriumhydroxydlösungen, ist leichter mitzunehmen und hat den Vorteil, zugleich gegen den gefährlichsten Kampfstoff, das Dichlordiaethylsulfid, das sicherste Zerstörungsmittel zu sein. Je komplizierter unsere Schutzmaßnahmen sind, desto wirkungsloser werden sie, weil im Falle einer Schädigung die Rettungsmannschaften gar nicht wissen, was sie von ihren Mitteln gebrauchen sollen. Darum ist wesentlich die Einfachheit der Mittel und die Einfachheit ihrer Anwendung. Das gilt auch für die Ausrüstung der Soldaten.

Wie hilft der Arzt?

a) bei Hautschädigungen

Die beste Therapie ist die Erhaltung der Blasenhaut als Schutzdecke, auch bei schwersten Schädigungen, im Gegensatz zu Dichlordiaethylsulfidblasen, die wir bei Einwirkung größerer Mengen bekanntlich nach Möglichkeit etwa am zweiten Tage entfernen sollen. Die Erhaltung der Blasen ist mithin die vornehmste Aufgabe der Therapie, die aber leider in der Praxis selten durchzuführen ist, da die Blasen meistens schon bei Eintritt in die ärztliche Behandlung zerrissen sind. Die Blasen müssen nach 24 Stunden möglichst steril angestochen werden, damit der Blaseninhalt ablaufen kann. Wenn man die Blasenhaut abträgt, tritt fast immer Sekundärinfektion ein, wodurch der Heilverlauf verzögert wird.

Bei Lewisit kommt es längst nicht zu den schweren Gewebseinschmelzungen (Nekrosen) wie beim Dichlordiaethylsulfid. Wenn die Blasen bei Eintritt in die Behandlung bereits zerrissen sind, dann muß die ganze Blasenhaut sorgfältig abgetragen und die Wundflächen müssen wiederholt mit Wasserstoffsuperoxyd überrieselt werden. (Bei zu großer Schmerzhaftigkeit evtl. durch Uebergießen mit 1 % Pantocainlösungen anästhetisch machen.) Der Kranke muß baden in heißem, schwach zubereitetem Seifenwasser oder in 1 % iger wässriger Chloraminlösung ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Std.). In den ersten Tagen während des starken Nässens wird mindestens zweimal täglich mit reizlosen Salben (Vaseline, Desitin) verbunden, nach 6—8 Tagen genügt täglicher Verbandwechsel mit Yperitsalbe. Gelegentlich wird Yperitsalbe gewechselt mit Granugenol, Pellidol, Desitin, Detoxinsalbe usw.; evtl. wird auch wöchentlich ein „Pudertag“ eingeschaltet.

Der amerikanische Vorschlag, die Haut mit 5 % iger Natriumhydroxyd-Lösung gleich nach der Einwirkung von Lewisit einzureiben, ist abzulehnen, da Chlorkalk die gleichen Dienste leistet (vgl. Abb. 60). Chlorkalk verhindert ungefähr bis zu 5 Minuten die Bildung großer Blasen. Bei Hautflächen, die widerstandsfähiger sind — z. B. die Haut in oder auf der Hand — wirkt Chlorkalk auch noch bis zu 10 Minuten, aber an Hautstellen, die gewöhnlich mit Zeug bedeckt sind, also die empfindlicher sind, muß man sich in den ersten 5 Minuten mit Chlorkalk doch sehr beeilen; denn sonst kommt es zu einer Bläschenbildung, die aber meistens keiner Behandlung

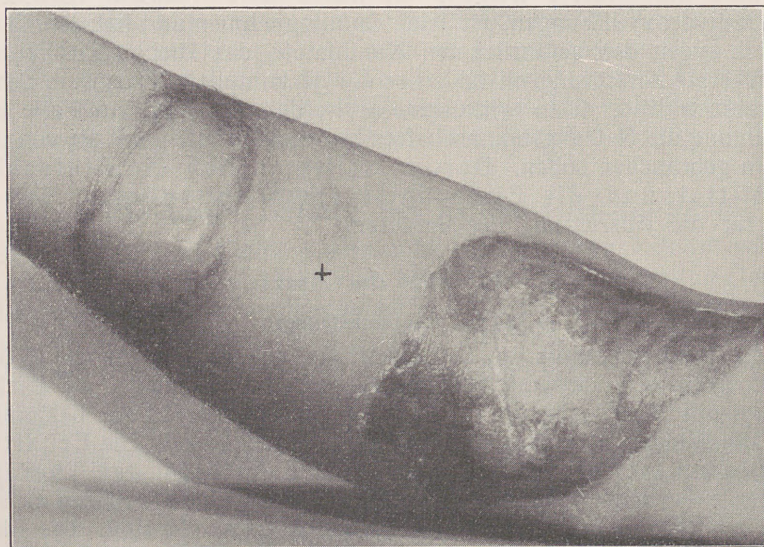


Abb. 60. Einwirkung von 2 Tropfen Lewisit nach 3 Tagen. Große Wundfläche nach abgetragener Blase rechts, erhaltene wachsartige Blase links oben. Zwischen den einzelnen Entzündungsherden sind kleine Bläschen von einem Versuch, bei dem 1 Tropfen Lewisit nach 5 Minuten (+) durch Chlorkalk zerstört wurde. (Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932)

bedarf. Denn, wenn man die Bläschen ganz auf sich beruhen läßt, dann schrumpfen sie ohne weiteres ein.

Eisenhydroxydpasten¹ sind unnötig, da wir hierfür keine Indikation zu sehen vermögen; denn wir haben festgestellt, daß bei Erhaltung der Blasen alles am besten heilt. Wenn aber die Blasen zerrissen sind und wenn wir dadurch eine Sekundärinfektion bekommen haben, dann behandeln wir die Wunden so, wie wir Dichlordiaethylsulfidwunden behandeln, d. h. wir überrieseln bei jedem Verbandwechsel die Wundflächen

¹ Vedder, E. B., a. a. O. S. 157ff.

mit Wasserstoffsuperoxyd, baden gelegentlich in heißem Seifenwasser und verbinden dann mit einer milden Salbe (Desitin, Vaseline; später Yperit-salbe abwechselnd mit Detoxinsalbe, Granugenol, Pellidol u. dgl.).

So kommen wir schnell zum Ziel und richten keinen Schaden an wie mit stark reizenden Lösungen und Salben, die den empfindlichen Wundflächen nur noch neue Schädigungen (Kombinationsschädigungen) zuführen, was wir in der Therapie unbedingt vermeiden sollten.

b) Schädigungen der übrigen Organe

Augenverletzungen werden genau wie die Augenverletzungen durch Dichlordiaethylsulfid behandelt (vgl. S. 141 ff.).

Bei Lungenödem: unbedingte Ruhe, Herzmittel (Strophanthin $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ mg intravenös, Kampfer subkutan usw.), Sauerstoff, kleiner Aderlaß. Als Analeptica Cardiazol, Hexeton.

Gegen Husten: Eukodal ($\frac{1}{2}$ bis 1 ccm subkutan oder 2- bis 3mal täglich 1 Tablette 0,005), Codeintabletten (3mal täglich 0,025).

Bei Pseudomembranbildungen in den oberen Luftwegen: Reizkörpertherapie (Novoprotin intravenös, Aolan, Detoxin, Omnadin usw. intramuskulär). Vergleiche im übrigen die Behandlung der Schädigungen durch Dichlordiaethylsulfid (S. 133 ff.).

C. Die Durchschlagskraft von Dichlordiaethylsulfid (Yperit) und Lewisit durch verschiedenartige Stoffe

(Zeug, Leder, Gummi, chemische Schutzmittel)¹

Wir haben in der Pathologie des Dichlordiaethylsulfids und des Lewisits gesehen, daß Dichlordiaethylsulfid das stärkere und Lewisit das schwächere Gift ist. Da diese oder ähnliche chemische Verbindungen in einem Zukunftskriege eine bedeutende Rolle spielen werden, so ist es von hohem Wert, zu wissen, wie sie sich verhalten, wenn sie den vollbekleideten menschlichen Körper treffen, d. h. wie diese chemischen Verbindungen auf die Stoffe wirken, mit denen der menschliche Körper umhüllt ist, also auf unser Zeug, auf Leder, Gummi usw.

Wenn wir z. B. einen Tropfen Dichlordiaethylsulfid und einen Tropfen Lewisit 10 Minuten wirken lassen auf Zeugschichten (Anzug- und Hemdenstoff), ferner auf imprägnierte Stoffe (Regenmäntel), auf Ziegenleder, Rindleder und auf Fahrradschlauchgummi, dann können wir feststellen, daß Dichlordiaethylsulfid innerhalb von 10 Minuten die Zeug-

¹ Diese hier kurz wiedergegebenen Versuche sind ausführlich dargestellt in Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. S. 164 ff. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932.

schichten, den imprägnierten Stoff und das Ziegenleder durchdringt und die Haut schädigt, während Rindleder und Fahrradschlauchgummi noch nicht durchschlagen werden. Lewisit dringt innerhalb von 10 Minuten nur durch Zeug, durch alle andern Stoffe nicht. Wir sehen also auch hier wieder die Ueberlegenheit des Dichlordiaethylsulfids gegenüber dem Lewisit.

Wenn wir aber je einen Tropfen Dichlordiaethylsulfid und Lewisit bei gleicher Anordnung 30 Minuten wirken lassen, dann kommen wir zu folgenden Ergebnissen: Dichlordiaethylsulfid ist durch Zeug, imprägnierten Stoff, Rindleder durchgedrungen, aber nicht durch Gummi (Fahrradschlauchgummi). Gummi hat also der Einwirkung von Dichlordiaethylsulfid 30 Minuten widerstanden. Lewisit hat in dieser Zeit nur Ziegenleder und Zeug einwandfrei durchschlagen; der imprägnierte Stoff, Rindleder und Gummi haben der Einwirkung des Lewisits 30 Minuten widerstanden. Ich möchte hier einschalten, daß die Stoffarten selbst scheinbar durch diese Kampfstoffe nicht leiden, im Gegensatz zu der Einwirkung der meisten Säuren, wie Salpetersäure usw.

Auffallend ist die große Widerstandskraft des Gummis gegenüber Dichlordiaethylsulfid und Lewisit, dagegen ist die Widerstandskraft des Leders gegenüber diesen Kampfstoffen gering.

Das bedeutet praktisch, daß der Mensch mit guten Rindlederschuhen zur Not 20 Minuten in einem mit Dichlordiaethylsulfid vergifteten Gelände verweilen kann, ohne befürchten zu müssen, eine Verletzung an seinen Füßen zu bekommen; vorausgesetzt allerdings, daß er Gelegenheit hat, diese Schuhe sofort auszuziehen. Gerät er dagegen mit Schuhen aus dünnem Oberleder in ein mit Dichlordiaethylsulfid vergiftetes Gelände, so kann er schon nach 10 Minuten geschädigt werden.

Wenn wir je 1 Tropfen Dichlordiaethylsulfid und Lewisit 24 Stunden auf dicke Rindlederschuhe einwirken lassen und wenn wir dann diese Schuhe anziehen, dann würden wir uns schwerste Verletzungen zuziehen, wie Abb. 61 sehr schön zeigt.

Ein Tropfen Dichlordiaethylsulfid, den wir direkt auf die Haut bringen, breitet sich nicht einmal so weit aus, als wenn wir ihn erst durch Leder wirken lassen.

Im Gegensatz zu Leder hat Gummi sowohl gegen Dichlordiaethylsulfid wie gegen Lewisit eine größere Widerstandskraft. Dichlordiaethylsulfid zieht sehr langsam in Gummi ein und ebenso z. B. in Billrothbatist, im Gegensatz zu Lewisit.

Wenn man Gummistücke (z. B. Präservativgummi, Fahrradschlauchgummi und Gummi von einem Autoschlauch), auf die man Dichlordiaethylsulfid getropft hat, unter eine Glasglocke stellt, um eine schnelle Verdunstung zu verhüten, dann dauert es zuweilen 5 Tage, ehe Dichlordiaethylsulfid in sie eingezogen ist. Bei Billrothbatist steht der Tropfen nach 5 Tagen fast noch genau so wie am ersten Tage, also fast unverändert.

Um nun zu prüfen, ob Dichlordiaethylsulfid und Lewisit durch diese drei verschiedenen Gummiarten und durch Billrothbatist nach 5 Tagen wirklich durchgekommen sind (zu sehen ist mit bloßem Auge nichts), haben wir diese Gummistücke und Billrothbatist auf die menschliche Haut gebracht. Nach 1½ Stunden nahmen wir die Gummistücke und das Billrothbatiststück von der Haut ab. Nach 6 Stunden hatten wir folgenden Befund: Alle Gummiarten, selbst das dicke Autoschlauchgummi, sind von Dichlordiaethylsulfid vollkommen durchschlagen worden, denn

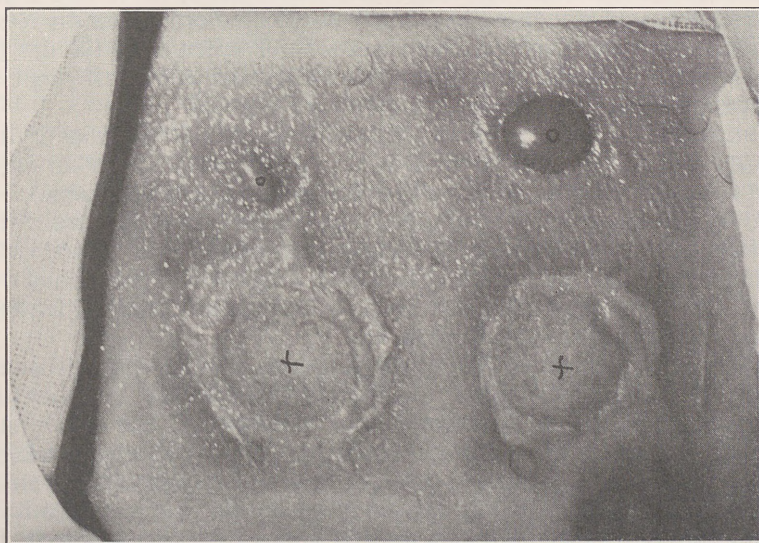


Abb. 61. Einwirkung von Dichlordiaethylsulfid und Lewisit auf die menschliche Haut durch Leder hindurch. Diese Kampfstoffe wurden vorher auf Roßchevreauxleder getropft, wirkten 24 Stunden und dann wurde dieses Leder auf die menschliche Haut gebracht. Folge: Charakteristische zentrale Blasenbildung (C) bei Lewisit, zentraler blasser (anämischer) Herd (+) mit peripher stehenden Blasen (Perlenschnüren) bei Dichlordiaethylsulfid (Yperit). Man hat nicht den Eindruck, als wenn die Kampfstoffe vor ihrer Wirkung erst Leder passiert hätten, so charakteristisch und schwer sind die Schädigungen. Es ist, als ob die Kampfstoffe direkt auf die Haut getropft worden wären. Aufnahme: 48 Stunden nach der Einwirkung.

(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932)

auf der Haut hatten wir sehr schwere Entzündungen. Auch Billrothbatist ist vollkommen durchschlagen worden, was um so rätselhafter ist, da doch der Tropfen Dichlordiaethylsulfid nach 5 Tagen für das bloße Auge fast unverändert stand, so daß wir, ehe wir das Billrothbatiststück auf die Haut legten, den Tropfen sogar erst von der Oberfläche entfernen mußten.

Auch Lewisit hat das zarte Präservativ- (Condom-) Gummi durchdrungen; aber das Fahrrad- und Autoschlauchgummi und das Billrothbatiststück nur ganz mäßig.

Sonderbar ist, daß ein Tropfen Dichlordiaethylsulfid auf Gummi und Billrothbatist — wenigstens für das bloße Auge — stehenbleibt und trotzdem wirkt. Es scheinen also geringste Spuren durchzudringen und die Wirkung hervorzurufen. Darum muß man Stoffe, die man zu Schutzmänteln verarbeiten will, nicht nur daraufhin prüfen, ob ein Tropfen dieser chemischen Verbindungen für lange Zeit stehenbleibt, ob er also nicht in den Stoff eindringt, sondern diese Stoffe müssen außerdem auf die menschliche Haut gebracht werden. Denn wenn ein Tropfen auch für das bloße Auge stehen bleibt, dann bedeutet das nicht, daß der Stoff nicht doch durchlässig ist für Dichlordiaethylsulfid und Lewisit.

Seltsam ist, daß auch bei den Gummiversuchen Dichlordiaethylsulfid in ganzer Breite der Gummistücke wirkt; wie es auch sonderbar ist, daß man an den Stoffen selbst keine Schädigungen feststellen kann.

Auch die Gummi- und Billrothbatistversuche lehren uns trotz vielem Rätselhaften die vollkommene Ueberlegenheit des Dichlordiaethylsulfids gegenüber dem Lewisit. Sie lehren aber auch, daß Gummi dem Menschen auch nur beschränkten Schutz bietet. Es kommt sehr auf den angewandten Gummi an.

Der Gedanke liegt nahe, Chlorkalk — bekanntlich ein ganz sicheres und zuverlässiges Zerstörungsmittel für Dichlordiaethylsulfid und Lewisit — in irgendeiner Form als Schutzmittel zu verwenden. Besonders an den Stellen, die wir häufig mit geeigneter Schutzkleidung nicht bedecken können, wie z. B. die Hände, Teile des Gesichts, des Halses, der Unterarme usw.

Trockner Chlorkalk würde für derartige Zwecke ungeeignet sein, weil er nicht auf der Haut haftet. Deshalb kommt Chlorkalk nur in Form von Salben, Pasten usw. in Frage.

Wir haben mit 15-, 25-, 30-, 40- und 50%igen Chlorkalksalben Versuche angestellt und auch mit Kalium permanganat-Salben und mit der sogenannten amerikanischen Schutzsalbe:

Zinc. oxyd.	45,0
Leinöl	30,0
Schweineschmalz	10,0
Lanolin fett	15,0

Wenn Dichlordiaethylsulfid und Lewisit 30 Minuten auf Chlorkalk- und Kaliumpermanganatsalben wirken, dann wird zwar die Wirkung stark abgeschwächt, aber die Kampfstoffe dringen trotzdem durch.

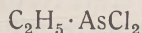
Aber die amerikanische Schutzsalbe schützt nicht nur nicht, sondern breitet und streut, ähnlich wie Zeug und Leder, die Wirkung nur noch weiter aus.

Praktisch führen alle diese Versuche zu folgender Erkenntnis: Wir können uns wohl durch gewisse Salben eine Zeitlang schützen, wenn wir

uns ganz ruhig verhalten, so daß die Salben nicht verwischt werden. Aber was wird dann mit den Kampfstoffen, besonders mit dem heimtückischen Dichlordiaethylsulfid? Entweder fließen sie einfach von der Salbe herunter auf gesunde Körperhaut und auf unser Zeug oder auf die Erde, so daß wir schließlich eine vollkommen mit Lewisit- oder Dichlordiaethylsulfid vergiftete Atmosphäre um uns haben, die besonders in geschlossenen Räumen uns zum Verhängnis werden könnte.

Chemische Schutzmittel müßten daher von einer mehr öligen Konsistenz sein, so daß sie so angewandt werden könnten, wie der Sportsmann beim Training ein Oel anwendet. Kurz: alle derartigen Schutzmaßnahmen werden nie vollkommen sein, weil immer wieder Reste unzerstörten Kampfstoffes irgendwie mit dem Menschen in Berührung kommen können. Darum ist es wichtig, alles so zu konstruieren, daß das, was schützt, zum mindesten auch gleich die Kampfstoffe zerstört oder wenigstens in der Wirkung stark abschwächt. Denn sonst kann es uns leicht im heißen Sommer oder im engen Raume passieren — besonders, wenn nicht unsere Gasmasken sehr gut sitzen —, daß die Kampfstoffe Dichlordiaethylsulfid und Lewisit, die uns durch die Haut nicht haben erreichen können, sehr schnell den Weg durch die Einatemungsorgane zu uns finden.

C. Aethylarsindichlorid (= Dick)



Bereits im Jahre 1881 beschreibt der Chemiker La Coste die Gefährlichkeit dieses Stoffes: „Er reizt die Schleimhaut der Augen und Nase sehr heftig, bringt auf der Haut schmerzhaft Brandblasen hervor und ist für den Arbeiter sehr gefährlich, da seine Dämpfe Atemnot, Ohnmacht und lange andauernde Lähmung und Gefühllosigkeit der Extremitäten bewirken“¹.

Dieser Kampfstoff — von uns Deutschen mit dem Decknamen „Dick“ bezeichnet — wurde von uns in Mischung mit dem ebenfalls giftigen Dichlormethylaether und dem Aethylarsindibromid als Gelbkreuz 1 — oder Grünkreuz 3 — Munition verschossen². Es war aber keine Abwehrmunition wie Gelbkreuz, sondern eine Angriffsmunition wie Grünkreuz; daher hieß diese Munition später auch zutreffend Grünkreuz 3. Sie wurde meist an Stelle von Grünkreuz zusammen mit Blaukreuz zur Erzielung „bunter Räume“ des Angriffs verfeuert. Da dieser Kampfstoff aber in seiner pharmakologischen Wirkung als Zellgift anzusprechen ist, reiht man ihn am besten bei der Gelbkreuzgruppe mit ein.

Aethylarsindichlorid ist eine wasserhelle Flüssigkeit (vgl. Abb. 7), die bei 156° siedet und ein spezifisches Gewicht von 1,68 besitzt; sie löst sich

¹ Flury, F.: Lokal reizende Arsenverbindungen, Zeitschr. für die gesamte experimentelle Medizin XIII. Bd., S. 541. Julius Springer, Berlin 1921.

² Hanslian, Rudolf, Der chemische Krieg, 3. Aufl., 1937, S. 60ff.

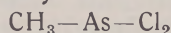
leicht in organischen Lösungsmitteln (Benzol usw.) auf, schwerer in Wasser. Sie hat einen schwach aromatischen, obstartigen Geruch.

Die Reizwirkung ist sehr groß, die Erträglichkeitsgrenze liegt bei 5—10 cmm im Kubikmeter Luft. Schon bei wenigen Atemzügen in Konzentrationen von 20 cmm im Kubikmeter treten heftige Beklemmungen auf der Brust mit starker Atemnot auf, wobei die Atemnot sich häufig — ähnlich wie beim Asthma — gleichsam wellenförmig verstärkt und dann wieder abnimmt. Der Dampf von Aethylarsindichlorid erzeugt Rötung und Entzündung, die Flüssigkeit selbst ruft auf der Haut Blasenbildung hervor, ähnlich wie Lewisit; wie überhaupt die Wirkung auf die Haut und auch die Dauer der Abheilung der Blasen große Aehnlichkeit mit Lewisit hat (vgl. die graphische Darstellung auf Abb. 54). Sehr charakteristisch ist die Wirkung des Aethylarsindichlorids auf die Fingernägel. Wenn etwas flüssige Substanz auf die Fingernägel gelangt, dann entstehen außerordentlich schmerzhaft Entzündungen des Nagelbettes; die Fingerspitzen sehen weiß oder bläulich verfärbt aus und sind gegen jede Berührung höchst empfindlich. Die Schmerzen können tage- ja selbst wochenlang unverändert weiterbestehen und sind besonders während der Nacht außerordentlich lästig. Nur Abkühlung durch Eintauchen der Finger in kaltes Wasser vermag die Schmerzen vorübergehend zu lindern. Es handelt sich in solchen Fällen nicht mehr um sensible Reizung im herkömmlichen Sinne, sondern um einen chronischen Entzündungsprozeß der sensiblen Nervenendigungen, also um eine echte Neuritis. Verwandte Schädigungen sind aus der Pathologie der Arsenvergiftung durchaus bekannt (Flury).

Auf dem Gasplatz Breloh mußten häufig Arbeiter wochenlang in ihrer Arbeit aussetzen, die sich diese außerordentlich schmerzhaften Entzündungen des Nagelbettes bei der Reinigung von Kesselwagen zugezogen hatten, die mit Aethylarsindichlorid gefüllt waren.

Hilfe und Heilung: Wie bei Lewisit (vgl. S. 148) und bei Dichlordiaethylsulfid (vgl. S. 133); besonders die Blasen auf der Haut werden behandelt wie die Lewisitblasen oder wie Dichlordiaethylsulfidblasen leichteren Grades. Zur Beseitigung der Reizungen der Schleimhäute der oberen Luftwege empfiehlt sich die Einatmung des Dunstes einer wässrigen Ammoniaklösung oder das Riechen an Chlorkalk. Chlorgas beseitigt die Beschwerden schnell, ist aber in der Anwendung nicht unbedenklich.

D. Methylarsindichlorid



Methylarsindichlorid wurde bereits 1850 von Bayer entdeckt, der auch schon seine heftige Reizwirkung beschrieben hat¹. Gegen Ende des Krieges haben die Amerikaner diese chemische Verbindung im Anschluß an das deutsche „Dick“ (Aethylarsindichlorid) als Kampfstoff erprobt und

¹ Vgl. hierzu Müller, Ulrich, a. a. O. S. 117.

hergestellt. Größere Erfahrungen konnten aber noch nicht gesammelt werden. Fries¹ hebt die große Heftigkeit und die blasenziehende Wirkung hervor. Doch zeigen alle Hautschädigungen eine ähnlich gute Heiltendenz wie die von Lewisit und Dick.

Methylarsindichlorid ist eine wasserhelle Flüssigkeit vom Siedepunkt 133° und vom spezifischen Gewicht 1,84. Es wirkt ähnlich wie die Aethylverbindung (Dick), nur etwas schwächer, hat dafür aber eine größere Flüchtigkeit, wodurch sich an der Einschlagstelle der Geschosse höhere Konzentrationen erreichen lassen. Bei 20—25 mg im Kubikmeter Luft wirkt schon ein Aufenthalt von einer Minute unerträglich. Es treten heftige Beklemmungen auf der Brust mit großer Atemnot auf. Bei längerer Einatmung noch höherer Konzentrationen kommt es zu Lungenschädigungen mit ihren verhängnisvollen Auswirkungen (Lungenödem, Atemnot, Kreislaufschädigung usw.).

Die Anwendung von Methylarsindichlorid dürfte in Zukunftskriegen in Granaten oder Fliegerbomben zu erwarten sein (U. Müller). Dieser Kampfstoff haftet sehr wenig im Gelände. Der größte Teil des Geschosseinhalts zieht als Schwaden ab, während der Rest sich schnell mit der Bodenfeuchtigkeit zersetzt. Darum dürfte ein mit Methylarsindichlorid belegtes Gelände etwa nach 2—3 Stunden zu betreten sein.

Die Hauptstärke dieses Kampfstoffes wird im Gasüberfall liegen, da bereits eine kurze Einwirkung genügt, um stundenlange Kampfunfähigkeit hervorzurufen (U. Müller).

Hilfe und Heilung: Die Blasen auf der Haut werden behandelt wie Lewisitblasen und Dichlordiaethylsulfidblasen leichteren Grades. Bei Reizerscheinungen in den oberen Luftwegen Riechen an Chlorkalk evtl. Chlorgas (Vorsicht!). Bei stärkeren Schädigungen der Lungen (Lungenödem) ergreift man die gleichen Behandlungsmaßnahmen wie bei einer Phosgenvergiftung (vgl. S. 104).

¹ Fries und West: Chemical Warfare 1923.

Reizstoffe

I. Blaukreuzkampfstoffe

Nasen- und Rachen-Reizstoffe

(Clark I, Clark II, Adamsit)

Blaukreuz! Wie grundverschieden wirkt es im Vergleich zu Grün- und Gelbkreuz! Grünkreuzluftgemische (Phosgen, Perstoff) können wir einatmen, ohne daß wir unser Verhängnis und unsern Tod ahnen. Auch die Dämpfe von Gelbkreuz (Lost, Yperit) können wir einatmen, ohne daß wir viel davon merken; und wenn ein Tropfen flüssigen Gelbkreuzes auf unsere Haut kommt, dann spüren wir diesen Tropfen oft weniger, als wenn ein Tropfen Wasser unsere Haut benetzt.

Blaukreuz hat nichts von diesen heimtückischen, schleichen- den Eigenschaften. Die Beschwerden durch Blaukreuz nach der Ein- atmung — Husten und Niesen — kommen so schlagartig, so prompt, so blitzartig, sie sind bereits kurz nach der Einwirkung so quälend, so unerträglich, daß einem die Sinne zu vergehen scheinen.

Wenn man in eine Blaukreuzatmosphäre kommt, in der Spuren dieses Kampfstoffes in der Luft schweben, dann sieht man nichts in der Luft; die Luft scheint klar und rein zu sein. Aber was wird plötzlich mit uns? Wir müssen niesen, husten, die Augen tränen, der Speichel rinnt, die Nase fließt, uns wird ganz übel. Husten und Niesen steigern sich immer mehr; wir möchten gern sprechen, aber wir können es nicht wegen des gräßlichen Hustens, und wenn wir tief einatmen, dann werden die Be- schwerden nur noch unerträglicher. Bald dröhnt der ganze Kopf; die Zähne, die Kiefer schmerzen, die Luft scheint uns auszugehen, es befällt uns eine beklemmende Angst. Wir haben nur den einen Wunsch, aus dieser Atmosphäre herauszukommen. Und wenn wir wieder in der reinen, frischen Luft sind, dann sind alle diese unerträglichen Beschwerden bald, meistens schon nach einer halben Stunde, verschwunden. Wir sind erlöst. Gott sei Dank, es geht uns besser! Nichts bleibt meistens zurück, wie bei den heimtückischen Grün- und Gelbkreuzkampfstoffen, deren Wirkung häufig erst dann einsetzt, wenn wir glauben, schon alles überstanden zu haben.

Wenn natürlich hohe Konzentrationen auf uns einwirken, dann können wir auch sehr krank werden. Aber, da durch die Gegenwart von Blaukreuz die Luft gespickt ist mit Warnungssignalen, so werden

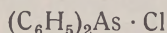
wir rennen und laufen, um dieser entsetzlichen Atmosphäre zu entrinnen. Bei den Grün- und Gelbkreuzluftgemischen fehlen diese Warnungssignale häufig fast ganz, und darum erliegen wir auch so leicht den Einwirkungen der Grün- und Gelbkreuzkampfstoffe.

Wenn Blaukreuz in Substanz (fest oder flüssig) auf unsere Haut oder auf die Schleimhäute einwirkt, dann treten meistens bald heftige Schmerzen auf. Wir wissen also fast augenblicklich, daß wir verletzt sind und können sofort Gegenmaßnahmen ergreifen. Darum kommt es auch meistens nicht zu langwierigen Erkrankungen.

Diese Kampfstoffe, die uns Menschen bis zur Unerträglichkeit quälen und peinigen, wenn sie uns auch selten töten, müssen wir deswegen besonders gut kennenlernen, weil sie in zukünftigen Kriegen sicherlich eine große Rolle spielen werden. Denn man braucht von diesen Kampfstoffen nur geringe Mengen anzuwenden, um uns den Aufenthalt im Freien wie in geschlossenen Räumen unerträglich zu machen, während man von Grün- und Gelbkreuz erhebliche Mengen im Freien verschießen muß, um wirksame oder gar tödlich wirkende Konzentrationen zu erreichen.

Diesen Nasen- und Rachen-Reizstoffen in Verbindung mit den Augenreizstoffen wird man für den Zukunftskrieg vom kriegstechnischen Standpunkt aus eine äußerst günstige Prognose stellen können. Denn da, wo Blaukreuz in der Luft ist, wird bald alles in Verwirrung gebracht und jede Arbeit wird bald ruhen. Wir müssen auch damit rechnen, daß man in zukünftigen Kriegen versuchen wird, die Menschen mit Blaukreuz, weil es durch die kleinsten Undichtigkeiten hindurchdringt, aus ihren gas-sicheren Unterständen und Kellerlöchern herauszujagen, um sie dann den tödlich wirkenden Grün- und Gelbkreuzkampfstoffen auszusetzen. Also ein eminent wichtiger Kampfstoff! Wenn schon geringste Spuren dieses Kampfstoffes durch irgendeine undichte Stelle einer Gasmaske hindurchdringen, dann sind wir gezwungen, die Maske wegen des unerträglichen Hustens und Niesens abzureißen; und damit ist unser Schicksal nur zu schnell besiegelt. Denn schutzlos sind wir dann den tödlich wirkenden Grün- und Gelbkreuzkampfstoffen preisgegeben, wenn sie zu gleicher Zeit verschossen werden sollten.

A. Diphenylarsinchlorid (= Clark I)



1. Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches

Diese chemische Verbindung, die bereits 1881 von den deutschen Chemikern Michaelis und La Coste entdeckt worden ist, wurde zuerst in der Nacht vom 10. zum 11. Juli 1917 von deutscher Seite bei Nieuport in Flandern als sogenannter Blaukreuzkampfstoff verschossen.

Der Soldat nannte diesen Kampfstoff auch „Maskenbrecher“, weil er durch die bis dahin gebräuchlichen Gasmaskeneinsätze (Filter) in

Form feinsten Staubes, d. h. in Form schwebender, fester Teilchen (Schwebstoffe) hindurchdrang und dann beim Träger der Gasmaske ein derartig unerträgliches Niesen und Husten erzeugte, daß er gezwungen war, die Gasmaske abzureißen. Schutzlos war er dann den meistens gleichzeitig verschossenen Grünkreuzkampfstoffen, diesen tödlich wirkenden Einatmungsgiften, preisgegeben. Dieses gleichzeitige Verschießen von Blau- und Grünkreuzgranaten nannte man im letzten Kriege bekanntlich das „Buntschießen“.

Durch Einsatz gewaltiger Mengen Buntkreuzmunition wurde am 1. September 1917 der Uebergang über die Düna bei Uexküll erzwungen. Die Gaswirkung war auf die Erzeugung sogenannten „Bunter Räume“ aufgebaut. Als Gasmunition standen Grünkreuz und Blaukreuzbrisanz aller Kaliber zur Verfügung. Am 1. September morgens 4 Uhr eröffnete die deutsche Artillerie bei günstigen Witterungsverhältnissen das Feuer und hämmerte 2 Stunden lang auf den russischen Stellungen, wobei fast 120000 Granaten Buntkreuzmunition verschossen wurden. „Die beabsichtigte Wirkung wurde voll erreicht. Die vergasteten feindlichen Batterien gaben nur ein kurzes, unregelmäßiges Feuer ab und schwiegen alsdann. Nur einige russische Batterien an den Flügeln, die vorher nicht erkannt und daher in die Gaszone nicht mit einbezogen worden waren, feuerten bis zu ihrer Niederkämpfung. Die Besichtigung der vergasteten Batterien ergab, daß letztere fluchtartig von der Bedienung verlassen worden waren. Auch die infanteristische Besatzung der zweiten Linie schien ihr Heil in der Flucht gesucht zu haben. Somit waren die russischen Gasverluste infolge dieser Beschießung gering. Nur in einem Unterstande wurden 20 gastote Russen, die z. T. die Masken noch aufhatten, gefunden“¹.

Auch die große deutsche Offensive am 21. März 1918 wurde unter Einsatz gewaltiger Mengen Buntkreuzmunition durchgeführt. Rudolf Hanslian berichtet darüber in seinem Buche „Der chemische Krieg“²:

„Die vorbereitende Vergasung, die lediglich auf der Wirkung des Gelbkreuzgeschosses aufgebaut war, erstreckte sich auf die Zeit vom 9. März bis 19. März.

Fries berichtet hierzu, daß zehn Tage vor dem deutschen Vorstoß große Geländeteile durch Senfgas vergast wurden. Bereits vor dem Sturm zermürbte das deutsche Gasschießen die physische und moralische Kraft der Engländer. Ihre wirklichen Gasverluste gingen in die Tausende. „So öffnete sich den Deutschen der Weg bis fast zum Meere“.

Nach weiteren amerikanischen Meldungen wurden zur Vorbereitung des Angriffs von deutscher Seite etwa 250000 Gelbkreuzgranaten allein gegen die 3. englische Armee verfeuert. Sie hatte einen Gesamtverlust von 4800 Mann, darunter etwa 500 Offiziere. Außerdem wurde infolge acht- bis neunstündigen Tragens des Gasschutzgerätes (Büchsenatmers) ein überaus großer Prozentsatz der Soldaten bis zur Kampfunfähigkeit erschöpft.

Während der letzten zwei Tage vor dem Angriff am 21. März verschossen die Deutschen große Mengen Grünkreuz oder Gelbkreuz 1 und regelten kurz vor dem Sturm

¹ Vgl. Seeßelberg, Fr.: Der Stellungskrieg 1914/18. E. S. Mittler u. Sohn, Berlin 1926.

² 3. Aufl. 1937, S. 142ff.

durch starke Beschießung der dritten Linie das Vorgelände ab. Auch beim Vortragen des Angriffs wurde noch Senfgas eingesetzt, um feste Punkte, die für einen Sturm ungeeignet erschienen, zu neutralisieren.

Zur Durchführung des Angriffs hatte die deutsche Heeresleitung eine riesige Artilleriemenge zusammengezogen. Nicht weniger als 20—30 Batterien, also etwa 100 Geschütze, waren auf je 1 km Angriffsfront vorgesehen. Insgesamt standen zur Verfügung: 950 Feldbatterien, 700 schwere Batterien und 55 schwerste Batterien; dazu trat eine große Anzahl von mittleren und schweren Minenwerfern, die ebenfalls dem Artillerieführer unterstellt wurden. Die Artilleriewirkung war auf Gas aufgebaut. Die Vergasung in einem bisher noch nie dagewesenen Umfange war für den 21. März geplant. Die Windstärken und Windrichtungen waren bis zum 20. früh keineswegs sehr vorteilhaft, trotzdem erging am 20., 12 Uhr mittags, der Befehl der Obersten Heeresleitung an die Heeresgruppe, den Angriff planmäßig durchzuführen.

Am 21. März 4 Uhr morgens, begann die Artillerieschlacht mit einem gewaltigen Feuerschlage auf 70 km Breite. Etwa 2 Stunden lang lag die gesamte deutsche Artillerie auf den Batterien des Gegners, dann nahm die Mehrzahl der Geschütze die Bekämpfung der feindlichen Gräben auf, gegen die auch Minenwerfer und Gaswerfer wirkten. Vorwiegend erfolgte die Vergasung der vorderen feindlichen Linien mit Buntkreuz.“

Ein deutscher Frontsoldat, Leutnant Jünger, schildert in seinem Buche „In Stahlgewittern“¹ den überwältigenden Eindruck und die furchtbare Wirkung dieses gewaltigen Gasschießens folgendermaßen:

„Was wir nicht gewagt hatten zu hoffen, geschah: Die feindliche Artillerie blieb stumm; sie war mit einem einzigen Riesenschlage niedergeschmettert. Wir hielten es im Stollen nicht länger aus. Auf Deckung stehend, bewunderten wir die über den englischen Gräben flammende Feuerwand, die sich hinter wallenden, blutroten Wolken verschleierte.“

„Unsere Freude wurde durch Augentränen und Brennen der Schleimhäute gestört, verursacht durch die vom Winde zurückgetriebenen Dünste unserer Gasgranaten. Die unangenehmen Wirkungen des Blaukreuzgases zwangen viele Leute durch Würge- und Hustenreiz, die Masken abzureißen. Ich war sehr besorgt; doch vertraute ich fest darauf, daß unsere Führung unmöglich eine Berechnung gemacht haben könnte, die unser Verderben werden mußte. Trotzdem zwang ich mit Aufbietung aller Energie den ersten Husten zurück, um den Reiz nicht zu fördern. Nach einer Stunde konnten wir die Masken absetzen.“

Clark I² muß, wenn er im Kriege zur Wirkung gebracht werden soll, durch eine starke Sprengladung im Geschoß künstlich verstäubt und vernebelt werden. Der bei der Abkühlung entstehende sehr feine Staub — Schwebstoff — dringt durch die gewöhnlichen Gasmaskeneinsätze hindurch, wenn sie nicht, wie im Kriege, durch dichte Filter von Watte, Filz, Fließpapier usw. („Schnappdeckel“) gesichert werden. Wir haben jetzt z. B. in unserer S-Maske ein viel einfacheres und besser wirkendes Schwebstofffilter (vgl. Abb. 23, S. 66).

Das reine Diphenylarsinchlorid ist eine farblose, kristallinische Masse vom spezifischen Gewicht 1,4, die bei 38° schmilzt und bei 333° siedet. Dieser chemische Kampfstoff ist leicht löslich in organischen Lösungsmitteln (Benzol usw.), ferner in Phosgen, Chlorpikrin usw.; durch Wasser wird er augenblicklich zersetzt. Aber die Zersetzungsprodukte besitzen auch noch starke Reizwirkungen.

¹ Jünger, E.: In Stahlgewittern, 5. Aufl. E. S. Mittler u. Sohn, Berlin 1925.

² Clark ist ein Deckname und eine Abkürzung des Wortes Chlor-Arsen-Kampfstoff.

Die Flüchtigkeit ist sehr gering. Bei 20° verdampfen im cbm Luft nur 0,35 mg. Gegen den Sauerstoff der Luft ist er selbst in sehr feiner Verteilung beständig.

Eine auffallende Eigenschaft dieser chemischen Verbindung ist, wie wir sahen, daß sie beim Erhitzen in einen äußerst fein verteilten Nebel übergeht, dessen einzelne Teilchen außerordentlich klein sind (Durchmesser 10^{-4} — 10^{-5} cm). Luft, die 1—2 mg Diphenylarsinchlorid im Kubikmeter enthält, und die der Mensch 1 Minute lang einatmet, kann bereits für ihn unerträglich sein. Ein Soldat, der diese Konzentration einatmen muß, ist kampfunfähig. Höhere Konzentrationen erzeugen schon Brechreiz.

Nahrungsmittel, die mit dieser Arsenverbindung in Berührung gekommen sind, sind ungenießbar, ebenso Wasser, selbst wenn es aufgekocht wird, bleibt ungenießbar (Gefahr der Arsenvergiftung!).

2. Die Wirkung von Clark I auf den Menschen

Die Dämpfe des Diphenylarsinchlorids (Clark I) reizen außerordentlich stark alle Schleimhäute, besonders aber die der Atemwege. Schon geringste Konzentrationen in der Luft (1 mg im Kubikmeter) erzeugen starken Nasen-, Rachen- und Kehlkopfreiz, so daß wir heftig niesen und husten müssen, während die Bindehaut des Auges nicht ganz so empfindlich ist wie die übrigen Schleimhäute. Besonders charakteristisch für diesen Stoff ist die erst nach einigen Minuten auftretende Nachwirkung. Auch wenn wir schon der Blaukreuzatmosphäre entronnen sind, werden die Reizerscheinungen besonders in der Nase und im Rachen allmählich immer stärker: Die Nase läuft, der Speichel fließt, der Husten wird immer heftiger, wir bekommen Brechreiz und uns wird übel. Auch auf die Nebenhöhlen des Kopfes greift die Wirkung über, so daß wir Schmerzen in der Stirn- und ein starkes Druckgefühl im ganzen Kopf bekommen. Bald schmerzen auch die Kiefer und die Zähne, und in den Ohren haben wir eine unangenehme Druckempfindung (Tubenschwellung). Die ersten Reizerscheinungen (Nasen- und Rachenreiz) werden nicht wie bei den meisten übrigen chemischen Reizstoffen sofort wahrgenommen, sondern — je nach der Konzentration — erst nach Sekunden oder sogar nach Minuten („Latenzperiode“), während die auf Beteiligung der Nebenhöhlen zurückzuführenden Beschwerden noch später auftreten. Diese Beschwerden sind wohl als Folgen von Schleimhautschwellungen zu erklären. Die Reizerscheinungen nach einmaliger kurzdauernder Einatmung erreichen ihren Höhepunkt nach etwa 6—12 Minuten. Die Gesamtdauer schwankt von einer halben Stunde bis zu zwei Stunden (Flury).

Wenn wir höhere Blaukreuzkonzentrationen tief eingeatmet haben, tritt fast regelmäßig Erbrechen ein, ferner starke Atemnot und ein heftiges Angstgefühl. Durch das Eindringen der Dämpfe in die Luftwege und die tieferen Teile der Atemwege kommt es zur Ausstrahlung der Schmerzen

nach anderen Körperteilen, besonders nach dem Rücken und den Armen.

Alle diese Beschwerden können aber, trotz unangenehmster Störung unseres subjektiven Befindens, nach einer halben Stunde verschwunden sein, ohne daß wesentliche objektive Schädigungen festzustellen wären.

Die Einatmung hoher Konzentrationen dieses Schwebstoffes kann dagegen zu schweren Lungenschädigungen führen mit all ihren Folgezuständen wie Lungenödem, Kreislaufstörungen, Nierenerkrankungen usw. Auch mit resorptiven Wirkungen müssen wir in derartigen Fällen rechnen. Die Kranken gehen unsicher und schwankend (motorische Störungen des Nervensystems), sie können sich nicht halten und haben die heftigsten Schmerzen in allen Gliedern, sie werden ohnmächtig und bewußtlos. Bei derartigen resorptiven Arsenvergiftungen kommt es natürlich auch zu schweren Störungen des Stoffwechsels. Die Kranken magern auffallend stark ab, sie werden schwach, elend und hilflos.

Das dampfförmige Diphenylarsinchlorid kann außer auf die Schleimhäute auch auf die äußere Haut einwirken. Die Intensität der Wirkung ist aber sehr abhängig von der individuellen Empfindlichkeit. Abnorme Ueberempfindlichkeit (Idiosynkrasie) gegen geringe Mengen ist relativ häufig. Die Dämpfe dringen, ohne Reizerscheinungen zu verursachen, durch die Poren der Haut und es entstehen nach Ablauf einiger Stunden oft sehr bedeutende Anschwellungen, die häufig nach Wochen und Monaten wiederkehren. Doch Blasenbildungen durch Dampfeinwirkung, wie wir sie beim Yperit kennenlernten (vgl. Abb. 52, S. 125), haben wir nicht beobachtet. Sonderbar ist, daß bei einem Menschen, der einmal eine Hautschädigung davongetragen hat, oft minimale Spuren des Stoffes genügen, um ihn erneut wieder erkranken zu lassen.

Die Verletzungen, die durch festen oder flüssigen Clark hervorgerufen werden (Rötung, Schwellung und Entzündung der Haut nach einigen Stunden und Entstehung von Blasen) sind oft sehr schmerzhaft, und diese Schmerzen dauern viele Stunden an. Aber kurzdauernde Berührungen mit festem Clark brauchen durchaus nicht immer Verletzungen zur Folge zu haben. Da aber die Schmerzen, besonders wenn auch die Schleimhäute durch Clark gereizt sind, sofort auftreten, so kann auch die ärztliche Behandlung der verletzten Haut sofort erfolgen. Mit der entzündlichen Schwellung der Haut ist ein unangenehmer, quälender Juckreiz und das Gefühl des Brennens verbunden. Die Blasen, die sich bilden, sind zuweilen von bedeutender Größe. Sie zeigen aber nur geringe Neigung zu schweren Gewebseinschmelzungen (Nekrosen) in die Tiefe im Gegensatz zu Yperithautschädigungen; und infolgedessen heilen die Wundflächen im allgemeinen schnell und auch glatt ab.

Das Auge ist bei der Einwirkung von Dämpfen bei weitem nicht so gefährdet wie z. B. bei Gelbkreuz (Lost); besonders kommt es fast nie zu Hornhauttrübungen. Selbst wenn beim Menschen konzentriertes Diphenylarsinchlorid ins Auge gelangt, so entstehen bei sofortiger Behandlung

(wiederholtes und gründliches Auswaschen mit 0,25 % Sodalösung) meist keine dauernden Schädigungen, so heftig wie die Schmerzen und Entzündungen auch besonders am ersten Tage sind.

Personen, die längere Zeit mit Clark beschäftigt waren, bekommen allerdings häufig eine chronische Bindehautentzündung der Augen. Die Augen werden schwer, sie tränen und sind gegen Licht hochgradig empfindlich; das Gesicht und die Augenlider schwellen an, wie überhaupt die Haut meistens überempfindlich ist. Eine gewisse Gewöhnung an Clark ist nicht selten. Wir sahen Menschen, bei denen eine ganz auffallende Gewöhnung eingetreten war für Konzentrationen, die normalerweise unerträglich waren.

Sehr langwierig sind die Krankheitszustände häufig bei Personen, die durch heißen dampfförmigen Clark verletzt sind. Dieser dringt — wie wir bereits sahen —, ohne ein besonderes Schmerzgefühl hervorzurufen, in die Poren der Haut und erzeugt nach mehreren Stunden bedeutende Anschwellungen, die mit Unterbrechungen oft Wochen und Monate hindurch wiederkehren, bis der eingedrungene Giftstoff vollkommen vom Körper wieder ausgeschieden ist. Hierbei sind jüngere Personen mit zarter Haut aufnahmefähiger als ältere. Gerade diese Menschen sind es, die später auf geringste Clarkmengen außerordentlich stark reagieren.

Die Zahl der in Clarkbetrieben verletzten Personen ist höher als in irgendeinem andern Kampfgasbetrieb. Da eine Berührung mit Clark häufig eine, wenn auch leichte Verletzung nach sich zieht, so bleibt eigentlich auf die Dauer fast kein Arbeiter ohne eine Verletzung. Doch sind die Verletzungen sehr verschieden, je nachdem sie durch festen oder flüssigen oder dampfförmigen Clark hervorgerufen werden. Längere Arbeitsunfähigkeit entsteht eigentlich in hygienisch gut geleiteten Betrieben (Lüftung durch Ventilatoren, Gasanzüge usw.) nur durch die Einwirkung von Clarkdämpfen. Denn bei der Einwirkung von festem oder flüssigem Clark braucht der Verletzte bei sofortiger sorgfältiger Behandlung in seiner Arbeit nicht auszusetzen.

3. Hilfe und Heilung bei Clarkschädigungen

Wie helfe ich mir selbst?

Trotzdem Clark I als fester und flüssiger Stoff uns durchaus schädigen könnte, kommt für uns praktisch eigentlich nur eine Schädigung des Clarks in Schwebstoffform (z. B. durch Verschießen in Brisanzgranaten usw.) in Frage. Die typischen Vertreter der Schwebstoffe sind nämlich die Blaukreuzkampfstoffe. Die Schädigung durch festen und flüssigen Clark spielt hauptsächlich für Arbeiter in Kampfstofffüllanstalten usw. eine Rolle. Diese Arbeiter müssen sich noch besonders schützen durch Gasanzüge (vgl. Abb. 33).

Gegen die Einatmung des Clarks in Schwebstoffform sind Gasmasken, deren Filtereinsätze besondere Schwebstofffilter haben (früher „Schnappdeckel“), ein sicherer und vollkommener Schutz also z. B. unsere S-Maske. Sollte unsere Haut durch Zufall mit Clark selbst bespritzt sein, dann den

Clark abtupfen mit einem Lappen und die Haut tüchtig mit Chlorkalk abreiben.

Im übrigen schnell heraus aus clarkvergifteter Luft und clarkvergifteten Räumen! weil der durch die Kleider dringende oder sich zwischen den Kleidern und der Haut entwickelnde Clarkdunst ernste Schädigungen verursachen kann.

Bei Reizungen der oberen Luftwege: Vorsichtiges Riechen an Chlorwasser oder an Chlorkalk, Gurgeln mit Kochsalzlösungen; bei Brechreiz und Brennen in der Speiseröhre: einige Schluck Kognak.

Bei Augenverletzungen: Ausspülen der Augen mit einer 0,25%igen Sodalösung.

Wie helfen die Rettungsmannschaften?

Wichtig, auch für alle Angehörigen des Sicherheits- und Hilfsdienstes im zivilen Luftschutz: Nur mit Masken (z. B. S-Masken) in clarkvergifteter Luft arbeiten! Verletzte schnellstens aus den gefährdeten Betrieben und aus gefährdeter Gegend heraushelfen in die frische Luft, und in ernstesten Fällen die Kleider wechseln. Denn der Clarkdunst, der sich zwischen Kleidung und Haut entwickelt, ruft oft schwere Schädigungen hervor, ohne daß ein besonderes Schmerzgefühl vorhanden zu sein braucht. Nahrungsmittel, Milch, Wasser usw. — auch wenn sie aufgekocht werden — müssen, wenn sie mit Clark in Berührung gekommen sind, vernichtet werden (Gefahr der Arsenvergiftung!).

Wichtig für Sanitätsmannschaften: Ist Clark in Substanz auf die Haut (Hände, Gesicht usw.) gekommen, ihn mit einem Lappen vorsichtig abtupfen, dann die geschädigten Hautstellen mit Chlorkalkbrei abreiben und evtl. abwaschen mit 3%iger Wasserstoffsuperoxydlösung oder alkoholischem Ammoniak (20 ccm konz. Ammoniak auf 1 Liter 96%igen Alkohol).

Ist dampfförmiger Clark durch die Kleider durchgedrungen, dann die geschädigte Haut intensiv abwechselnd einreiben mit alkoholischem Ammoniak und mit Leinöl und dann mit Leinöl verbinden. Ist kein Leinöl vorhanden, dann genügt zur Not auch Zink- oder Ichthyolsalbe.

Klagt der Kranke über heftige Brustschmerzen (häufig ein Zeichen ernster Vergiftung!), dann vollkommene körperliche Ruhe, evtl. Sauerstoff geben, schonender Transport zum Krankenhaus. Bei Schwächezuständen: 1 ccm Cardiazol unter die Haut einspritzen. Keine künstliche Beatmung!

Bei Augenverletzungen: Die Augen schleunigst mit einer 0,25%igen Sodalösung wiederholt auswaschen, die Augen mit dieser Lösung $1\frac{1}{4}$ bis 2 Stunden kühlen und immer wieder ausspülen. Schnellstens einen Arzt zu Rate ziehen.

Gegen Schmerzen gibt man 1 bis 2 Veramon- oder Compral-tabletten.

Wie hilft der Arzt?

Die durch Clark geschädigte Haut wird vorsichtig abgetupft und dann energisch mit Chlorkalkbrei abgerieben; hinterher abgewaschen mit 3%iger Wasserstoffsuperoxydlösung und alkoholischem Ammoniak, dann zweimal halbstündlich mit Leinöl eingerieben und verbunden.

Gegen die juckende Entzündung der Haut: Percainalsalbe cum Menthol (Ciba AG., Berlin), Yperitsalbe („Desitin“-Werk Carl Klinke, Hamburg), auch Mitigal. Wiederholt Umschläge mit alkoholischem Ammoniak und Leinöl! Um die häufig wiederkehrenden Anschwellungen der Haut zu hemmen, kann man Atophan, Calcium lacticum und zur Not Aspirin geben (je 3- bis 4mal täglich 1 Tablette).

Die regelrechten Hautschädigungen mit Blasenbildungen behandelt man wie Lewisitblasen: also steril anstechen, möglichst die Blasenhaut erhalten, verbinden abwechselnd mit Yperitsalbe, Vaseline alb., später abwechselnd mit Yperitsalbe, Scharlachrot, Granugenol usw.; Wundflächen stets überrieseln mit Wasserstoffsuperoxyd. Clarkblasen zeigen im allgemeinen gute Heilungstendenz.

Gegen die Schmerzen: Antineuralgica (Veramon, Compral), evtl. auch eine Morphinspritze.

Ist Clark direkt ins Auge gespritzt, dann die Augen mit einer 0,25%igen Sodalösung wiederholt auswaschen und die Augen mit dieser Lösung 1½ bis 2 Stunden kühlen und immer wieder auswaschen. Die stark auftretenden Schmerzen, die oft sehr lange anhalten, lindert man am besten durch

Rp. Pantocain	0,1
Acid. borici	0,3
Aq. dest.	10,0
D.S. Zur Anaesthesierung des Auges.	

Bei Hornhautschädigungen, die aber selten sind, gibt man:

Rp. Pantocain	0,1
Atropin. sulfur.	0,05
Jodoform	0,25
Vasel. am. alb. ad	10,0
M. f. ungt. D.S. Zum Einstreichen.	

Gegen die Bindehautentzündung bewährt sich Auswaschen mit einer 0,25%igen Sodalösung, dann Einstreichen einer alkalischen Augensalbe (vgl. S. 108). Die Augen müssen gegen Licht und Wind geschützt werden.

Zur Beseitigung der Reizzustände der Schleimhäute der Nase und der oberen Luftwege: Vorsichtiges Riechen an Chlorwasser oder Chlorkalk; Einatmen des Dunstes einer wässrigen Ammoniaklösung oder auch Einatmen der Dämpfe folgender Mischung:

Alkohol	40,0
Chloroform	40,0
Aether	20,0
Ammoniak	5,0

Chlorgas beseitigt die Reizzustände sofort, ist aber in seiner Anwendung nicht unbedenklich. Gegen das Brennen im Rachen Mentholglyzerin; das Brennen in der Speiseröhre und auch die Magenbeschwerden können fast augenblicklich durch einige Schluck Kognak behoben werden.

Wenn die Brustbeschwerden nach der Einatmung von Clarkdämpfen länger als 1 bis 2 Stunden anhalten, so ist an eine stärkere Schädigung der Lungen zu denken, die die gleichen Vorsichts- und Behandlungsmaßnahmen erfordert, wie z. B. eine Phosgenvergiftung, d. h. also vollkommene körperliche Ruhe, Einatmung von Sauerstoff, Herzmittel (Strophanthin $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mg intravenös), Analeptica (Cardiazol, Hexeton), Aderlaß (300—500 ccm).

Der Herzschwäche ist ganz besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mg Strophanthin intravenös, dann Kampfer, Digitalispräparate). Bei Störungen des Kreislaufs und der Atmung: Cardiazol, Coramin, Icoral, Lobelin.

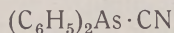
Magen-, Darmentzündungen und evtl. eintretende Bronchopneumonien werden wie üblich behandelt.

Wenn nach Schädigungen durch Clarkdünste in Clarkbetrieben bei Arbeitern immer wieder Anschwellungen der Haut auftreten, dann nimmt man sie am besten aus den Betrieben heraus und wartet so lange, bis der Körper den eingedrungenen Giftstoff wieder ausgeschieden hat.

Menschen, die eine abnorme Ueberempfindlichkeit gegen geringste Spuren von Clark zeigen (Idiosynkrasie), dürfen in Clarkbetrieben nicht arbeiten.

Räume, in denen mit Clark gearbeitet wird, müssen eine sehr gute Ventilation haben. Es muß peinlichste Sauberkeit herrschen, es müssen überall Eimer, die mit Chlorkalkbrei gefüllt sind, stehen. Die Arbeiter sollen nach Möglichkeit in Kitteln arbeiten, z. B. aus Segeltuch, die am Halse und an den Handwurzeln geschlossen sind oder in regelrechten Gasschutzanzügen. Wenn keine Gasmasken — z. B. beim Arbeiten im Freien mit festem Clark — getragen werden, dann müssen die Augen unbedingt durch Schutzbrillen geschützt werden.

B. Diphenylarsincyanid (= Clark II)



Das Diphenylarsincyanid ist eine farblose, kristallinische Masse, die entfernt nach Knoblauch wie auch nach Blausäure riecht. Ihr spezifisches Gewicht ist 1,45. Sie schmilzt bei 31,5° und siedet bei 346°. Im Gegensatz zu Clark I wird diese chemische Verbindung durch Wasser nur sehr langsam zersetzt. Die Flüchtigkeit des Clark II ist ebenfalls geringer als die des Clark I und beträgt bei 20° nur 0,1 mg im Kubikmeter Luft. In den meisten organischen Lösungsmitteln (wie Benzol, Alkohol usw.) löst sich Clark II auf.

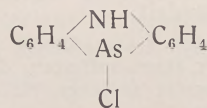
Das Diphenylarsincyanid ist neben Adamsit einer der wenigst flüchtigen Kampfstoffe (vgl. Abb. 7). Darum mußte er auch im Kriege, wenn er voll zur Wirkung gebracht werden sollte, durch eine starke Sprengladung im Geschoß künstlich verstäubt und vernebelt werden (Gasbrisanzgeschosse). Der bei der Abkühlung entstehende feine Staub und Nebel drang, ebenso wie der von Clark I, durch die gewöhnlichen Gasmaskeneinsätze hindurch, wenn sie nicht noch besonders durch „Schnappdeckel“ gesichert waren. Wir haben jetzt bekanntlich in unserer S-Maske ein viel einfacheres und besser wirkendes Schwebstofffilter.

Die Wirkung des Diphenylarsincyanids auf den Menschen entspricht ungefähr der des Diphenylarsinchlorids, nur ist die Reizwirkung dieses Stoffes erheblich stärker und hält bedeutend länger an.

Clark II ist der stärkste Reizstoff vom Blaukreuztyp. Wenn 0,005 mg im Kubikmeter Luft vorhanden sind, ist der Geruch schon bemerkbar. Zunächst macht sich sofort ein Nasenreiz bemerkbar, dann Rachenreiz, Kopfdruck, Ohrenscherzen, Zahn- und Kieferschmerzen, heftiges Niesen. Die Erträglichkeitsgrenze liegt bei 0,25 mg im Kubikmeter Luft.

Hilfe und Heilung: Wie bei Clark I.

C. Diphenylaminarsinchlorid (= Adamsit)



Dieser Kampfstoff wird nach dem amerikanischen Chemiker Adams, der ihn 1918 gefunden hat, „Adamsit“ genannt. Doch tatsächlich ist das Herstellungsverfahren für diese Verbindung bereits im Jahre 1915 den Leverkusener Farbwerken patentiert worden. Aber wegen seiner Zersetzlichkeit beim Erhitzen haben wir diese chemische Verbindung als Kampfstoff nicht verwandt, sondern dafür Clark (Blaukreuz) eingeführt. Unseren Gegnern jedoch gelang die Fabrikation des deutschen Blaukreuzes nicht, da sie sehr kompliziert und schwierig ist. Darum hatten sie als Ersatz für unser Blaukreuz Adamsit in Aussicht genommen, ohne daß sie diese Substanz tatsächlich noch als Kampfmittel eingesetzt hätten.

Diese chemische Verbindung ist eine der wenigen Kampfstoffe, die erst während des Krieges für militärische Zwecke erstmalig hergestellt worden sind¹.

Adamsit ist eine kanariengelbe, kristallinische Masse (vgl. Abb. 7) vom spezifischen Gewicht 1,57, die bei 195° schmilzt und bei 410° siedet.

Diese chemische Verbindung hat hinsichtlich der Reizwirkung wie auch der Zusammensetzung sehr viel Ähnlichkeit mit Clark I, sie unter-

¹ Müller, Ulrich, a. a. O., S. 119.

scheidet sich aber von Clark I wesentlich darin, daß sie in den üblichen organischen Lösungsmitteln (Benzol usw.) schwer löslich ist.

Genau wie Clark I läßt sich Adamsit durch Erhitzen und rasche Abkühlung seines Dampfes in einen sehr feinen Staub und Nebel verwandeln, der ähnlich wie der Blaukreuzkampfstoff Clark I wirkt. Doch sind nach Redlinger die Schwebstoffteilchen bei Adamsit gröber als die im Diphenylarsinchlorid, sie kondensieren sich rascher und kristallisieren auch schneller als dieses. Sie werden auch leichter vom Schwebstofffilter zurückgehalten als Diphenylarsinchlorid unter gleichen Bedingungen. Die Amerikaner verwenden diesen Stoff zur Erzeugung von atembeklemmenden Rauchwolken, indem sie ihn aus Rauchkerzen vergasen (Julius Meyer).

Dieser Kampfstoff ist aber bekanntlich im letzten Kriege nicht mehr verwandt worden.

Adamsit wirkt ähnlich wie Clark I, d. h. die Wirkung ist, wenn man bald in frische Luft kommt, nur von beschränkter Dauer und hinterläßt keine weiteren Schädigungen.

In neuester Zeit hat man versucht, das Adamsit noch zu verbessern, indem man das Chloratom durch die Cyangruppe ersetzt. Dieses Cyanadamsit wirkt scheinbar ähnlich wie Clark II. Doch ist darüber Näheres noch nicht bekannt.

Hilfe und Heilung: Wie bei Clark I.

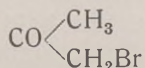
Sicherer Schutz: Maske mit Schwebstofffilter, z. B. unsere S-Maske.

II. Augenreizstoffe

Tränenstoffe¹

Zwischen den Augenreizstoffen und den Nasen-Rachenreizstoffen (Blaukreuzkampfstoffen) bestehen bekanntlich nur quantitative, dagegen keine qualitativen Unterschiede, d. h. die Augenreizstoffe sind die schwächeren, die Nasen-Rachenreizstoffe sind die stärkeren Reizstoffe.

A. Bromaceton



Deutsch: B-Stoff. Französisch: Martonite (= 80% Bromaceton und 20% Chloraceton).

Schon im Jahre 1863 wurde Bromaceton zum ersten Male von Linne-
mann dargestellt und schon damals fiel die unangenehme Eigenschaft
der Dämpfe dieses Stoffes auf, die Augen heftig zum Tränen zu reizen.
Wegen dieser Eigenschaft wurde Bromaceton schon frühzeitig als Reiz-

¹ Für alle Augenreizstoffe sind die Hilfe- und Heilmaßnahmen kurz auf S. 176 zusammengefaßt.

stoff in den Gaskampf eingeführt. Von deutscher Seite wurde Bromaceton kurze Zeit im Jahre 1915 unter der Bezeichnung B-Stoff als Augenreizstoff in Granaten (T-grün-Geschossen) und Minen (B-Minen) verschossen. Als „Tränengas“ hat es damals eine nicht unbedeutende Rolle gespielt. Wir haben über 1000 t dieses Stoffes verschossen.

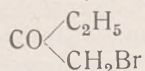
Aber da man sich leicht gegen die Wirkung der Bromacetondämpfe im allgemeinen schützen konnte, so gab man im Kriege diese chemische Verbindung als Kampfstoff bald auf. Denn die Augen sind schon durch dichtanliegende Brillen zu schützen und die aktive Kohle in unseren Gas-maskeneinsätzen adsorbiert das Bromaceton leicht und vollständig aus der Luft. Eine um so umfangreichere Verwendung dagegen fand das Bromaceton bei der Prüfung des Sitzes von Gasschutzmasken. Zu diesem Zweck betraten die Mannschaften mit aufgesetzten Gasschutzmasken einen sogenannten „Stinkraum“, der mit Bromaceton z. B. durch Abschluß von Reizpatronen aus Leuchtkugelpistolen vergiftet war. Wenn ein Augenreiz auftrat, so war das ein Zeichen für die Undichtigkeit der Masken. Im allgemeinen soll man in einem Raum von 100 cbm Inhalt nicht mehr als 10 g Bromaceton verstäuben, da höhere Konzentrationen leicht heftigen Hautreiz hervorrufen können. In den Kleidern haften besonders die höheren Konzentrationen oft stundenlang. Am besten entfernt man diese zwar lästigen, aber meistens harmlosen Dämpfe durch energisches Klopfen und Lüften.

Gefährlicher ist das flüssige Bromaceton, wenn es auf die Haut kommt, da es zu oft schmerzhaften Blasenbildungen führt, die aber eine verhältnismäßig gute Neigung zum Heilen haben. Für das Auge ist das flüssige Bromaceton ein sehr bedrohliches Gift.

Bromaceton ist in frisch destilliertem Zustande eine wasserhelle Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht 1,6; der Siedepunkt liegt bei 136,5°, der Schmelzpunkt bei — 54°. Es ist wenig löslich in Wasser, reichlich dagegen in Alkohol, Aceton und anderen organischen Flüssigkeiten. Bromaceton ist eine wenig beständige chemische Verbindung, die sich selbst in reinem Zustande unter Abspaltung von Bromwasserstoff bald zersetzt. Licht und Wärme beschleunigen diesen Zersetzungsprozeß. Selbst in geschlossenen Gefäßen unter Ausschaltung von Licht und Luft wird diese ursprünglich wasserhelle Flüssigkeit bald dunkel: es bilden sich unter Abspaltung von Bromwasserstoff schwärzliche, harzartige Produkte. Diese große Zersetzlichkeit suchte man im Kriege durch Zusatz von Magnesiumoxyd, das die freiwerdende Säure bindet, mit Erfolg — wenigstens für einige Monate — aufzuhalten.

Bromaceton ist ein sehr starker Augenreizstoff. Etwa 30 mg im Kubikmeter Luft genügen, um dem Menschen darin den Aufenthalt unerträglich zu machen. In einer solchen Atmosphäre schließen sich reflektorisch schnell die Augen, es setzt heftiger Tränenfluß ein, wodurch das dampfförmige Bromaceton aus den Augen gespült wird, so daß es meistens kaum zu wesentlichen Schädigungen kommt.

B. Brommethylaethylketon



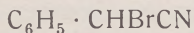
Deutsch: Bn-Stoff. Französisch: Homomartonite (= 80% Brommethylaethylketon und 20% Chlormethylaethylketon).

Diese chemische Verbindung wurde kurze Zeit im Jahre 1915 als Bn-Stoff von deutscher Seite verschossen, und zwar als Ersatz für Bromaceton. Denn das vielbegehrte Aceton wurde sehr knapp, da es nicht nur zur Gewinnung von chemischen Kampfstoffen gebraucht wurde, sondern auch in großen Mengen in der Sprengstoffindustrie als Lösungsmittel für Nitrozellulose, ferner auch zur Herstellung von Celluloid, Jodoform, Chloroform usw. Nun fällt bei der Acetondestillation als Nebenprodukt das Methylaethylketon ab, das man nur zu bromieren braucht, um Brommethylaethylketon zu erhalten.

Brommethylaethylketon ist ein sehr flüchtiger Augenreizstoff von ähnlicher, nur etwas schwächerer Wirkungsweise wie Bromaceton. Etwa 50 mg im Kubikmeter Luft genügen, um dem Menschen den Aufenthalt darin unerträglich zu machen. Schon bei 11 mg im Kubikmeter Luft setzt die Tränenabsonderung ein.

Brommethylaethylketon ist eine farblose Flüssigkeit, die bei 145° siedet und ein spezifisches Gewicht von 1,43 hat; sie ist in Wasser unlöslich.

C. Brombenzylcyanid



Französisch: „Camite“. Amerikanisch: „CA“.

Diese Verbindung wurde im letzten Kriege praktisch noch nicht erprobt. In reinem Zustande ist Brombenzylcyanid eine empfindliche Substanz aus gelblichweißen Kristallen, die bei 29° schmelzen. Aber in dieser Reinheit ist diese Substanz schwer zu erhalten und so ist das Handelsprodukt eine schwere, ölige, dunkelbraune Flüssigkeit vom Siedepunkt 232° und vom spezifischen Gewicht 1,54. Etwa 30 mg im Kubikmeter Luft machen den Aufenthalt in einer derartigen Atmosphäre unerträglich. Nicht nur die Augen werden heftig gereizt, sondern auch Nase und Rachen und selbst die unbedeckte Haut. Nach Einatmung soll es in seiner Giftwirkung dem Chlor gleichkommen oder es sogar übertreffen.

Durch Wasser wird Brombenzylcyanid nicht zersetzt. Dagegen langsam durch Natronlauge und sehr schnell durch eine alkoholische Natriumhydroxydlösung. Da Brombenzylcyanid sehr wenig flüchtig ist, kann es tage- und — unter günstigen Bedingungen — wochenlang im Gelände liegen bleiben, ohne erheblich an Reizwirkung einzubüßen. Wegen dieser Resistenz und Dauerwirkung eignet sich dieser Stoff auch nicht für polizeiliche Zwecke, z. B. bei Volksunruhen, zur Unschädlichmachung von Ver-

brechern, zur Zerstreuung von Volksansammlungen usw. In seiner physiologischen Wirkung hat diese Substanz viel Ähnlichkeit mit dem deutschen Augenreizstoff Xylylbromid, dem T-Stoff, der bekanntlich von uns Deutschen im Jahre 1915 in großen Mengen verschossen worden ist. Da Brombenzylcyanid die Eigenschaft hat, Metalle anzugreifen, muß es — wie das Xylylbromid — erst in Glas-, Porzellan- oder Emaillegefäße gefüllt werden, ehe man es in Granaten unterbringen kann. Da es außerdem aber sehr empfindlich gegen Hitze ist, wird seine Verwendung in Granaten im Zukunftskriege kaum in Frage kommen. Vielleicht könnte es zur Vergiftung von Gelände durch Flugzeuge verwandt werden.

Zur Entfernung und Vernichtung auf der Haut eignet sich am besten eine 20%ige alkoholische Natriumhydroxydlösung. Wenn dieser Kampfstoff der Nachkriegszeit auch ein sehr heftiger Augenreizstoff ist, so kann man doch wohl sagen, daß er keine Bereicherung im Arsenal der chemischen Waffen bedeutet. Auch ist der Schutz gegen ihn außerordentlich einfach, da die aktive Kohle in unseren Gasmaskeneinsätzen diesen Stoff in großen Mengen leicht in sich aufnimmt.

D. Chloracetophenon



Der Entdecker dieses Stoffes ist der deutsche Chemiker C. Graebe, der schon 1869 erkannte, daß die Dämpfe des Chloracetophenons sehr heftig reizend auf die Augen einwirken. Nach U. Müller setzt schon ein Tränenreiz ein in einer Atmosphäre, in der 0,5 mg dieses Stoffes im Kubikmeter Luft sind. Bei 1 mg im Kubikmeter Luft tritt Nasenreiz auf, bei 2 mg außerdem noch ein Rachen- und beginnender Hautreiz und bei 5 mg im Kubikmeter Luft ist der Aufenthalt in einer derartigen Atmosphäre schon nach wenigen Sekunden unerträglich. Chloracetophenon ruft auf der Haut in höheren Konzentrationen sehr starkes Brennen hervor; die verletzten Hautstellen werden schnell dunkelbraun verfärbt, zarte Hautstellen sind ganz besonders empfindlich. Wenn Chloracetophenon ins Auge kommt, gibt es schmerzhaft Entzündungen, die sehr langsam heilen.

Dieser Kampfstoff, einer der stärksten Augenreizstoffe, reizt aber — wie wir sahen — nicht nur die Augen, sondern auch Nase, Rachen und — in höheren Konzentrationen — auch die Haut. So leitet dieser Augenreizstoff gewissermaßen über zu den Nasen-Rachenreizstoffen, den Blaukreuzkampfstoffen, wenn er auch nicht deren starke Wirkung hat.

Chloracetophenon ist eine farblose, kristallinische Masse vom spezifischen Gewicht 1,32, die bei 58,5° schmilzt und bei 244,5° siedet. Sie ist fast unlöslich in Wasser, löslich dagegen in organischen Lösungsmitteln wie Alkohol, Schwefelkohlenstoff, Aether usw. Dieser feste Körper ist auch gegen Hitze sehr widerstandsfähig. Er greift Metalle nicht an, und wegen seines bei gewöhnlicher Temperatur sehr niedrigen Dampfdruckes kann man mit diesem Stoff leicht umgehen.

Chloracetophenon bildet sich bei der Einwirkung von Chlor auf geschmolzenes oder gelöstes Acetophenon. Es kann ähnlich wie Blaukreuz in Gasbrisanzgranaten verschossen werden, oder es wird mit Hilfe von abbrennenden Schmelkerzen verdampft. Gasförmiges Chloracetophenon wird ohne weiteres von der aktiven Kohle in unseren Gasmaskeneinsätzen in großen Mengen adsorbiert. Im Auslande wird Chloracetophenon unter der Bezeichnung „Tränengas“ als Polizeiwaffe mit Erfolg angewandt. Ob diesem Kampfstoff im Zukunftskriege eine Bedeutung beizumessen ist, muß noch bezweifelt werden, da es den Blaukreuzkampfstoffen in seiner Wirkung unterlegen ist. Nach U. Müller dürfte es sich dagegen sehr gut als Manövergas eignen, da es sehr eindrucksvoll wirkt, sehr leicht und sicher zu handhaben ist und in geringen Konzentrationen kaum ernstliche Schädigungen für die Betroffenen zu erwarten sind.

Sehr ähnlich wie Chloracetophenon wirkt Bromacetophenon. Bei 3 mg im Kubikmeter Luft tritt nach U. Müller kräftiger Augen- und auch Nasenreiz ein, bei 6 mg im Kubikmeter Luft Kampfunfähigkeit und zugleich ist die Grenze des Erträglichen erreicht. Es hat also gegenüber dem Chloracetophenon keinerlei Vorteile, besonders auch deshalb nicht, weil Chloracetophenon billiger herzustellen ist als Bromacetophenon.

Anhang: In diesem Zusammenhang möchte ich noch einige Augenreizstoffe kurz behandeln, die weniger praktische als historische Bedeutung gewonnen haben. Denn es sind gerade die Augenreizstoffe gewesen, die uns Menschen im Weltkriege den Wert der chemischen Waffe erkennen ließen. Es waren zunächst die Franzosen, die mit einem chemischen Kampfstoff, dem Bromessigester, einem Augenreizstoff, in den Weltkrieg traten. Wenn auch die Form und Art der Verwendung des Bromessigesters sehr unzulänglich war, so wurden wir Deutschen doch dadurch auf die chemische Waffe aufmerksam gemacht, um so mehr, als ausländische Zeitungen im Herbst 1914 berichteten, daß die Alliierten bald so gefährliche chemische Kampfstoffe einsetzen würden, daß die deutsche Armee in Kürze vernichtet sein würde. Wenn diesen Zeitungsberichten sicherlich zum Teil auch der Wille zugrunde lag, besonders der verzweifelten französischen Bevölkerung neuen Mut einzuflößen, so gaben sie doch der deutschen Heeresleitung Veranlassung, sich mit dem Problem des chemischen Krieges zu beschäftigen. Das, was wir Deutschen auf diesem Gebiet bis dahin versäumt hatten, wurde nun bald durch deutsche Forscherarbeit und durch deutsche Gründlichkeit nachgeholt, so daß wir am 22. April 1915, dem „schwarzen Tag von Ypern“, den ersten großen Erfolg mit chemischen Kampfstoffen für uns buchen konnten. Aber das ganze Jahr 1915 wurde fast nur mit den im Grunde wenig wirksamen Reizstoffen, besonders den Augenreizstoffen, gearbeitet, weil man hoffte, mit deren Hilfe den Gegner aus den Erdbefestigungen zu verjagen, um so wieder aus dem Stellungskrieg in den Bewegungskrieg zu kommen; denn nur in einem Bewegungskriege konnte Brisanzmunition ihre volle Wirkung entfalten. Und zu einem Bewegungskrieg waren die europäischen Heere erzogen.

Alle diese Reizstoffe waren gewissermaßen nur Mittel zum Zweck. Erst 1916, als die Franzosen in ihrer Verzweiflung gewaltige Mengen Blausäure ohne Erfolg verschossen hatten und ebenso auch Phosgen in Granaten, da wurde, besonders durch Einführung des deutschen Perstoffs — als Antwort auf Phosgen — die chemische Waffe nicht mehr Mittel zum Zweck, sondern Selbstzweck, d. h. es lag den Heeren dann nicht nur daran, den Gegner durch Reizstoffe für eine gewisse Zeit kampfunfähig zu machen oder ihn unter die Maske zu zwingen, sondern die chemische Waffe sollte, genau wie die Feuerwaffe, den Gegner töten.

Um alle die schwierigen Probleme, die ein chemischer Krieg mit sich brachte, lösen zu können, wurde in Deutschland im Kaiser Wilhelm-Institut in Dahlem eine zentrale Forschungsstätte gegründet; hier und in anderen Forschungsstätten wurden große wissenschaftliche Arbeiten durchgeführt, an denen ein ganz besonderes Verdienst Männer wie Flury, Heubner, Wieland und viele andere haben. Seit 1915 haben wir Deutschen auf dem Gebiet der chemischen Kampfstoffe die unbedingte Führung gehabt und die wertvollsten und wirksamsten Kampfstoffe der Grünkreuz-, Gelbkreuz- und Blaukreuzgruppen sind von uns Deutschen im Weltkriege zum erstenmal eingeführt worden. Aber die ersten chemischen Kampfstoffe im Kriege waren Augenreizstoffe. Ich möchte sie deshalb auch ungefähr in der zeitlichen Reihenfolge aufführen, wie sie im Kriege aufgetreten sind und bei ihrem Auftreten zum Teil eine nicht unerhebliche Rolle gespielt haben.

1. Bromessigester: $\text{CH}_2\text{Br COOC}_2\text{H}_5$.

Dieser Augenreizstoff wurde von den Franzosen bekanntlich schon in Friedenszeiten eingeführt und bildete schon im Frieden ein Ausrüstungsstück der französischen Pioniere. Wegen seines verhältnismäßig hohen Siedepunktes muß er mit einer kleinen Sprengladung verschossen werden. Hierzu benutzten die Franzosen Gewehrsgasgranaten, die aber nur 19 cm dieser Verbindung enthielten und darum auch im Freien so gut wie wirkungslos waren. Diese waren deswegen auch mehr gedacht zum Angriff auf Kasematten und auf Gänge permanenter Befestigungen, in die sie durch die engen Schlitze und Schießscharten hineingeschossen werden sollten, um die Besatzung kampfunfähig zu machen. Bei Kriegsausbruch waren etwa 30000 dieser Geschosse vorhanden, die hauptsächlich bei den Kämpfen im Argonnerwald eingesetzt wurden, wo sie in dem dichten Unterholz immerhin einige Wirkung haben konnten (U. Müller).

Bromessigester ist eine wasserhelle Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht 1,5, deren Siedepunkt bei 168° liegt. In Wasser ist Bromessigester so gut wie unlöslich, leicht dagegen in organischen Lösungsmitteln. Wenn 40 mg dieses Stoffes im Kubikmeter Luft sind, dann ist der Aufenthalt darin unerträglich.

Als im November 1914 die Bestände an Bromessigester von den Franzosen verschossen waren, wurde von der französischen Obersten Heeresleitung die Neuanfertigung befohlen, aber wegen Brommangels wurde das gleichwirkende Chloraceton verwandt.

2. Chloraceton: $\text{Co} \begin{smallmatrix} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH}_2\text{Cl} \end{smallmatrix}$

Chloraceton ist eine wasserhelle Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht 1,16, die bei 119° siedet. Der Dampf des Chloracetons wirkt nicht so intensiv wie der des Bromacetons, denn die Erträglichkeitsgrenze liegt etwa bei 100 mg im Kubikmeter Luft, während sie bei Bromaceton schon bei 30 mg im Kubikmeter Luft liegt.

Chloraceton ist ein Reizstoff, der im Winter 1914–15 kurze Zeit von den Franzosen zur Füllung von Handgranaten und Gewehrsgasgranaten benutzt worden ist. Er ist dann bald endgültig aufgegeben worden, als wirksamere Kampfstoffe zur Verfügung standen. Ein Gemenge von 80 % Bromaceton und 20 % Chloraceton wurde von den Franzosen bekanntlich unter der Bezeichnung „Martonite“ verschossen.

3. Xylylbromid (deutsch: T-Stoff): $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Br}$.

Auf den französischen Bromessigester antworteten wir Deutschen zunächst mit dem niesenenerregenden Dianisidinsalz. Von dieser sogenannten „Ni-Munition“ wurden am 27. Oktober 1914 3000 Schuß bei der Einnahme von Neuve-Chapelle mit gutem Erfolg verschossen. Doch wurde diese Ni-Munition für weitere Geschosse nicht angefertigt, da man erkannt hatte, daß für derartige Zwecke eine Spezialmunition konstruiert werden mußte. Dieses Geschöß, bei dem die Splitterwirkung voll erhalten war, wurde mit einem Reizstoff, dem Xylylbromid, dem sogenannten „T-Stoff“ gefüllt. Am 31. Januar 1915 wurden 18000 T-Granaten bei Bolimow in Rußland verschossen. Doch auf den Schneefeldern Rußlands verflüchtigte sich dieser Kampfstoff schlecht; aber als man ihn an der Westfront einsetzte, hatte man bessere Wirkung, so daß er noch bis zum Jahre 1917 verwandt wurde.

Das Xylylbromid ist in reinem Zustande eine klare Flüssigkeit, die ein spezifisches Gewicht von 1,4 hat und zwischen 216 und 220° siedet. Dieser Stoff greift Eisen an, und darum muß er in Bleibüchsen in die Granaten gebracht werden. Die Erträglichkeitsgrenze liegt bei 15 mg im Kubikmeter Luft. In sehr großer Verdünnung riecht diese Substanz nach Flieder; daher die englische Bezeichnung „Fliedergas“. Wegen seines hohen Siedepunktes und der damit zusammenhängenden Flüchtigkeit bei tiefen Temperaturen ist Xylylbromid für die kalte Jahreszeit wenig wirksam und mußte im Kriege deshalb bald durch flüchtigere Stoffe ersetzt werden. Aber es hat insofern eine große historische Rolle gespielt, weil wir durch die große Verwendung dieses Stoffes den hohen Wert der chemischen Waffe erkannten. Wir haben etwa 500 Tonnen verschossen. Da dieser Kampfstoff Eisen angreift, da er außerdem leicht durch die aktive Kohle unserer Gasmaskeneinsätze gebunden werden kann, wurde er im Jahre 1917 bei uns durch Phenylcarbylaminchlorid ersetzt ($C_6H_5-NCCl_2$). Dieser Kampfstoff wird durch Chlorieren von Phenylsenföhl gewonnen, das man wiederum aus Anilin und Schwefelkohlenstoff erhält. Es greift Eisen nicht an. Es wurde von uns häufig verschossen, um Gelbkreuz vorzutäuschen. Von diesem Kampfstoff wurden von Mitte 1917 bis Ende des Krieges etwa 700 Tonnen verschossen. Um Verwechslungen mit Brisanz- und Buntkreuzmunition zu vermeiden, kennzeichnete man diese Granaten mit einem weißen Zeichen, was nach U. Müller wohl der Grund dafür ist, daß die Augenreizstoffe in der Nachkriegszeit auch als „Weißkreuzkampfstoffe“ bezeichnet wurden. Um im Jahre 1915 zunächst einen leichter flüchtigen Reizstoff zu bekommen, wurde von uns Deutschen das bereits erwähnte Bromaceton (vgl. S. 169) verschossen und auch

4. das Benzylbromid („Cyklite“ der Franzosen): $C_6H_5 \cdot CH_2Br$.

Sein Siedepunkt 199° liegt etwas tiefer als der des T-Stoffes. Aber dieser Körper wirkt als Augenreizstoff schwächer als Xylylbromid. Er ist auch nur kurze Zeit im Kriege von uns in T-Granaten verschossen worden; besonders auch weil das Toluol, das zu seiner Herstellung benötigt wird, dringend in der Sprengstoffindustrie benötigt wurde. Trotz des Brommangels (Deutschland hatte in seinen Kalilagern in Mitteldeutschland und im Elsaß ein Weltmonopol für Brom) versuchten unsere Feinde, auch zu sehr wirksamen Reizstoffen zu gelangen, und sie stellten darum an Stelle der von uns Deutschen verwandten Brompräparate die entsprechenden Jodpräparate her. (Die Engländer kauften damals die ganze Jahresproduktion an Jod aus Chile in Höhe von 500 Tonnen auf.)

Die entsprechenden Jodverbindungen sind

5. Jodaceton, Jodessigester, Benzyljodid.

Es waren also besonders die Engländer, die Jodpräparate an Stelle von Brompräparaten herstellten. Diese Jodverbindungen übertreffen zwar an Reiz- und Giftwirkung die entsprechenden Bromverbindungen etwas, sie sind aber noch unbeständiger als diese. Sie haben im Kriege nur eine geringe Rolle gespielt, da Jod nicht in beliebigen Mengen zur Verfügung steht, so daß diese Jodverbindungen schon aus diesem Grunde für eine Massenfabrikation nicht in Frage kommen.

Der Vollständigkeit halber seien auch noch

6. Das Methylschwefelsäurechlorid und das Aethylschwefelsäurechlorid

erwähnt. Als man nach den ersten Blasangriffen 1915 die Wirksamkeit chemischer Kampfstoffe erkannte, ging man an die Lösung des Problems, auch wirksame chemische Stoffe für Geschosse zu finden. Von deutscher Seite wurde zunächst für Minen das Methylschwefelsäurechlorid verwandt, eine wasserhelle Flüssigkeit, die bei 133° siedet und die Schleimhäute der Augen und der Atmungsorgane reizt. Auf französischer Seite wurde gleichzeitig das Aethylschwefelsäurechlorid (Deckname: Sulvinite) verwandt, das eine etwas geringere Reiz- und Giftwirkung hat als die entsprechende Methylverbindung. Während wir die Methylverbindung bald aufgegeben haben, haben die Franzosen die Aethylverbindung (Sulvinite) bis in die letzte Zeit des Krieges verwandt.

In diesem Zusammenhang wären auch noch zu erwähnen die

7. Chlorameisensäureester (deutsch: K-Stoff; Französisch: Palite), also die Ester der Chlorameisensäure, die in Granaten und C-Minen unter dem Namen „K-Stoff“ von uns Deutschen verschossen wurden. Wenn sämtliche Wasserstoffatome dieser Verbindungen durch Chlor ersetzt werden, dann wird die Giftwirkung bedeutend gesteigert und die Zersetzlichkeit durch Wasser herabgesetzt. Diese durchweg chlorierten Verbindungen nennt man chemisch Perchlorverbindungen und die chemische Verbindung mit der Bezeichnung Perchlorameisensäuremethylester (ClCOOCCl_3) ist der bekannte „Perstoff“, den wir dann unter der Bezeichnung „Grünkreuzkampfstoff“ als Antwort auf das französische Phosgen in der Nacht vom 22. zum 23. Juni 1916 bei Verdun in 110000 Grünkreuzgranaten verschossen. Der K-Stoff ist also der Vorläufer unseres äußerst wirksamen ersten Grünkreuzkampfstoffes, des Perstoffes.

Während wir Deutschen die Möglichkeiten erforschten, die in den Estern der Chlorameisensäure lagen, führten unsere Gegner das

8. Perchlormethylmercaptan $\left(\text{S} \begin{smallmatrix} \text{Cl} \\ \diagup \\ \text{CCl}_3 \end{smallmatrix}\right)$

als Gaskampfstoff ein. Es ist dies eine Flüssigkeit, deren Dämpfe die Augen heftig reizen. Die Erträglichkeitsgrenze liegt bei 70 mg im Kubikmeter. Ein widerlicher, stechender Geruch verrät diesen Kampfstoff bald. Außerdem wird er durch die aktive Kohle unserer Gasmaskeneinsätze leicht adsorbiert und so war er ziemlich ohne Erfolg. Dieser Stoff wurde in Granaten verschossen. Gegen Ende des Jahres 1915 wurde noch ein starker Reizstoff für Augen und Atmungsorgane, das

9. Acrolein (französischer Deckname: Papite) verschossen. Acrolein reizt schon in geringen Konzentrationen die Augen und die Atmungsorgane sehr heftig. Seine Erträglichkeitsgrenze liegt bei 50 mg im Kubikmeter Luft. Diese Verbindung ist der wirksame Bestandteil der brenzlichen Gase und Dämpfe, die sich bei unvollkommenen Verbrennungsprozessen bilden, z. B. wenn Milch überkocht. Von den Franzosen wurde Acrolein in Handgranaten verwandt und diente besonders den sogenannten „Nettoyeurs“ zum Ausräuchern von Unterständen. Aber da das Glycerin, das Ausgangsmaterial für seine Herstellung, im Kriege für viele andere Zwecke dringend benötigt wurde, und da es außerdem außerordentlich zersetzlich ist, so hat es als Kampfstoff nur eine kurze und nebensächliche Rolle gespielt.

Hilfe und Heilung bei Schädigungen durch Augenreizstoffe

Schutz: Gegen alle Augenreizstoffe schützen unsere Gasmasken. Zum Schutz der Augen würden festanliegende Brillen genügen; da aber die Einatmung größerer Mengen von Augenreizstoffen Lungenschädigungen (Oedem usw.) hervorrufen kann, ist es besser, Gasmasken (Masken mit Atemfilter) zu tragen, denn dann ist man vollkommen geschützt, weil die aktive Kohle in unseren Atemeinsätzen die Augenreizstoffe leicht und vollständig aus der Luft adsorbiert. Bei Chloracetophenon (Möglichkeit der Nebelbildung!) empfiehlt sich zur Vorsicht ein Schwebstofffilter (z. B. S-Maske).

Hilfe: Schnellste Entfernung aus der gasvergifteten Luft! In reiner Luft verschwinden die Reizwirkungen bald. Bei manchen Augenreizstoffen, besonders bei Chloracetophenon, kommt es allerdings zu Sehstörungen, die bis zu 24 Stunden anhalten.

Wichtig ist, die Augen nicht zu reiben. Das Einstreichen einer alkalischen Augensalbe (vgl. S. 108) ist oft von Wert.

Entzündete Hautstellen mit Salben (Yperitalbe, amerikanischer Vaseline) behandeln, Zeug wechseln. Aus dem Zeug können die Augenreizstoffe meistens schon durch Klopfen und Lüften entfernt werden. Bei Einatmung großer Mengen von Augenreizstoffen (Gefahr erster Lungenschädigungen mit Lungenödem) völlige körperliche Ruhe, Herzmittel, Analeptica, Sauerstoff, evtl. kleiner Aderlaß (also genau wie bei einer Phosgenvergiftung).

Damit verlassen wir die eigentlichen chemischen Kampfstoffe. Wegen der Eigenart der Wirkung wären noch zu erwähnen der

Dichlordimethylaether $\text{O} \begin{array}{l} \diagup \text{CH}_2\text{Cl} \\ \diagdown \text{CH}_2\text{Cl} \end{array} :$

farblose Flüssigkeit, die bei 105° siedet und ein spezifisches Gewicht von 1,37 besitzt. Die Flüchtigkeit ist ziemlich groß. Durch Wasser wird diese Substanz rasch zersetzt; und — die entsprechende Bromverbindung — der

Dibromdimethylaether $\text{O} \begin{array}{l} \diagup \text{CH}_2\text{Br} \\ \diagdown \text{CH}_2\text{Br} \end{array} :$

eine wasserhelle Flüssigkeit, die bei 155° siedet und ein spezifisches Gewicht von 2,18 besitzt. Auch dieser Reizstoff wird durch Wasser rasch zersetzt.

Beide Kampfstoffe wurden kurze Zeit von deutscher Seite in Mischung mit „Dick“ (Aethylarsindichlorid) für Angriffszwecke verschossen. Der gechlorte Aether diente auch als Lösungsmittel für Grün- und Gelbkreuzkampfstoffe. Bei Vergiftungen wird der Gleichgewichtssinn gestört, die Vergifteten schwanken und taumeln; der Orientierungssinn kann verloren gehen. Wegen der Störung des Gleichgewichtsorganes, des Labyrinths, nennen die Franzosen diese starken Reizstoffe von hoher Giftigkeit „Labyrinthiques“. Sie haben im letzten Kriege noch keine besondere Bedeutung gewonnen. Vielleicht könnten sie in Zukunftskriegen eine Rolle spielen¹.

Im Herbst 1918 führten die Franzosen noch unter der Bezeichnung „Rationite“ das **Dimethylsulfat** ein $\text{SO}_2 \begin{array}{l} \diagup \text{OCH}_3 \\ \diagdown \text{OCH}_3 \end{array} :$

eine wasserhelle ölige Flüssigkeit, deren Siedepunkt bei 188° liegt, und deren spezifisches Gewicht 1,32 ist.

Das Dimethylsulfat ist ein starkes Aetgift für alle Schleimhäute, besonders für die der Augen und der Atmungsorgane. Es ist zugleich auch ein zentral angreifendes Nervengift. Dieser wenig flüchtige Stoff kann von der Haut resorbiert werden. Er ist fast geruchlos, aber wegen seiner großen Zersetzlichkeit durch Wasser und Feuchtigkeit ist der Wert dieses Kampfstoffes nicht sehr groß. Die Franzosen haben mit Dimethylsulfat kaum Erfolge gehabt. Außerdem gewähren unsere Gasmasken einen sicheren Schutz gegen alle diese chemischen Verbindungen.

Die **Blausäure (Cyanwasserstoff: HCN)**, ein außerordentlich starkes Gift, das durch Lähmung der Zellatmung den Menschen schnell erstickt, wurde von den Franzosen 1916 als Kampfstoff eingeführt. Trotzdem die Franzosen diesen Giftstoff in großen Mengen verschossen haben, haben sie keine Erfolge erzielen können. Warum?

Die Blausäure gehört zu den resorptiv wirkenden Giften, bei denen — wie wir wissen — nur ein Teil giftig wirkt, während ein anderer Teil ausgeatmet oder auf dem Wege durch den Organismus entgiftet wird, so daß für die Wirkung die Konzentration maßgebend ist. Unterhalb

¹ Vgl. auch Morretta, Rocco: Wie sieht der Krieg von morgen aus? S. 69. Rowohlt Verlag, Berlin 1934.

einer gewissen Konzentration tritt keine Giftwirkung auf. Es muß also eine Mindestkonzentration beim Verschießen erreicht werden, wenn eine Blausäurevergiftung eintreten soll. Tatsächlich sind auch diese Mindestkonzentrationen (die tödliche Dosis liegt ungefähr zwischen 0,06 und 0,1 g) im letzten Kriege feldmäßig nicht erreicht worden. Denn diese Mindestkonzentrationen sind in freier Natur sehr schwer zu erzielen, weil die Blausäuredämpfe leichter als Luft sind und infolgedessen außerordentlich schnell aufsteigen. Eine große Bedeutung hat in der Nachkriegszeit die Blausäure in der Schädlingsbekämpfung bekommen.

Wenn wir das Wasserstoffatom der Blausäure (HCN) durch Halogenatome ersetzen, dann erhalten wir das **Bromcyan** (BrCN) und das **Chlorcyan** (ClCN), beides Verbindungen, die im Gaskampf vorübergehend Verwendung gefunden haben.

Das **Bromcyan** wurde von den Oesterreichern im Jahre 1916 in den Gaskampf eingeführt, also zu jener Zeit, als die Franzosen die Blausäure als Kampfstoff einführten. Es wirkt ähnlich wie Blausäure. Aber außerdem hat es noch eine sehr starke Reizwirkung auf Augen und Atmungsorgane. Es besitzt — genau wie das Chlorcyan — einen furchtbaren, reizenden Geruch. Bei Zimmertemperatur bildet Bromcyan farblose Kristalle und Nadeln, die bei 52° schmelzen. Ihr Siedepunkt liegt bei 61,5°, das spezifische Gewicht beträgt 1,92. Der Wert des Bromcyans als Kampfstoff wird dadurch sehr beeinträchtigt, daß es Metalle stark angreift, wobei es sich selbst zersetzt. Außerdem ließ sich Bromcyan nur in Lösungen verwenden (25 % Bromcyan, 25 % Bromaceton, 50 % Benzol). Dementsprechend waren auch die Erfolge recht mäßig. Als wir Deutschen im Kriege in der Lage waren, die Oesterreicher mit Grünkreuzmunition zu versorgen, gaben die Oesterreicher Bromcyan als Kampfstoff auf (U. Müller). Bromcyan wurde von den Italienern als „Campiellit“ bezeichnet.

Das **Chlorcyan** (französisch: „Mauguinite“ oder auch „Vitrite“) ist eine Flüssigkeit, die schon bei 12,5° siedet und bei — 7° erstarrt. Es hat ein spezifisches Gewicht von 1,2. Es ist noch unbeständiger als das Bromcyan. Seine Beständigkeit kann man erhöhen, indem man es in Arsen-trichlorid löst. Eine derartige 50%ige Lösung haben die Franzosen eine Zeitlang — vom Jahre 1916 ab — unter dem Namen „Vitrite“ in Granaten und Handgranaten verwandt. Die Wirkung des Chlorycans auf den Menschen ist ähnlich der des Bromcyans. Als Kampfstoffe haben sich Chlor- und Bromcyan auf die Dauer nicht bewährt. Dagegen sind diese starken Reizstoffe in der Schädlingsbekämpfung als Zusatz zur Blausäure beliebt, um den wenig charakteristischen, schwachen Geruch der Blausäure — zur Warnung der menschlichen Sinnesorgane — gleichsam „wahrnehmlich“ zu machen.

Ein geradezu idealer Kampfstoff wäre das **Kohlenoxyd**, denn es ist farblos, geschmacklos und fast geruchlos, also so gut wie gar nicht wahrnehmbar. Es kann von unseren gewöhnlichen Gasmaskenfiltern nicht

zurückgehalten werden. Seine Reaktionsträgheit bei gewöhnlicher Temperatur ist sehr groß; und trotzdem eignet sich Kohlenoxyd nicht als Kampfstoff. Es gilt für Kohlenoxyd das gleiche wie für Blausäure: Kohlenoxyd gehört zu den resorptiv wirkenden Giften, bei denen eine Mindestkonzentration zur Wirkung erreicht werden muß. Denn unterhalb dieser Konzentration tritt bekanntlich keine Giftwirkung ein. Erst wenn die Luft etwa 0,3—0,5 Vol.% Kohlenoxyd enthält, kann ein Mensch schnell tödlich vergiftet werden (innerhalb von 10—30 Minuten). Aber diese Konzentrationen sind feldmäßig auf größeren Geländestrecken und für eine gewisse Zeitdauer (etwa 10—30 Minuten) nicht zu erreichen. Denn auch Kohlenoxyd ist leichter als Luft, so daß es — ebenso wie die Blausäuredämpfe — schnell im Freien aufsteigt und sich dabei bis unter die Schädlichkeitsgrenze verdünnt.

Kampfstoffverbrauch im letzten Kriege

Das Edgewood-Arsenal in den Vereinigten Staaten stellte im Jahre 1918 her:

- 2470 t flüssiges Chlor
- 1000 t gasförmiges Chlor
- 2520 t Chlorpikrin
- 1465 t Phosgen
- 654 t Dichlordiaethylsulfid.

Gegen Ende des Krieges plante man, die tägliche Produktion an Senfgas in den Vereinigten Staaten auf 150 t zu steigern. Eine Chloranlage sollte täglich sogar 1000 t Chlor liefern.

Frankreich stellte während des Krieges her:

- 24000 t Chlor
- 16000 t Phosgen
- 2 500 t Dichlordiaethylsulfid

Die Engländer verbrauchten allein für Blasangriffe, Gaswerfer und Gasminen 5700 t Kampfstoffe.

Nach amerikanischen Angaben wurden in Deutschland während des Krieges hergestellt:

- 12000 t Perstoff
- 10682 t Phosgen
- 7127 t Chlorpikrin
- 4800 t Dichlordiaethylsulfid
- 3000 t Diphenylarsinchlorid

Bei diesen Zahlenangaben sind aber nicht sämtliche deutschen Fabriken berücksichtigt. Wir Deutschen stellten gegen Ende des Krieges monatlich 1000 t Gelbkreuzkampfstoff her und monatlich 600 t Blaukreuzkampfstoff, zu denen wir das gesamte in Deutschland vorhandene Arsen verwandten. Nach Schätzungen der Alliierten sollen von deutscher Seite im Juli 1917 in 10 Tagen 2500 t Kampfstoff in mehr als 1 Million Gasgranaten ver-

schossen worden sein. Bei der großen Frühjahrsoffensive im März 1918 gegen die 3. englische Armee haben wir etwa 250000 Gelbkreuzgranaten verschossen.

Es sind im letzten Kriege also weit über 100000 t an chemischen Kampfstoffen verbraucht worden, eine Giftmenge, die geradezu ungeheuerlich ist. Wenn wir die tödliche Dosis durchschnittlich mit 0,1 g annehmen, dann würde theoretisch schon 1 t Kampfstoff genügt haben, um 10 Millionen Menschen zu töten. Und wie waren die tatsächlichen Verluste?

Gesamtverluste im Weltkrieg:	35 000 000
Hiervon Tote:	10 500 000
Verluste durch Gas:	1 000 000
Todesfälle durch Gas:	30 000

Die tödlichen Verluste durch Gase sind hier nur auf 3% geschätzt. Nach neueren Berechnungen dürften die Todesfälle durch Gas höher sein, aber kaum 100000 erreichen. Man sieht bei dieser neuen Kampfwaffe — genau wie man es schon von der Feuerwaffe wußte — wie gering eigentlich der wirkliche Erfolg im Verhältnis zu dem außerordentlich hohen Materialverbrauch ist (Flury-Zernik).

Zugleich ist die geringe Verlustziffer ein Beweis dafür, daß man sich gegen chemische Kampfstoffe bedeutend besser schützen kann, als gegen irgendein anderes Angriffsmittel. In einem Zukunftskriege werden im allgemeinen die chemischen Kampfstoffe weniger zu fürchten sein, als Spreng- und Brandbomben, vorausgesetzt natürlich, daß Gasschutz und Gasabwehr in hochwertiger Form und in ausreichendem Umfange vorhanden sind, und daß die Gasdisziplin streng durchgeführt wird.

Neue Kampfstoffe?

Wir haben bereits Kampfstoffe kennen lernen, die im letzten Kriege noch nicht verwandt worden sind, die also gewissermaßen „neu“ sind. Es war in der Nachkriegszeit besonders der Lewisit, der „Tau des Todes“, der jahrelang die Gemüter bewegt hat, bis durch eingehende Forschungen an Tier und Mensch (vgl. S. 143ff.) nachgewiesen wurde, daß Lewisit nicht nur kein „Tau des Todes“ ist, sondern längst nicht einmal die Wirkung hat wie der von uns Deutschen eingeführte Gelbkreuzkampfstoff „Lost“. Neu im eigentlichen Sinne war Lewisit auch nicht; auch war er keine Erfindung des Amerikaners M. Lee Lewis, nach dem dieser Kampfstoff seinen Namen trägt. Denn als im Jahre 1921 durch eine englische Veröffentlichung die Zusammensetzung dieses Kampfstoffes bekannt wurde, stellte es sich heraus, daß die deutschen Forscher Wieland und Bloemer in München und Johannes Thiele in Straßburg diese chemische Verbindung bereits 1917 gefunden hatten, die aber nach eingehender Prüfung durch Flury und seine Mitarbeiter als Kampfstoff abgelehnt wurde.

Lewisit hat bekanntlich die für einen Kampfstoff unangenehme Eigenschaft, daß er stark — nach Geranium — riecht, so daß der Gegner frühzeitig gewarnt wird; außerdem zersetzt er sich in der Luftfeuchtigkeit verhältnismäßig schnell. Darum können wir Lewisit nicht zu den eigentlichen Defensivkampfstoffen rechnen, von denen wir erwarten, daß sie bei trockener Witterung tage- oder gar wochenlang im Gelände liegen bleiben, ohne an Wirkung wesentlich einzubüßen. Als Offensivkampfstoff ist er wiederum zu „seßhaft“, denn er würde ein Gelände zu lange sperren (etwa 1—2 Tage), während ein Gebiet nach Anwendung eines Offensivkampfstoffes schon nach einigen Stunden betretbar sein muß.

Weiter ist Lewisit eine Arsenverbindung. Und in dieser Tatsache lag für die Herstellung im großen ein ziemlich erhebliches rohstofftechnisches Hindernis. Ganz besonders galt dies für Deutschland. Was wir Deutschen während des Krieges an Arsen hatten, brauchten wir bekanntlich restlos für die Herstellung der Blaukreuzkampfstoffe.

Neu ist an Lewisit nur die Tatsache, daß er im letzten Kriege noch nicht an der Front eingesetzt worden ist, trotzdem die Amerikaner große Mengen von diesem Kampfstoff hergestellt hatten. Aber ehe dieser Kampfstoff nach Europa eingeschifft werden konnte, war der Krieg zu Ende.

Die verhältnismäßig geringe Seßhaftigkeit des Lewisit und seine ziemlich schnelle hautschädigende Wirkung, also seine Mittelstellung zwischen einem Offensiv- und Defensivkampfstoff, könnten der wissenschaftlichen Forschung die Anregung geben, z. B. einen Kampfstoff zu

entwickeln, der eine noch geringere Seßhaftigkeit (etwa 1—3 Stunden) als Lewisit hätte, und der sofort, d. h. ohne lange Latenz — sowohl in flüssiger wie in Dampfform — schwerste hautschädigende Wirkung ausüben müßte (Hackmann). Wir hätten dann einen vollkommen neuen Offensivkampfstoff von unerhörter Wirksamkeit. Denn alle unsere Offensivkampfstoffe sind keine hautschädigenden Kampfstoffe, sondern Einatmungsgifte, die sämtlich von unseren Gasmaskeneinsätzen zurückgehalten werden. Bei dem umfassenden Schutz unserer Gasmasken stoßen unsere Offensivkampfstoffe, selbst wenn sie massiert eingesetzt werden, auf einen fast unüberwindlichen Widerstand. Hätten wir einen Offensivkampfstoff von geringster Seßhaftigkeit und sofortiger hautschädigender Wirkung, dann brauchte nicht erst der schwer zu überwindende Widerstand der Gasmaske gebrochen zu werden, sondern dieser Kampfstoff griffe die ungeschützte Körperhaut in ganzer Ausdehnung an. Der Angriff ginge also nicht gegen die Atmungsorgane, die durch Gasmasken vollkommen geschützt sind, sondern gegen die äußere Haut, die man beim kämpfenden Soldaten bis heute einwandfrei noch nicht schützen kann. Die Gasmaske, diese fast unangreifbare Festung zum Schutze unserer Atmungsorgane, würde umgangen, und der Angriff würde konzentrisch gegen die Haut des Gegners getragen, der — mit seiner zerfetzten und zerstörten Haut — für lange Zeit aus jeder Kampfhandlung ausgeschaltet, wenn nicht sogar vernichtet würde.

Ein anderer Kampfstoff, der auch im letzten Kriege noch nicht eingesetzt wurde, ist der Adamsit (Diphenylaminarsinchlorid). Man hat geglaubt, daß er unseren Blaukreuzkampfstoff (Clark II) an Wirkung übertreffen würde. Er hat unserem Clark II gegenüber einen Vorteil, und zwar einen finanziellen¹, da er in einem Arbeitsgang hergestellt werden kann, während die Herstellung von Clark II schwierig und sehr kompliziert ist. Diesem Vorteil stehen aber große kriegstechnische Nachteile gegenüber; denn dieses gelbe Pulver wird erst bei 410° gasförmig, so daß die Engländer in ihre Adamsitgranaten eine besondere Heizvorrichtung einbauen, die beim Abschuß in Tätigkeit tritt. Bei der Detonation der Granaten verdampft dann Adamsit, und er wird in feinen Nebeltröpfchen ausgeschieden, die eine ähnliche Wirkung haben wie unsere Blaukreuzkampfstoffe. Außerdem hat Adamsit die unangenehme Eigenschaft, die Geschosswandungen anzufressen. Adamsit gilt bekanntlich auch als eine amerikanische Entdeckung aus dem Jahre 1918, denn sie wird nach dem amerikanischen Chemiker Adams „Adamsit“ genannt. Tatsächlich haben aber die deutschen Farbenfabriken in Leverkusen schon 1915 diese chemische Verbindung zum Patent angemeldet, und Wieland in München hatte sie schon eingehend geprüft.

Auch unter den Augenreizstoffen gibt es „neue“ Verbindungen: Das Brombenzylcyanid und das Chloracetophenon. Chloracetophenon wird

¹ Wizinger, Rob.: Chemische Plaudereien, S. 176. Verlag der Buchgemeinde Bonn 1935.

vielleicht noch in Zukunftskriegen eine Rolle spielen. Es ist ein sehr stark wirkender Augenreizstoff. Denn schon eine Atmosphäre, die 4—5 mg im Kubikmeter enthält, ist für uns Menschen unerträglich. Die Amerikaner und Russen versprechen sich von „Rauchkerzen“ (smokecandles), die einen Schwelsatz von Chloracetophenon enthalten, großen Erfolg. Diese Kerzen sollen im vordersten Schützengraben abgebrannt werden, und dann soll ein günstiger Wind diese Giftnebel zum Feinde hinübertragen. Es wäre das in veränderter Form ein Wiederaufleben des Blasverfahrens, das wir Deutschen bekanntlich im April 1915 in den Gaskampf einführten, das wir aber Ende 1917 wieder aufgaben. Doch wird der militärische Wert dieser Rauchkerzen sicherlich überschätzt, da die Gasmasken einen vollkommenen Schutz gewähren. Wertvoll ist natürlich, daß der Gegner unter die Gasmaske gezwungen wird, wodurch er an Kampffähigkeit verliert.

Dazu wäre ein gewaltiger Chemikalienverbrauch notwendig, ein Luxus, den sich die meisten Heere wohl nicht werden leisten können, ganz abgesehen davon, daß die Leistungsfähigkeit unserer modernen Schwebstofffilter gegenüber dem „Schnappdeckel“ der Kriegezeit ganz bedeutend gestiegen ist. Die „Schnappdeckel“ der Kriegezeit boten nur einen Schutz bis zu etwa 4 mg Blaukreuzkampfstoff im Kubikmeter, während die modernen Schwebstofffilter einen weit besseren Schutz bieten. Außerdem ist damit zu rechnen, daß die Leistungsfähigkeit der Schwebstofffilter noch erheblich verbessert wird, wie überhaupt in der Nachkriegszeit die Gasabwehr in jeder Weise verbessert worden ist, weil der Angreifer gegen Ende des Krieges durch Einführung der Blaukreuzkampfstoffe eine gewisse Ueberlegenheit gegenüber der Abwehr hatte. Denn der Kampf zwischen Giftstoff und Gasmaske, diese ewige Rivalität zwischen Angriffs- und Verteidigungswaffe, wird immer weitergehen.

Doch von diesen — wenn auch im Kriege noch nicht erprobten — immerhin schon bekannten Kampfstoffen soll hier weniger die Rede sein, sondern mehr von Kampfstoffen, die in Zukunftskriegen kommen könnten und vielleicht auch kommen werden. Wenn uns Menschen die Zukunft auch immer verschlossen sein wird, so liegt es doch tief in uns begründet, darüber zu denken und zu grübeln, was uns die Zukunft, d. h. in diesem Fall, was uns die Zukunft an neuen Kampfstoffen bringen könnte. Was könnte sie uns bringen? Wir wollen versuchen, in ruhiger, sachlicher Darstellung eine Antwort zu finden, die sich stützt auf den gegenwärtigen Stand wissenschaftlicher und kriegstechnischer Möglichkeiten.

Immer wieder werden wir Menschen durch sensationelle Zeitungsnachrichten erschreckt, die behaupten, es sei ein neues Gas entdeckt worden, das furchtbarer und schrecklicher wirke als irgendein Gas des Weltkrieges. Zeitungsmänner — von Sachkenntnis nicht beschwert — schmücken die Wirkung dieser angeblich gefundenen Gase phantastisch aus, um Furcht und Entsetzen zu verbreiten.

Besteht die Wahrscheinlichkeit, daß vollkommen neue chemische Verbindungen gefunden werden, die furchtbarer — oder auch vollkommen

andersartig — wirken als die Kampfstoffe des Weltkrieges und die bei Beginn eines Krieges sofort kriegstechnisch im großen eingesetzt werden könnten? Man kann diese Frage im allgemeinen wohl verneinen. Denn im letzten Kriege wurden so gewaltige geistige Energien zusammengeballt mit der einen Zielrichtung, immer neue, wirksamere chemische Kampfstoffe den Heeren zur Verfügung zu stellen, Energien, deren Kraft und Größe in Friedenszeiten kaum aufgebracht werden könnten. Allein über tausend der gefährlichsten chemischen Verbindungen, die der Wissenschaft überhaupt bekannt waren, wurden während des letzten Krieges auf ihre Kriegsverwendungsfähigkeit geprüft. Aber als tauglich für den Einsatz an der Front wurden nur etwa 60 gefunden, und tatsächlich bewährt haben sich kaum ein Dutzend. Selbst wenn heute im Laboratorium ein Gift von unvorstellbaren Ausmaßen gefunden werden sollte, dann müßten noch viele langwierige Versuche als Vorbereitung zur großtechnischen Fabrikation durchgeführt werden. Nach deren Gelingen könnte man erst mit der Herstellung im großen beginnen, deren ruhiger Gang häufig noch durch schwerste Rück- und Fehlschläge unterbrochen wird, ehe man wirklich genügende Mengen von diesem Gift für den Fronteinsatz bereitstellen könnte. Denn wenn auch eine neue chemische Verbindung noch so giftig wäre, so braucht man draußen in der freien Natur doch ganz erhebliche Mengen, um Menschen töten zu können. Das wissen wir z. B. von der Blausäure, von der die Franzosen im letzten Kriege solche Mengen verschossen haben, daß sie, wie man berechnet hat, theoretisch genügt hätten, um 20 Milliarden Menschen in geschlossenen Räumen zu töten, also mehr Menschen, als auf unserer Erdkugel leben. Tatsächlich ist nicht ein Mensch getötet worden. Die Gründe kennen wir (vgl. S. 177).

Alle Kampfstoffe, die im letzten Kriege verwandt wurden, waren — was immer wieder betont werden muß und was immer wieder zu wenig bedacht wird — sogar seit Jahrzehnten bekannt und in der Fachliteratur eingehend beschrieben worden. Das hochgiftige Phosgen z. B. war schon seit 1811, also seit über 100 Jahren bekannt; natürlich nicht als Kampfstoff — daran dachte man vor dem Weltkriege nicht — aber als chemische Verbindung, deren physikalische und chemische Eigenschaften dem Chemiker durchaus geläufig waren. Trotzdem man die Kampfstoffe als chemische Verbindungen in der Vorkriegszeit genau kannte, hat es während des Krieges im Durchschnitt ein halbes Jahr oder sogar ein ganzes Jahr gedauert, ehe die großtechnische Fabrikation genügende Mengen für die Front liefern konnte (Wizinger). Und dabei arbeitet im Kriege doch eine Industrie, der eine Nation alle Mittel zur Verfügung stellt.

Außerdem entscheidet über den endgültigen Wert eines Giftes als Kampfstoff immer erst die praktische Anwendung, d. h. also der Krieg. Denn nur in einem Kriege kann die praktische Anwendung in großem Ausmaße durchgeführt werden und nicht in Friedenszeiten. Es muß darum die Möglichkeit bestehen, daß eine Wechselwirkung zwischen Theorie und Praxis durchzuführen ist. Wenn also heute im Frieden ein Forscher ein

neues Gift fände, dessen Wirkung alle unsere augenblicklichen wissenschaftlichen Vorstellungen überstiege, so wäre damit einem Heere ohne weiteres noch nicht geholfen. Denn — ganz abgesehen von vielen praktischen Versuchen, die bekanntlich noch durchzuführen wären — müßte schließlich mit der großtechnischen Fabrikation begonnen werden. Und das sollte in Friedenszeiten auf die Dauer verborgen bleiben? Sicherlich nicht! Selbst wenn die Schwatzhaftigkeit der Menschen nicht so groß wäre, wie sie tatsächlich ist, dann würde doch gelegentlich von irgendeinem Menschen, der an dem Fabrikationsprozeß beteiligt ist, eine Bemerkung fallen, aus der der Fachmann — unterstützt durch eine geschickte Spionagetätigkeit — Rückschlüsse ziehen könnte, die es ihm ermöglichen, das Fabrikationsgeheimnis, zum mindesten Ziel und Richtung dieses Fabrikationsgeheimnisses, zu lüften.

Ein neuer Krieg wird im allgemeinen da anfangen, wo der letzte Krieg aufgehört hat, d. h. man wird zunächst die Kampfstoffe einsetzen, deren Wert der Mensch aus dem letzten Kriege kennt. Natürlich wird dann sofort jede Nation alle geistigen Energien aufbieten, um wirksamere Kampfstoffe zu finden, die die Gasabwehr zerschlagen. Aber auch die Gasabwehr wird sich sofort auf jeden neuen Kampfstoff einstellen. Diesen Kampf zwischen Gasmaske und Giftstoff kennen wir aus der Kriegszeit, und wir wissen, daß bald die Gasmaske und bald der Giftstoff überlegen war. Als zum erstenmal in größerem Umfange am 22. April 1915 das Chlor als Kampfstoff eingesetzt wurde, war dieser Kampfstoff deswegen vollkommen überlegen, weil es an allen Schutzmitteln fehlte. Aber es war — wegen der großen Reaktionsfähigkeit des Chlors — außerordentlich leicht, geeignete Schutzmittel (Thiosulfat, Soda) zu finden, und damit war die Ueberlegenheit des Angriffsmittels gegenüber dem Abwehrmittel bald gebrochen.

Dann war durch Einführung der Grünkreuzkampfstoffe (Phosgen, Perstoff) zunächst wieder die Angriffswaffe überlegen, aber bald war — wenn auch wegen der geringen Reaktionsfähigkeit der Grünkreuzkampfstoffe mit großer Mühe verbunden — die Gasmaske so entwickelt, daß sie einen vollkommenen Schutz gegen diese sehr giftigen Verbindungen bot. Erst durch Einführung der Blaukreuzkampfstoffe im Jahre 1918 war wieder die Angriffswaffe der Verteidigungswaffe überlegen. Denn diese Blaukreuzkampfstoffe durchschlugen als Schwebstoffe (Aerosole) die Maskeneinsätze und übten schon bei geringster Konzentration (untere Reizgrenze 0,1 mg/cbm) eine so starke Reizwirkung aus, daß der Träger der Gasmaske gezwungen war, die Maske abzureißen. Hier tauchte übrigens zum ersten Male das Wort „Maskenbrecher“ auf¹. Diese Schwebstoffe konnten nur durch Zellstoff- oder Filzschichten rein mechanisch abgefangen werden, also ein vollkommen neuartiges Prinzip der Abwehr und des Schutzes. Derartige Zellstoffscheiben nannten wir bekanntlich „Schnappdeckel“, deren wirksame Filterfläche etwa 44 qcm betrug. Tatsächlich

¹ Hloch, Albert: Maskenbrecher. In: Gasschutz und Luftschutz, Heft 7, 1933.

boten aber diese Schnappdeckel keinen vollkommenen Schutz, was der deutsche Soldat im Kriege nur deshalb kaum merkte, weil es den Feinden nicht gelang, Blaukreuzkampfstoffe an der Front gegen uns einzusetzen.

Diese Schwebstofffilter sind nun in der Nachkriegszeit ganz bedeutend verbessert worden. Natürlich ruht der ruhelose menschliche Geist nicht, und er wird sinnen und trachten, um den Angriffsmitteln wieder die Ueberlegenheit zu sichern. Und so geht der Kampf zwischen Gasmaske und Giftstoff weiter.

In welche Richtung geht nun die Forschung, um die Ueberlegenheit der Angriffsmittel, also der Giftstoffe, wiederherzustellen¹? Da die Technik in der Nachkriegszeit gewaltige Fortschritte gemacht hat, so könnte man daran denken, daß man mit Hilfe moderner Angriffstechnik durch Masseneinsatz der Giftstoffe die Atemeinsätze unserer Gasmasken schnell zur Erschöpfung brächte, daß man also durch neuartige Anwendungsformen dieser Angriffstechnik die Wirkung unserer Kampfstoffe gewissermaßen erhöhen würde. Denn im letzten Kriege ging der größte Teil unserer Kampfstoffe für den beabsichtigten Zweck ungenutzt verloren. Man hat z. B. ausgerechnet, daß von unseren Blaukreuzkampfstoffen nicht einmal 5% ausgenutzt worden sind². Doch diesen Ueberlegungen steht die bekannte Tatsache gegenüber, daß auch in der Nachkriegszeit in der Gasabwehr ganz bedeutende Fortschritte gemacht worden sind. Die Schutzwirkung und der Schutzzumfang unserer Gasmasken sind gegen alle Einatmungsgifte augenblicklich so hochwertig, daß sie jedem Träger einen umfassenden Schutz gegen alle uns bekannten Kampfstoffe in feldmäßig zu erreichenden Konzentrationen gewähren, vorausgesetzt natürlich, daß der Träger die Maske richtig und rechtzeitig anwendet. Tut er das nicht, dann nützt ihm natürlich die beste Gasmaske nichts. Selbst gegen das sehr gefährliche Kohlenoxyd können wir uns heute — was im letzten Kriege noch nicht möglich war — durch leistungsfähige Atemfilter schützen, wenn auch kein Heer der Welt mit diesen kostspieligen Universal-CO-Filtern (Schutz gegen alle Einatmungsgifte mit Einschluß von Kohlenoxyd) ausgerüstet ist, da man den Einsatz von Kohlenoxyd als Kampfstoff nicht glaubt befürchten zu müssen (vgl. S. 179). Auch unsere Gasanzüge sind gegenüber der Kriegszeit bedeutend verbessert worden, so daß wir bei dem hohen Stand unserer gesamten Gasabwehr dem Masseneinsatz der Giftstoffe ohne allzu große innere Beunruhigung entgegensehen könnten.

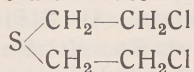
Die Forschung hat sich zunächst auf der Suche nach neuen Kampfstoffen den bewährten Giften der Gelb-, Grün- und Blaukreuzgruppe zugewandt und hat versucht durch Verbesserung und Ausbau dieser Gruppen

¹ Vgl. hierzu die wertvolle Arbeit des holländischen Chemikers Hackmann, Th.: In welche Richtung geht die Suche nach neuen chemischen Kampfstoffen? Im „Chemisch Weekblad“, Bd. 31, Heft 21, 1934.

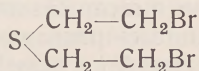
² Mielenz, W.: Chemische Kampfstoffe, Gasschutz und Entgiftung. In: Knipter und Hampe: Der zivile Luftschutz, S. 241ff. Otto Stollberg G.m.b.H., Berlin 1934 und Mielenz, W.: Die chemischen Stoffe der Nachkriegszeit. In: Hanslian, Rudolf: Der chemische Krieg, 3. Aufl., I. militär. Teil, S. 322ff., E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1937.

eine stärkere Wirkung zu erreichen. Es ist ganz besonders der „König der Kampfstoffe“, das Dichlordiaethylsulfid, dem man viel Geist und Arbeit gewidmet hat, um Wert und Wirkung zu steigern¹.

Wenn wir z. B. die Chloratome des Dichlordiaethylsulfids



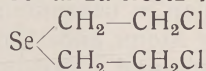
durch Brom ersetzen, so erhalten wir das Dibromdiaethylsulfid:



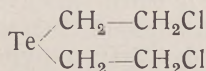
also den Bromlost.

Diese chemische Verbindung siedet unter Zersetzung bei etwa 240°. Der Schmelzpunkt liegt bei 31°. Das spezifische Gewicht ist 2,05. Der Siedepunkt ist also höher als bei der entsprechenden Chlorverbindung (Kp. 215,5°), und so ist auch seine Flüchtigkeit entsprechend geringer. Die Giftigkeit ist auch stärker als die des Dichlordiaethylsulfids, aber dafür ist seine Zersetzlichkeit in Wasser größer. Bei lange anhaltendem, trockenem Wetter wird sich dieser Stoff im Gelände etwas länger halten als Dichlordiaethylsulfid. Aber bei unseren Klimaverhältnissen mit dem Wechsel zwischen Regen und Trockenheit ist diese Eigenschaft nicht von großer Bedeutung, da dieser Stoff mit Wasser bekanntlich noch zersetzlicher ist als Dichlordiaethylsulfid. Darum können wir im Bromlost keinen Fortschritt gegenüber dem Dichlordiaethylsulfid erblicken (U. Müller).

Weiter hat man versucht, den Schwefel im Dichlordiaethylsulfid durch seine Homologen Selen und Tellur zu ersetzen. Aber auch dieser Selenlost:



und der Tellurlost:



haben keine Verstärkung der Wirkung gegenüber dem Dichlordiaethylsulfid gebracht.

Aber vielleicht kann durch Einführung von Nitrogruppen und von arsenhaltigen Gruppen erreicht werden — worauf besonders russische Arbeiten hinweisen —, daß die hautschädigende Wirkung des Dichlordiaethylsulfids noch erhöht wird.

Auch sind eingehende Untersuchungen mit der Grünkreuzgruppe, besonders mit den Homologen und Derivaten des Phosgens angestellt worden, und hier glaubt man im Dichlorformoxim und seinen Analogen chemische Verbindungen gefunden zu haben von ganz außerordentlicher Wirksamkeit. Aber die physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser Oxime scheinen sie als Kampfstoffe nicht geeignet zu machen, während die physiologische Wirkung außerordentlich stark zu sein scheint. Nach Hackmann wirken die Dämpfe dieser sehr flüchtigen Stoffe stark reizend auf Augen

¹ Vgl. Näheres z. B. in der Arbeit von Kirby E. Jackson (aus der chemischen Abteilung der Vanderbilt Universität Nashville in dem nordamerikanischen Staat Tennessee) über „Dichlordiaethylsulfid“ in der amerikanischen Zeitschrift „Chemical Review“, Dezemberheft 1934.

und Atmungsorgane. Schon geringste Konzentrationen rufen heftigste Augenentzündungen hervor, so daß die Verletzten vollkommen behindert und zeitweise erblindet sind. Der feste Stoff wirkt genau wie Gelbkreuz blasenziehend; nur soll im Gegensatz zu Gelbkreuz die Entzündung sofort unter heftigen Schmerzen auftreten. Die Heilung der Wunden soll schlecht sein. Wenn auch diese Oxime als Kampfstoffe noch nicht in Frage kommen, so wird man sich doch eingehend damit beschäftigen müssen.

Auch führt Hackmann in diesem Zusammenhang gewisse chemische Verbindungen auf, z. B. Trichloracetophenon usw., die Augen und Atmungsorgane reizen und außerdem eine Art „Nesselwirkung“ haben. Der Nebel dieser „Nesselgase“ dringt durch die Hautporen und erzeugt sehr heftige, brennende Schmerzen in der Haut. Die „Nesselwirkung“ kann sich über die ganze Körperoberfläche ausdehnen, ähnlich wie wir eine Nesselwirkung kennen, wenn wir uns längere Zeit in höheren Chloracetophenon-Konzentrationen aufhalten müssen. Aber diese hautangreifenden „Nesselgase“ sollen bedeutend stärker wirken, als die Dämpfe von Chloracetophenon.

Bei den eigentlichen Reizstoffen führt Hackmann als Neuerung die Phenarsazinchloridderivate auf. Phenarsazinchlorid (vgl. Adamsit S. 168) ist ein starker Reizstoff, dessen Wirkung z. B. durch Einführung der Aminogruppe noch bedeutend verstärkt werden kann.

Doch alle diese chemischen Neuerungen entstehen im Grunde genommen nur dadurch, daß man in bekannten chemischen Verbindungen die Stellung und die Zahl der Atome ändert, neue Gruppen einführt usw., kurz: Es sind alles Variationen und Ableitungen mehr oder weniger bekannter Verbindungen, die uns in einem neuen Kriege hinsichtlich der Durchdringbarkeit unserer Gasmasken kaum Ueberraschungen bringen könnten.

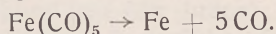
Zu erwähnen wäre noch das Tetraaethylblei, das als Antiklopfmittel den Treibstoffen unserer Motore häufig zugesetzt wird. Es ist ein starkes Gift mit akuter Nerven- und chronischer Bleiwirkung, das auch von der Haut resorbiert wird. Auch an die Einführung des sehr giftigen Diaethyltellurid und des ebenso giftigen Kakodylisocyanid als Kampfstoff ist gedacht worden. So giftig diese Verbindungen sind, so bedeuten sie doch kaum eine wesentliche Bereicherung unseres Kampfstoffarsenals.

Sicherlich könnten alle bisher ausgeführten chemischen Verbindungen keine „Maskenbrecher“ werden, d. h. also die augenblickliche Ueberlegenheit der Abwehrmittel brechen. Dazu müßten prinzipiell neuartige Wege eingeschlagen werden (Hloch), die z. B. auf folgender Ueberlegung beruhen könnten:

Alle Heere der Welt sind im allgemeinen mit Gasmasken ausgerüstet, die nicht gegen Kohlenoxyd schützen. Es wäre nun naheliegend, Kohlenoxyd als Kampfstoff zu benutzen. Aber wir wissen bereits, daß Kohlenoxyd sich wegen seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften zum Kampfstoff nicht eignet.

Nun gibt es Metallkohlenoxydverbindungen, die sogenannten „Carbonyle“, die die Atomgruppe CO, also das Kohlenoxyd, enthalten, wie z. B. die Carbonylverbindungen von Eisen, Kobalt und Nickel.

Für Kriegszwecke käme seiner Billigkeit wegen wohl nur die Eisen-carbonylverbindung in Frage, und zwar das Eisenpentacarbonyl $\text{Fe}(\text{CO})_5$. Es ist dies eine Substanz, die bei Zimmertemperatur flüssig ist, und deren Dampf etwa $6\frac{1}{2}$ mal so schwer wie Luft ist. Dieses Carbonyl könnte ein äußerst wirksamer Kampfstoff werden, wenn es gelänge, diese Flüssigkeit in Dampfform unzersetzt an die Atemfilter der Gasmasken zu bringen, wo sie in einer Weise aufgespalten würde, die für den Gasmaskenträger verhängnisvoll werden könnte. Denn in unseren Gasmasken ist bekanntlich Aktivkohle, die die Eigenschaft hat, nicht nur diese Dämpfe zu adsorbieren, sondern zugleich eine katalytische Wirkung in dem Sinne auszuüben, daß das Eisencarbonyl in Eisen und Kohlenoxyd zerfallen würde nach der Gleichung.



Dieses frei gewordene Kohlenoxyd würde dann die Filterschichten der Ate-mein-sätze, die bekanntlich für Kohlenoxyd durchlässig sind, durchdringen und den Träger vergiften. Natürlich müßten in der Luft ganz bestimmte Konzentrationen erreicht werden, da Kohlenoxyd zu den resorptiv wirkenden Giften gehört, bei denen bekanntlich eine bestimmte Konzentration erreicht werden muß, ehe eine Vergiftung eintritt. Aber diese Carbonyle sind sehr unbeständig und ihre Zersetzlichkeit ist so groß, daß es bis jetzt nicht gelingen würde, diese Verbindungen unzersetzt bis an die Atemfilter zu bringen. Wegen der geringen Beständigkeit könnte man diese Verbindungen auch nicht in Granaten verschießen, höchstens in dünnwandigen Behältern mit sehr geringer Sprengladung. Außerdem wird das Eisencarbonyl schon durch Licht zersetzt, so daß man es nur nachts anwenden könnte. Um diese Unbeständigkeit durch optische Einflüsse auszuschalten, setzt man dieser Verbindung Farbstoffe wie Isatin, Alizarin u. dgl. zu.

Schon die Tatsache, daß die Wissenschaft vollkommen neue — wenn auch bis jetzt noch unpassierbare — Wege zeigt, um die hochentwickelten Gasmaskenein-sätze zu durchschlagen, diese Tatsache allein bedeutet für uns die Verpflichtung, wachsam zu sein. Denn wenn es irgendeinem Heere schon in Friedenszeiten gelingen sollte, eine chemische Angriffswaffe zu finden, die der Gasmaske auch nur etwas überlegen wäre, und wenn dieses Heer diese Angriffswaffe gleich zu Beginn eines Krieges so rücksichtslos gegen das feindliche Heer und die Zivilbevölkerung einsetzen könnte und würde, daß der Feind das Vertrauen zu seiner Gasmaske verlöre, dann hätte ein Heer mit einer derartigen Angriffswaffe einen ganz gewaltigen Vorsprung vor seinem Gegner. Der Gegner würde — geradezu gelähmt und entsetzt — den Glauben an seine Gasmaske und an seinen Sieg verlieren. Und damit hätte er den Krieg schon halb verloren.

Eine solche Waffe zu besitzen, ist natürlich Wunsch und Hoffnung jedes Heeres. Aber Wunsch und Hoffnung können bis jetzt von der Wissenschaft noch nicht erfüllt und verwirklicht werden.

Rauch und Nebel

A. Allgemeines

Und aus den Wiesen steigt
Der weiße Nebel wunderbar.
Matthias Claudius.

In seinem Abendlied:

Der Mond ist aufgegangen,
Die goldnen Sternlein prangen
Am Himmel hell und klar.
Der Wald steht schwarz und schweiget
Und aus den Wiesen steigt
Der weiße Nebel wunderbar

hat Matthias Claudius ein Bild festgehalten, das uns Menschen draußen in der Natur immer wieder ergreift. Hoch am Himmel steht der Mond und über Tälern und Wiesen liegt der weiße Nebel, der alles verdeckt und verhüllt. Nur die Wälder stehen schwarz und schweigend in der Ferne.

Wie entsteht dieser Nebel, den das Dichterauge wie ein unbegreiflich hohes Wunder sieht? Die Wissenschaft gibt darauf die nüchterne Antwort: Der Nebel entsteht in der Atmosphäre durch Abkühlung feuchter Luft. Darum wird sich der Nebel dann besonders gern in tiefen Tälern und feuchten Wiesengründen bilden, wenn tagsüber die wärmende Sonne auf ihnen lag und wenn dann abends bei klarem Mond- und Sternenhimmel die Luft sich abkühlt.

Goethe, der große Beobachter der Natur, sagt in seiner herrlichen Elegie an den Mond so treffend:

Füllest wieder Busch und Tal
Still mit Nebelglanz,
Lösest endlich auch einmal
Meine Seele ganz.

Sicherlich wird der Mensch schon früh den Wert des Nebels für kriegerische Zwecke erkannt haben. Doch führt es zu weit, wenn der Engländer Worrall¹ meint, daß die Juden bei ihrer Vertreibung aus Aegypten schon künstlichen Nebel planvoll angewandt hätten. Die Geschichten des

¹ Worrall, P. R. Lieut.-Col.: *Smoke Tactics*. Published by Gale and Polden. London-Aldershot 1919.

Alten Testamentes können wir nicht als Ausgangspunkt für naturwissenschaftliche Betrachtungen nehmen. Im Alten Testament ist aber durchaus richtig die tarnende Kraft des Nebels erkannt worden, wenn Moses¹ schreibt:

„Da erhob sich der Engel Gottes, der vor dem Heer Israels herzog, und machte sich hinter sie; und die Wolkensäule machte sich auch von ihrem Angesicht und trat hinter sie

Und kam zwischen das Heer der Aegypter und das Heer Israels. Es war aber eine finstere Wolke und erleuchtete die Nacht, daß sie die ganze Nacht, diese und jene, nicht zusammenkommen konnten.“

Eine dichte Nebelwolke („Wolkensäule“) nahm den Aegyptern alle Sicht, so daß diese (die Aegypter) und jene (die Juden) „nicht zusammen kommen konnten“. Da sich dieser Vorgang in der Nähe des Roten Meeres abspielte, so ist es durchaus möglich, daß sich eine mächtige Nebelwand, die aber nicht künstlich, sondern naturbedingt war, zwischen die Juden und die nachdrängenden Aegypter schob. Vielleicht war es am Tage sehr heiß, so daß sich die Luft aus den Verdunstungen des Roten Meeres mit Wasserdampf übersättigte und nachts trat dann eine plötzliche Abkühlung ein. Dazu kam, daß die 600000 jüdischen Emigranten, die mit Roß und Mann und Wagen durch die Wüste zogen, gewaltige Staubmengen aufwirbelten, die als Keime die Bildung des Nebels erst ermöglichten.

Wir hätten dann eine typische Form der Nebelbildung in der Natur: Durch den Temperaturabfall wird der gasförmige Wasserdampf der Luft zu feinsten Tröpfchen flüssigen Wassers verdichtet und abgeschieden. Die Abscheidung dieser Tröpfchen aus der mit Wasserdampf übersättigten Luft kann aber nur erfolgen, wenn Keime vorhanden sind. Zur Bildung der Keime dienen die in der Luft schwebenden festen Stoffe, Staub, Ruß u. dgl. Auf diese natürliche Weise ließe sich die Wolkensäule, von der Moses berichtet, erklären.

Begriffliches

Im gewöhnlichen — und auch im militärischen Sprachgebrauch — werden die Begriffe „Nebel“ und „Rauch“ nicht streng auseinandergehalten, was praktisch auch nicht von erheblicher Bedeutung ist. Doch der wissenschaftliche Sprachgebrauch macht genaue und feine Unterschiede. Danach ist der Nebel die äußerst feine Verteilung einer Flüssigkeit in einem gasförmigen Stoff (Luft) wie z. B. die Wolken und Nebel, die aus feinsten Wassertropfchen bestehen und in der Luft schweben. Der Rauch dagegen ist die äußerst feine Verteilung eines festen Körpers in einem gasförmigen (Luft), wie z. B. der Rauch aus feinsten Rußpartikelchen, die bei Verbrennungen entstehen und stundenlang als undurchsichtiger Schleier in der Luft schweben können. Der Rauch ist mithin das Produkt einer Verbrennung. Man kann den Rauch auch als einen Nebel bezeichnen, dessen Teilchen fest sind.

Kolloidchemisch ist der Nebel ein disperses Gebilde, dessen Dispersionsmittel gasförmig und dessen disperse Phase flüssig ist. Der Rauch wäre dann ein disperses Gebilde, dessen Dispersionsmittel gasförmig und dessen disperse Phase fest ist.

¹ 2. Mose, Kapitel 14, Vers 19 u. 20.

Die Nebel- und Rauchteilchen dieser dispersen Phase sind von ultramikroskopischer Größenordnung, weil sie sonst im Dispersionsmittel, also in der Luft, nicht schweben könnten. Sie sind so klein, daß ihr Durchmesser zwischen $1 \cdot 10^{-7}$ und $1 \cdot 10^{-4}$ cm liegt. Militärisch brauchbar ist darum auch nur ein Nebel, der sich wenigstens einige Stunden in der Luft halten kann, und das kann er nur, wenn die Größe der Nebelteilchen $\frac{1}{10000}$ bis $\frac{1}{1000000}$ mm beträgt (Wizinger). Das Diffusionsvermögen der Nebel ist äußerst gering. Wegen der geringen Beweglichkeit ihrer Teilchen werden die Nebel von der porösen Holzkohle unserer Atemfilter bedeutend schlechter adsorbiert als Gase.

Künstliche Nebel

Künstliche Nebel werden häufig dadurch erzeugt, daß gewisse flüchtige Substanzen mit dem Wasserdampf der Luft chemische Umsetzungen eingehen unter Bildung nichtflüchtiger fester oder flüssiger Schwebstoffe. Ein bekanntes Beispiel für diese Art der Nebelbildung ist die Verdampfung des flüchtigen Schwefeltrioxyds. Dieses gasförmige Schwefeltrioxyd vereinigt sich begierig mit dem Wasserdampf der Luft zu Schwefelsäure, die sich in Form feinsten Tröpfchen ausscheidet. Diese Tröpfchen schweben lange Zeit in der Luft und können als Nebel die Atmosphäre vollkommen undurchsichtig machen. Eine andere Art der künstlichen Nebelbildung beruht darauf, daß man gleichzeitig zwei verschiedene gasförmige Substanzen in die Luft schickt, wie z. B. Chlorwasserstoffgas, dessen wässrige Lösung bekanntlich die Salzsäure ist, und Ammoniakgas, dessen wässrige Lösung der bekannte Salmiakgeist ist. Aus dem Ammoniakgas und dem Chlorwasserstoffgas bilden sich in der Luft sehr dichte Chlorammonnebel, die sogenannten „Salmiaknebel“, die aber eigentlich gar keine „Nebel“ sind, sondern ein „Rauch“, da es sich hierbei um feinste Salmiaksalzteilchen, also um feste Stoffe, handelt, die in der Luft schweben (vgl. Siliziumtetrachlorid S. 207).

Wir betonten schon, daß der praktische Sprachgebrauch die Begriffe „Nebel“ und „Rauch“ nicht streng auseinanderhält. Darum wollen wir der Einfachheit halber alle künstlichen Trübungen der Luft — mögen sie nun durch schwebende flüssige oder durch schwebende feste kleinste Teilchen hervorgerufen sein — mag es sich also um Nebel und Dunst oder Rauch und Qualm handeln — im allgemeinen mit dem Sammelbegriff „künstlicher Nebel“ bezeichnen. Wir sprechen auch von „Kampfgasen“, trotzdem wir wissen, daß die Kampfgase — bis auf Chlor — im Sinne der physikalischen Definition des Begriffes „Gas“ keine Gase sind.

Der Soldat unterscheidet zwischen schützenden Nebeln, die im allgemeinen — wie fast alle künstlichen Nebel — harmlos und ungiftig sind, und zwischen giftigen Nebeln, die im Gaskampf eingesetzt und mittels „Rauchkerzen“ abgeblasen werden. Wenn der schützende Nebel beim Feinde erzeugt wird, spricht man militärisch von „blendendem Nebel“. Er hat die Aufgabe, dem Feinde die Sicht zu nehmen, so daß er in all seinen Kampfhandlungen behindert ist. Wenn der Nebel bei der eigenen Truppe erzeugt wird, spricht man von „tarnendem“ oder „verschleiernem“ Nebel, der der eigenen Truppe Schirm und Schutz gewähren soll (Hanslian).

Historisches

Die Kriegsgeschichte erzählt aus früheren Zeiten häufig von Verdunkelung der Schlachtfelder durch Nebel oder Rauch. Meistens wird es sich um natürlichen Nebel oder Rauch gehandelt haben, der je nach der Lage der Schlacht für Freund oder Feind zum Glück oder zum Verhängnis werden konnte. Die erste absichtliche Verwendung eines tarnenden künstlichen Rauches scheint aus dem Jahre 1700 zu datieren, als der geniale Schwedenkönig Karl XII. unter dem Schutz gewaltiger Rauchwolken über die Düna setzte und völlig überraschend für das polnisch-sächsische Heer seine Geschütze auf dem gegenseitigen Ufer in Stellung brachte. Dieser

kluge Heerführer hatte große Mengen feuchter Strohhaufen am diesseitigen Ufer und auf Fährschiffen im Morgengrauen anzünden lassen, wodurch sich dichte Rauchwolken entwickelten, die ein günstiger Wind langsam über die Düna wehte. Im Schutze dieser Rauchwolken konnte der König seine Kriegslist ausführen. Wenn dieses Verfahren im Vergleich zu einer modernen Vernebelung auch primitiv erscheint, so war die Idee doch glücklich und hatte großen Erfolg.

In der Schlacht bei Waterloo lag der Pulverrauch so dick über dem Erdboden, daß die Bewegungen der Truppen völlig verborgen wurden¹. Aber derartiger Rauch, den das frühere rauchstarke Pulver hervorrief, wurde in allen Kriegen als äußerst störend empfunden, weil man nicht genügend auf dem Schlachtfelde sehen konnte. Die Zielsicherheit der Soldaten litt sehr darunter und damit der Wert der Feuerwaffe überhaupt. Darum wurde im Jahre 1890 von allen Heeren das rauchschwache Pulver eingeführt.

In der Vorkriegszeit war wohl vorgesehen, daß gewisse Spezialtruppen wie z. B. die Pioniere im Festungsgelände sich unter dem Schutz künstlichen Rauches heranzuarbeiten hätten, wobei sie sich natürlicher Rauchentwickler (Stroh, Laub, Gras usw., das mit Petroleum getränkt wurde) bedienen sollten oder auch behelfsmäßig hergestellter „Rauchkörper“ (in Salpeterlösung getränkte Sackleinwandstreifen, die mit einer Mischung von Asphalt und Holzteer bestrichen wurden). Aber tatsächlich wurde in jener Zeit und auch noch in der ersten Zeit des Krieges die große militärische Bedeutung des Einsatzes von Rauch und Nebel auf dem Festlande, d. h. beim Landheere nicht erkannt.

Bei der Marine lagen die Verhältnisse anders. Vielleicht hatte das darin seinen Grund, daß gerade bei Seekriegshandlungen die Sicht eine ausschlaggebende Rolle spielt. So wurden bei der deutschen Marine bereits in den Jahren 1906—1909 Versuche mit sogenannten „Nebelbrandern“ gemacht (U. Müller). Auch andere Staaten stellten bald ähnliche Versuche an; und im August 1913 wurden bei den Flottenmanövern der Vereinigten Staaten schon ganz erhebliche Mengen künstlicher Nebel zu Übungszwecken eingesetzt. Während des Krieges haben wir Deutschen bei verschiedenen Kreuzerfahrten im Jahre 1915 und später am 31. Mai 1916 mit großem Erfolge in der Seeschlacht am Skagerrak künstliche Nebel angewandt. Als Nebelbildner nahmen wir Schwefeltrioxyd, dessen Lösung in besonderen Nebeltrommeln auf gebrannten Kalk lief. Dadurch wurden dichte Schwefelsäurenebel erzeugt. Diese Nebel wurden sowohl an Bord der Schiffe wie auch aus schwimmenden Bojen entwickelt.

Höchstwahrscheinlich war es das Abblasen des Chlors — zuerst bekanntlich in großen Mengen abgeblasen bei Ypern am 22. April 1915 — das den Gedanken und die Anregung gab für die planmäßige Verwendung künstlicher Nebel auf dem Festlande. Bei der raschen Verdampfung des

¹ Vgl. hierzu Hanslian, R., a. a. O., S. 617ff.

flüssigen Chlors wird nämlich eine erhebliche Menge Wärme verbraucht, wodurch eine so starke Abkühlung eintritt, daß sich der Wasserdampf der Luft als weißer Nebel niederschlägt. Darum sieht eine derartige Gaswolke meistens nicht grünlichgelb wie gasförmiges Chlor aus, sondern diese Chlorwolken sind dichte weißgelbe Wolken, die grünlichgelb umsäumt sind. Die Engländer glaubten, daß diese weißgelben Wolken, die den Eindruck künstlicher Nebel machen, von uns beabsichtigt seien. Wenn das auch ein Irrtum war, so erkannten sie doch ganz richtig den hohen taktischen Wert der künstlichen Nebel, die man zur Tarnung, aber auch zur Vortäuschung echter Gaswolken benutzen konnte. Sie versuchten daher — wenn auch zunächst mit unzulänglichen „Rauchgeräten“, die mit Pech, Talg, Schwärzpulver und Salpeter gefüllt waren — dieses taktisch wertvolle Kampfmittel weiter auszubauen.

Die Erkenntnis, daß der Einsatz künstlicher Nebel von hohem militärischem Wert sein könne, wuchs allmählich bei allen Heeren und so wandte man sich Stoffen zu, die — wie z. B. Phosphor — echte Nebelbildner sind. Den Alliierten stand Phosphor, dieser wertvollste Nebelbildner, in großen Mengen zur Verfügung. Amerika konnte reichlich liefern und Frankreich hatte große Phosphatvorkommen in Algier. Aber uns Deutschen fehlte es an größeren Phosphatquellen fast ganz. Wir waren auf Schwefeltrioxyd angewiesen, dessen nebelerzeugende Wirkung nur mit etwa 60 bis 75% an die des Phosphors heranreicht. Aber wir haben mit Schwefeltrioxyd trotzdem große Erfolge aufzuweisen gehabt.

Wir Deutschen entwickelten vor allem bald ein Verfahren, mit dem wir im Anfange unseren Feinden schwerste Verluste beibrachten: Wir schickten hinter einer Gaswolke eine ungiftige Nebelwolke, in deren Schutz die Infanterie ohne Gasschutz vorgehen konnte. Der Feind glaubte, es sei eine giftige Gaswolke; er behielt seine Gasmaske auf, wodurch er natürlich im Nahkampf behindert und vollkommen unterlegen war.

Schon im Weltkriege wurden Phosphorbomben, deren Wirkung durch Zusatz hochentflammbarer Stoffe verstärkt wurde, von Flugzeugen aus abgeworfen; auch wurde von Flugzeugen aus mit Infanteriemunition, die gelben Phosphor enthielten, gegen feindliche Flugzeuge geschossen. Aber mit diesen Geschossen wollte man nicht Nebel erzeugen, sondern Brände hervorrufen; man wollte z. B. die Brennstoffbehälter der Flugzeuge zur Entzündung bringen.

Die Nebelerzeugung vom Flugzeug aus wurde erst in der Nachkriegszeit besonders von England und Amerika entwickelt, wie überhaupt diese neue Waffe in der Nachkriegszeit erst wissenschaftlich eingehend erforscht und auch praktisch erprobt worden ist. Man kann heute große Räume, z. B. Industrieanlagen in dichte Nebelschleier verhüllen. Natürlich wird der Gegner durch derartige Vernebelungen auf das Ziel aufmerksam gemacht; darum ist es häufig nötig, die Vernebelung weit über den zu tarnenden Bezirk hinaus auszudehnen und auch Scheinvernebelungen

in der Umgegend vorzunehmen. Aber auch der Angreifer wird mit Nebel arbeiten und versuchen, die gegnerischen Abwehrbatterien usw. durch Nebel so zu blenden, daß ihnen das Zielen unmöglich gemacht wird.

Gewiß sind Nebel und Rauch „keine Himmelsgabe“ (Worrall) — was andere Kampfmittel aber auch nicht sind — gewiß hat der Einsatz künstlicher Nebel manche Schattenseiten; fest steht auf jeden Fall, daß wir im künstlichen Nebel eine sehr wertvolle Waffe besitzen, deren militärische Einsatzmöglichkeiten schon heute ganz bedeutend sind. Vielleicht wird der Einsatz künstlicher Nebel sogar in Zukunftskriegen noch „eine Entwicklungsbahn durchlaufen, deren einzelne Stationen wir heute nur ahnen können“ (Hanslian).

Verwendung künstlicher Nebel für friedliche Zwecke

Künstliche Nebel haben in der Nachkriegszeit für die verschiedensten Zwecke ausgedehnte Verwendung gefunden, und ihre Verwendungsmöglichkeit scheint noch viel ausdehnungsfähiger zu sein. Schon jetzt werden sie in der Landwirtschaft in großem Maßstabe zur Verhütung von Frühjahrfrösten, also als Frostschutz benutzt (Näheres S. 205); sie werden bei der Schädlingsbekämpfung verwandt; sehr bekannt ist ihre Verwendung für Reklamezwecke als sogenannte „Himmelsschrift“. Zur Erzeugung dieser „Himmelsschrift“ läßt der Flugzeugführer in das Auspuffrohr des Motors einen geeigneten Nebelstoff, meistens „Nebelsäure“ fließen (Nebelsäure ist Schwefeltrioxyd, das entweder in Schwefelsäure oder — kolloidal — in Chlorsulfonsäure gelöst ist). Der Nebelstoff wird dann durch die heißen Motorabgase in Nebelform ausgestoßen. Wenn das Flugzeug nun bei guten meteorologischen Bedingungen (Windgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit) richtig gelenkt wird, dann können diese Nebelstreifen zu Buchstaben geformt werden (Zernik).

Die Nebelkatastrophe im Maastale

Am 3. Dezember 1929 kam es im Maastale, südlich von Lüttich, zu einer schweren Massenvergiftung durch Gase. Dieses Tal wird von 40—60 m hohen Hügeln umgrenzt. Schon seit drei Tagen lag ein außerordentlich dichter Nebel über dem ganzen Tal. Am 3. Tage erkrankten mehrere hundert Personen an Reizerscheinungen der oberen Atemwege. 63 Personen starben innerhalb von 24 Stunden. Die Sektion ergab, daß nur die oberen Atemwege angegriffen waren. Man hat zur Klärung dieser Vergiftungen die verschiedensten Hypothesen aufgestellt: Man dachte vor allen Dingen an Kampfgase. Aber dagegen sprachen eindeutig die Sektionsbefunde. Das Maastal ist dicht besetzt mit Fabriken, besonders Zinkhütten, Superphosphatfabriken u. dgl. Die Abgase dieser Fabriken, die unter normalen Verhältnissen, ohne Schaden anzurichten, in die Atmosphäre entweichen wären, konnten nicht entweichen, da über dem Tal die kalte Nebelschicht — gleichsam wie eine Glasglocke — lag.

Nach dem Gutachten der von der belgischen Regierung eingesetzten Sachverständigenkommission, wird es sich bei dieser Nebelkatastrophe hauptsächlich um Vergiftungen durch Schwefeldioxyd und Schwefeltrioxyd gehandelt haben, die durch das gleichzeitige Auftreten von Fluorwasserstoff verstärkt worden sind. Doch ist bei der

Erklärung der Todesfälle außerdem daran zu denken, daß Hüttenrauch auch andere Giftstoffe, z. B. Arsenwasserstoff, enthalten kann (Zernik).

Bei dieser Nebelkatastrophe handelte es sich um natürliche Nebel, denen durch die Eigenart der Verhältnisse Giftstoffe zufällig in so hohen Konzentrationen beigemischt waren, daß viele Menschen zugrunde gingen.

Bunte Nebel

Zur Erzeugung farbiger Nebel verwendet man hitzebeständige Farbstoffe, die durch ein Heizgemisch zum Verdampfen gebracht werden. Ein günstiges Heizgemisch zur Verflüchtigung der Farbstoffe ist eine Mischung von Kalium chloratum mit Milchzucker. Ein Gemisch zur Erzeugung roter Nebel enthält z. B.:

Paranitranilinrot	65%
Kalium chlorat.	15%
Milchzucker	20%

Ein Gemisch zur Erzeugung blauer Nebel enthält z. B.:

Synth. Indigo	40%
Kalium chlorat.	35%
Milchzucker	25%

Zur Zündung derartiger Gemische in Nebelkerzen verwendet man eine Verbindung von 7 Teilen Eisenpulver mit 8 Teilen Kaliumpermanganat. Es gibt künstliche Nebel schwarzer, roter, gelber, grüner, blauer Farbe. Der färbende Bestandteil schwarzer Nebel ist fast stets Kohlenstoff. Aber die Kohlenstoffteilchen neigen dazu, in der Luft grobe Flocken zu bilden; infolgedessen hellen derartige Nebel bald auf und werden lückenhaft. Die tarnende Kraft schwarzer Nebel ist darum auf die Dauer nicht sehr groß; doch die Schwarzfärbung eines Nebels ist bei Tarnungsmaßnahmen gegen Fliegersicht oft wertvoll, weil weiße Wolkendecken den Flieger geradezu auf das Ziel aufmerksam machen, während dunkle Wolkendecken sich gegen die umgebende Landschaft schwächer abzuheben pflegen (U. Müller). Eine Mischung, die fast schwarze Wolken bildet, besteht z. B. aus Hexachloraethan 61,5%, Magnesiumpulver 18,6%, Naphthalin 11,9% und Anthrazen 8% (Hanslian).

Bei den Gasschutzübungen, die ich bereits in der Systemzeit in Kaiserslautern für die bayrischen Sanitätskolonnen und in Bremen für die hanseatischen Sanitätskolonnen durchführte, habe ich reichlich bunte Nebel benutzt, die ein außerordentlich eindrucksvolles Bild hinterlassen.

Farbige Nebel finden besonders für militärische Signalzwecke Verwendung. Diese Signalproben können aus Leuchtpistolen, Gewehren, Geschützen oder auch in Form von Raketen bis zu 250 m Höhe und auch noch höher abgeschossen werden. Größere Signale sind meistens mit Fallschirmen versehen. Für den Artilleristen sind in unübersichtlichem Gelände Geschosse von hohem Wert, die bei der Explosion gefärbte Nebel-

wolken erzeugen, weil dadurch die Einschlagstelle der Geschosse einwandfrei festgestellt werden kann (Hanslian). Die bunten Nebel werden auch zur Erzeugung von sogenanntem Tagesfeuerwerk verwandt.

Oelnebel

Mit Hilfe von Schwerölen hat man auch versucht, künstliche Nebel zu erzeugen, das Oel kann man durch Hitze verdampfen. Doch die so erzeugten Nebel sind äußerst unbeständig und lösen sich bald in der Atmosphäre auf. Man kann auch durch unvollkommene Verbrennung von Oel erreichen, daß große Mengen Kohlenstoff abgeschieden werden, die sich zunächst in der Luft gut halten und dichte schwarze Wolken bilden. Aber die Kohlenstoffpartikelchen berühren sich bald, kleben zusammen, werden grobflockig und senken sich dann zu Boden. In der Rauchwand entstehen dadurch bekanntlich große Lücken, und die Deckkraft dieser zunächst gut tarnenden schwarzen Rauchwolken geht verloren.

Oelnebel kommen eigentlich nur für Kriegsschiffe als Tarnungsmittel in Betracht. Aber dazu ist notwendig, daß die Heizungsanlage nebst Schornstein in Ordnung ist. Gerade diese Teile des Schiffes werden jedoch häufig im Gefecht zuerst zerstört; und gerade dann wäre die Einnebelung am wichtigsten. Die Nebelvorrichtung auf Schiffen muß deshalb nach Möglichkeit unabhängig von allen anderen Schiffsteilen, besonders von den empfindlichen Teilen der Heizungsanlage, durchgebildet werden (U. Müller).

Gefährlichkeit künstlicher Nebel

Alle die bei der Erzeugung von künstlichem Rauch und Nebel gebildeten Schwebstoffe sind im allgemeinen für den menschlichen Organismus verhältnismäßig harmlos (Muntsch). Nur wenn diese Schwebstoffe in stärkeren Konzentrationen vorhanden sind, wie z. B. in der Nähe der Nebelgeräte, können sie die empfindlichen Schleimhäute der oberen Luftwege, unter Umständen auch die äußere Haut, reizen und leicht anätzen. Doch sind die Folgen in jedem Falle unbedenklich. Die Stärke dieser Reizwirkungen hängt natürlich von der Dichte des Nebels und der Dauer der Einwirkung ab. Vor allen Dingen soll man sich nicht in unmittelbarer Nähe der Entwicklungsgefäße aufhalten (Näheres S. 212). Schutz gewährt häufig schon ein vor Mund und Nase gehaltenes Taschentuch.

Giftnebel

Alle bisher besprochenen Nebel sind also für den menschlichen Organismus verhältnismäßig harmlos, d. h. sie sind praktisch ungiftig. Nun gibt es aber auch künstliche Nebel, die sogenannten „Giftnebel“, denen absichtlich Giftstoffe beigemischt werden. Meistens werden zur Erzeugung dieser Giftnebel typische Reizstoffe wie unsere Nasen-Rachenreizstoffe (Blaukreuz, z. B. Diphenylarsinchlorid) und auch Augenreizstoffe (z. B. Chloracetophenon) verwandt und nur gelegentlich eigentliche Giftstoffe wie z. B. Chlorpikrin. Darum könnte man diese Nebel vielleicht richtiger als „Reiznebel“ bezeichnen, wie es die Amerikaner in ihrem Schrifttum mit der Bezeichnung „irritant smoke“ = Reizrauch tun. Aber schließlich sind alle Reizstoffe auch Giftstoffe und gerade das Charakteristische des militärischen Einsatzes von Giftnebeln ist, daß nicht irgendwelche harm-

losen Substanzen zur Tarnung oder Blendung vernebelt werden sollen, sondern giftige Reizstoffe und Kampfgase. Darum hat der Ausdruck „Giftnebel“ wohl seine Berechtigung.

Der Gedanke, Giftnebel durch Rauchkerzen zu erzeugen, stammt aus dem Jahre 1917. Es war ein deutsches Verfahren, das aber durch die Aufmerksamkeit unserer Gegner vereitelt wurde. Bei Rouvry in der Champagne wollten wir im August 1917 Blaukreuznebel mittels Rauchkerzen entwickeln und „abblasen“, um die feindlichen Gasmaskeneinsätze zu durchschlagen; und hinter die Blaukreuzwolken sollte dann eine Chlor-Phosgenwolke geschickt werden, die den Feind, der ohne Maskenschutz gewesen wäre, vernichtet hätte.

Die Rauchkerzen enthielten einen Schwelsatz von Eisenfeilspänen und Schwefel, der beim Abbrennen Blaukreuz (Diphenylarsinchlorid) zur Vernebelung bringen sollte. Dieser neuartige Blasangriff, der den Decknamen „Sommerernte“ führte, blieb den Franzosen nicht verborgen. Französische Artilliere, die nach Malmaison bestimmt war und sich gerade auf dem Transport in der Nähe des bedrohten Abschnittes befand, wurde überraschend eingesetzt und zerstörte den deutschen Einbau der Rauchkerzen (Hanslian). Dieser mißglückte Versuch ist von uns Deutschen dann ernstlich nicht weiter verfolgt worden. Darum sind auch Giftnebel aus Rauchkerzen während des letzten Krieges in größerem Umfange als Kampfmittel nicht eingesetzt worden. Es ist beim ersten Versuch geblieben. Die Kampfgase dominierten; und die Nebelwaffe wurde im Vergleich zur Gaswaffe vernachlässigt.

Unsere Feinde griffen zwar die Idee auf, aber sie besaßen bekanntlich kein Blaukreuz, und so konstruierten sie einfache Rauchkerzen, die die sogenannte NC-Mischung enthielten (80% Chlorpikrin und 20% Zinn-tetrachlorid oder Siliziumtetrachlorid). Doch die aus dieser Mischung erzeugten Giftnebel reichten nicht an die Durchschlagskraft der Blaukreuznebel heran.

Erst in der Nachkriegszeit haben besonders die Engländer und Amerikaner sich eingehend mit der Erzeugung von Giftnebeln beschäftigt. Ihre modernen Nebelkerzen enthalten auch Blaukreuz. Besondere Fortschritte scheinen durch die Verwendung von tränenerregenden Stoffen, wie z. B. von Chloracetophenon erreicht zu sein. Im Gegensatz zu Blaukreuz ist Chloracetophenon wenig hitzeempfindlich, so daß man fast jedes Heizgemisch zur Verflüchtigung des Stoffes benutzen kann. Bei der großen Reizwirkung des Chloracetophenons — schon 4—5 mg/cbm sind bekanntlich unerträglich — erhält man sehr wirksame Giftnebel.

Es ist kaum wahrscheinlich, daß all diesen Giftnebeln in Zukunftskriegen eine überragende militärische Bedeutung zukommt, selbst wenn es gelänge, sehr hohe Schwebstoffkonzentrationen zu erzeugen. Unsere Gasmasken bieten einen vollkommenen Schutz gegen alle Giftnebel aus Rauchkerzen.

B. Die Nebelstoffe

I. Phosphor: P₄

Historisches und Darstellung

Phosphor wurde bereits 1669 von dem Alchimisten Brand in Hamburg entdeckt. In früheren Zeiten war Phosphor ein sehr seltenes und teures Präparat, bis es in neuerer Zeit gelang, den Phosphor unter Vermittlung von Sand (Siliziumdioxid) aus natürlichen Phosphaten darzustellen. Dieses Verfahren, dessen Grundlage bereits der große deutsche Chemiker Wöhler 1829 angegeben hatte, wurde 1891 in die Technik eingeführt. So wird auch heute noch Phosphor dadurch gewonnen, daß man ein Gemenge von Calciumphosphat, Sand und Kohle sehr stark im elektrischen Ofen erhitzt. Die entweichenden Phosphordämpfe werden aufgefangen, dann abgekühlt und verdichtet.

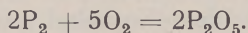
Von uns Deutschen wurde Phosphor im letzten Kriege weder als Nebel- noch als Brandstiftungsmittel gebraucht, da uns größere Phosphatquellen — abgesehen von der Schlacke des Lothringischen Eisenerzes — nicht zur Verfügung standen, während unsere Gegner große Phosphatlager in Florida und Nordafrika besaßen. Darum konnten auch unsere Gegner ziemlich verschwenderisch mit Phosphor als Kampfmittel umgehen. Gegen Ende des Krieges produzierte das Edgewood-Arsenal in den Vereinigten Staaten monatlich 100 t (U. Müller).

Eigenschaften

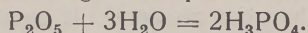
Der gelbe Phosphor, der auch weißer Phosphor genannt wird, ist eine gelblich durchscheinende, wachsartige, kristallinische Masse, die sich bei Zimmertemperatur kneten und schneiden läßt. Doch muß Phosphor dauernd mit Wasser bedeckt sein, weil er sich sonst entzündet. Phosphor schmilzt bei 44,5°. Er löst sich etwas in fetten Ölen (z. B. Lebertran). Ganz besonders leicht löst er sich in Schwefelkohlenstoff. Er ist unlöslich in Wasser; darum wird er auch in Wasser aufbewahrt. Phosphor ist sehr reaktionsfähig und verbindet sich direkt mit Schwefel, Chlor, Brom, Jod und vielen Metallen. Mit dem Sauerstoff der Luft verbindet sich Phosphor bereits langsam bei Zimmertemperatur unter Leuchterscheinungen. Die Temperatur steigt langsam an, und bei 60° entzündet sich Phosphor und verbrennt mit weißer, leuchtender Flamme; er entwickelt dabei dichte weiße Nebelwolken von Phosphorpentoxid. Phosphor hat einen knoblauchartigen Geruch.

Phosphor als Nebelbildner

Phosphor ist wohl der beste Nebelbildner, den wir haben. Alle zur Nebelbildung erforderlichen Stoffe holt er sich aus der Luft. Dabei geht Phosphor unter Sauerstoffaufnahme zunächst in Phosphorpentoxid über nach der Formel:



Dieses Phosphorpentoxid reißt nun begierig aus der Luft Wasser an sich unter Bildung von nebelförmiger Phosphorsäure:



Auf diese Weise liefert ein Gewichtsteil Phosphor schließlich 3,16 Teile nebelförmiger Phosphorsäure. Da der Phosphor fast vollständig verbrennt, und da die Verbrennungsprodukte auch fast vollständig als Nebel entweichen, so haben wir es mit einer außerordentlich guten Ausbeute an Nebel zu tun (Jul. Meyer).

Besonders bei feuchter Luft nimmt die Phosphorsäure immer mehr Feuchtigkeit in sich auf, so daß die Nebeltröpfchen allmählich an Gewicht zunehmen; sie werden dadurch immer größer und schwerer und sinken schließlich zu Boden. Aus diesem Grunde sind die Phosphorsäurenebel an Beständigkeit anderen Nebeln im allgemeinen unterlegen. Dazu kommt noch die Gefährlichkeit des Phosphors in Substanz. Unangenehm ist es auch, daß Phosphor mit heller Flamme verbrennt und durch sein Leuchten — besonders nachts — sich selbst, d. h. die Nebelquelle verrät. Ein weiterer Nachteil ist die Schwierigkeit des Lagerns. Denn wenn nur irgendwie Luft zum gelben Phosphor tritt, dann entzündet er sich und es können Brände entstehen, die oft nur schwer zu löschen sind. Darum wird der Wert des Phosphors in Zukunftskriegen vielleicht mehr in seiner branderregenden als in seiner nebelbildenden Eigenschaft liegen.

Phosphorbrandbomben enthalten den Phosphor häufig in Schwefelkohlenstoff gelöst. Derartige Phosphorbrandbomben sind Explosivbomben, d. h. durch die Explosion wird der Inhalt der Bombe nach allen Seiten verspritzt; nach Verdampfen des Schwefelkohlenstoffs bleibt überall zerstreut selbstentzündlicher Phosphor liegen, der weitere Brandherde erzeugt.

Doch der Phosphorbrandbombe an Brandwirkung überlegen ist die Thermitbombe, deren Hülle aus Elektronmetall und deren Füllung aus Thermit — einem Gemisch aus Eisenoxyd und Aluminiumpulver — besteht. Durch die Thermitmasse, die eine Hitze von etwa 3000° entwickelt, wird auch das Elektronmetall mitverbrannt. Die glühende Thermitmasse frißt sich durch Dachpappe, hölzerne Dachkonstruktionen, dünnes Blech u. dgl. durch; doch Betondecken schützen, weil die Thermitbombe keine besondere Durchschlagskraft hat; denn sie ist keine Explosivbombe. Die Branddauer beträgt je nach Bombengröße 5—10 Minuten.

Brandbomben sind in der Regel viel kleiner als Brisanz- und Kampfgasbomben; ihr Gewicht beträgt etwa 0,5—5 kg. Dieses Gewicht genügt, um die Dächer zu durchschlagen, damit im hölzernen Gebälk und im Bodengerümpel ein helloderndes Feuer entfacht werden kann. Wegen ihres geringen Gewichtes kann ein Flugzeug sehr viele Brandbomben mit sich führen. 100 Flugzeuge können etwa 20000 Brandbomben zu je 5 kg über eine Stadt abwerfen. Selbst wenn hiervon 15000 Bomben auf Anlagen, Höfe, freie Plätze, Straßen fallen würden, könnte man noch mit 5000 Bombeneinschlägen in Häuser rechnen; und wenn hiervon nur die Hälfte, also 2500 zünden würden, so würden in einer Stadt 2500 Brandstellen entstehen, deren Bekämpfung einer Feuerwehr unmöglich sein würde. Darum muß vor allem schon in Friedenszeiten die Brandempfindlichkeit der Häuser durch reichliche Verwendung von Stein, Eisen, Beton herabgesetzt werden, damit derartig viele Brände erst gar nicht entstehen können (Wirth-Muntsch).

Sind Phosphornebel giftig?

Nein! Die letzte Veröffentlichung über Phosphornebel aus dem Pharmakologischen Institut der Universität Würzburg lautet¹: „Die bei der Verbrennung von Phosphor an der Luft entstehenden Nebel können neben Oxydationsprodukten des Phosphors, die als Schwebstoffe vorliegen, auch kleine Mengen von gasförmigem Phosphorwasserstoff (PH_3) enthalten. Dieser Phosphorwasserstoff ist aber an Menge so überaus gering, daß akute Vergiftungen praktisch kaum zu befürchten sind.“ In dem

¹ Müller, W.: Sind Phosphornebel giftig? Gasschutz und Luftschutz, Heft 12, 1934.

Merkblatt über Maßnahmen bei Phosphorverbrennungen, das vom Reichsgesundheitsamt herausgegeben ist (1933), heißt es: „Die Phosphornebel, die beim Phosphorbrand entstehen, reizen zwar die Atmungsorgane, sind aber kaum gesundheitsschädlich. Muß man sich in durch Phosphornebel vergasteten Räumen aufhalten, so genügt es meist, feuchte Tücher vor den Mund zu halten.“ Die Phosphornebel sind also in den üblichen Konzentrationen nicht giftig. Darum sind auch durch derartige Nebel Unfälle ersterer Natur weder im Kriege noch nach dem Kriege bekannt geworden.

Die Giftigkeit des elementaren Phosphors

Der elementare gelbe Phosphor, also der Phosphor in Substanz, ist ein starkes Stoffwechselgift.

Die akute Vergiftung durch Einatmung von Phosphordämpfen ist sehr selten. Die Vergiftungserscheinungen treten erst nach einer gewissen Latenz auf und führen zur fettigen Entartung lebenswichtiger Organe. Auch die chronische Vergiftung nach Einatmung von Phosphordämpfen ist selten geworden, seitdem (1907) in fast allen Kulturstaaten die Verwendung von gelbem Phosphor für die Zündholzfabrikation verboten worden ist.

Die Vergiftungserscheinungen bei der chronischen Vergiftung treten ganz allmählich auf. Anfangssymptome sind: Appetitlosigkeit, leichte Gelbsucht, Mattigkeit. Der Atem riecht nach Knoblauch. Wenn die Kranken bei den ersten Anzeichen der Vergiftung der weiteren Einwirkung der Dämpfe entzogen werden, dann ist der Schaden meistens noch bald zu beheben. Am wichtigsten ist natürlich die Verhütung.

Sehr ernst zu beurteilen sind Krankheitserscheinungen (Spätfolgen) an den Knochen. Phosphor wirkt in dem Sinne auf die Knochensubstanz ein, daß die Ernährung der Knochen gestört wird, wodurch sie brüchiger als normal werden. Durch die Ernährungsstörungen werden die Knochen auch weniger widerstandsfähig gegen eine Infektion durch alle die Bakterien, die eine Nekrose verursachen können. Die für eine chronische Phosphorvergiftung so charakteristische Schädigung, die Kiefernekrose, der sogenannte „Phosphorkiefer“, ist die Folge einer bakteriellen Infektion des in seiner Ernährung gestörten Kieferknochens. Daß gerade die Kieferknochen einer allmählichen Zerstörung anheimfallen, liegt nicht daran, daß die Kieferknochen besonders empfindlich gegen Phosphor wären, sondern die Kieferknochen sind ganz besonders durch kariöse Zähne usw. der Einwirkung von Bakterien ausgesetzt. Doch kommen derartige Knochenschädigungen nur noch selten vor.

Vergiftungsmöglichkeiten durch Phosphordämpfe bestehen in der Zündholzfabrikation, bei der Herstellung von gelbem Phosphor, bei seiner Verwendung für chemische Zwecke, zu Feuerwerkskörpern, Rattenvertilgungsmitteln (Phosphorlatwerge u. dgl.). Arbeiter mit Zahnerkrankungen dürfen in derartigen Fabriken nicht arbeiten. Zur Zündholzfabrikation darf nur noch der ungiftige rote Phosphor benutzt werden, der aber zuweilen noch 1 % und mehr gelben Phosphor enthält. Dieser rote Phosphor, der durch Erhitzen von gelbem Phosphor gewonnen wird, verändert sich nicht an der Luft; er leuchtet also nicht; er entzündet sich nicht durch Reiben; er ist so gut wie unlöslich in allen Lösungsmitteln. Er entzündet sich erst bei 430—440°, wenn er frei von gelbem Phosphor ist, sonst schon bei 260.

Phosphorbrandwunden

Die durch brennenden Phosphor entstehenden Phosphorbrandwunden sind sehr schmerzhaft, aber sie heilen im allgemeinen nicht schlechter als andere Brandwunden auch. Die besondere Schmerzhaftigkeit erklärt sich

durch die Säureverätzung der Wunden. Bei den Phosphorbrandwunden handelt es sich also um eine Kombination von Brandwirkung und Säureverätzung und nicht um eine spezifische Wirkung des unveränderten Phosphors auf die Zelle. Die Säureverätzung wird durch die sauren Oxydationsprodukte des Phosphors, im wesentlichen durch Phosphorsäure, hervorgerufen.

Wenn dagegen unveränderter Phosphor irgendwie ins Gewebe eindringt, dann oxydiert er hier langsam. Die Oxydationsprodukte — auch hier wieder besonders die Phosphorsäure — führen zu schweren, unter Umständen tödlichen Säureverätzungen (Meerschweinchenversuche). Die resorptive Phosphorwirkung tritt demgegenüber stark zurück.

Behandlung von Phosphorbrandwunden

Für die Behandlung von Phosphorbrandwunden empfehlen Zernik und Thürauf¹:

1. Schleunigste Entfernung der von brennendem Phosphor betroffenen Kleidungsstücke.

2. Ersticken der Flamme auf der Haut durch Sand oder dgl., evtl. durch Feuerlöschapparate; aber Vorsicht mit Wasser, weil dann brennende Phosphorteilchen umherspritzen können.

3. Längeres Spülen, oder, wenn zugänglich, Baden der Wunde mit möglichst warmer, etwa 5%iger Natriumbicarbonat- oder etwa 2—3%iger Kristallsodalösung; dabei lösen sich etwa noch haftende unverbrannte Phosphorteilchen los und sinken im Wasser zu Boden (Vorsicht!). Die in der Wunde durch Wechselwirkung von Phosphorsäure und Bicarbonat entstehende Kohlensäure dürfte zugleich schmerzlindernd wirken.

Zur Technik des Badens empfiehlt Muntsch², die Phosphorbrandwunden nicht dauernd im Bad zu belassen, sondern sie immer wieder herauszunehmen und einzutauchen, weil durch den häufigen Wechsel zwischen Bad und kurzem Aussetzen an frischer Luft anscheinend die Oxydation der eingedrungenen Phosphorteilchen beschleunigt wird. Durch die Oxydation bildet sich natürlich immer wieder neue Säure, die aber, ehe sie wirken kann, durch Eintauchen in Natriumbicarbonat- oder Sodalösung sofort zerstört wird.

4. Behandlung der so von Säure möglichst befreiten Brandwunde in üblicher Weise (Reinigen mit Wasserstoffsuperoxyd, Salbenbehandlung, z. B. Protargolwundsalbe, Pellidol, Epithensalbe usw. abwechselnd).

Die häufig empfohlenen Kompressen mit 5%iger Kupfersulfatlösung (Zweck: Bildung einer oberflächlichen Schicht von Phosphorkupfer auf dem brennenden Phosphor und dadurch Erstickung der Flamme) sind abzulehnen.

In Phosphorfabriken — in Deutschland wird Phosphor fast nur in Bitterfeld hergestellt — haben die Arbeiter aus Erfahrung ihre Phosphorbrandwunden schon immer mit Sodalösung behandelt oder sie mit Sodapulver eingerieben.

¹ Zernik, F. und Thürauf, K.: Ueber Phosphorbrandwunden. Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin, Bd. 82, S. 647ff. Julius Springer, Berlin 1932.

² Muntsch, O.: Zur Behandlung von Phosphorbrandwunden. In: „Gasschutz und Luftschutz“, 1935, Heft 4.

Wirkung des Phosphors vom Magen aus

Wenn jemand z. B. in selbstmörderischer Absicht phosphorhaltiges Rattengift eingenommen hat, dann ist die Diagnose leicht zu stellen durch den knoblauchartigen Geruch, der beim Aufstoßen und Erbrechen des Kranken entsteht. Außerdem leuchtet das Erbrochene (Phosphoreszieren), wenn man es im Dunkeln umschüttelt. Sobald die akuten Magen- und Darmerscheinungen abgeklungen sind, kommt es nach einigen Tagen zu einer Phosphorvergiftung der Leber unter dem Bilde der akuten gelben Leberatrophie. Für derartige Vergiftungsfälle ist nach Leschke die beste Behandlung: eine Magenspülung mit 1%iger Kaliumpermanganatlösung, die den Phosphor oxydiert und entgiftet; außerdem müssen große Mengen Carbo medicinalis verabreicht werden. Bei dieser Art der Behandlung innerhalb der ersten Stunden nach der Vergiftung hat man selbst nach Aufnahme großer Phosphormengen die Aussicht, weitere Vergiftungserscheinungen zu verhüten.

In diesem Zusammenhang wäre noch zu erwähnen der:

Phosphorwasserstoff: PH_3

Im letzten Kriege sind Vergiftungen durch Phosphorwasserstoff auf U-Booten und Torpedobooten dadurch bei allen Seemächten häufiger vorgekommen, daß beim Hantieren mit dem schußfertig eingesetzten Torpedo versehentlich die Leuchtspitze, die Phosphorcalcium enthält, angerissen wurde. Bei der Bewässerung des Rohres entströmte dann Phosphorwasserstoff, der durch das Rohr zurückschlug und die Mannschaften vergiftete¹.

Phosphorwasserstoff ist ein farbloses Gas, das in reinem Zustand fast geruchlos ist, das in unreinem Zustand aber nach Knoblauch, Carbid oder nach faulen Fischen riecht. Es ist genau wie Phosphor ein Stoffwechselgift, das aber auch auf das Nervensystem und aufs Blut einwirkt. Stärkere Konzentrationen reizen die Schleimhäute der Atemwege.

Die Beschwerden äußern sich in Angst, Atemnot, Schmerzen hinter dem Brustbein, Schwindel, Ohnmacht usw.; bei Einatmung starker Konzentrationen kommt es schnell zu einer Betäubung mit Zuckungen der Gliedmaßen und Pupillenerweiterung, ähnlich wie bei einer Blausäurevergiftung, nur verlaufen die einzelnen Phasen der Vergiftung langsamer als bei einer Blausäurevergiftung. Der Tod kann unter Umständen erst nach einigen Tagen eintreten.

Weitere Vergiftungsmöglichkeiten bestehen bei der Darstellung von Phosphor und Phosphoresquisulfid; ferner bei Verwendung von Kalkstickstoff, der stark mit Carbid verunreinigt ist usw.

Behandlung: Symptomatisch, Sauerstoffzufuhr, Herz- und Kreislaufmittel; evtl. ist ein kleiner Aderlaß angebracht.

Chloride des Phosphors

Phosphortrichlorid (PCl_3) ist eine farblose Flüssigkeit von ätzendem Geruch; Phosphorpentachlorid (PCl_5) ist eine gelbliche kristallinische Masse.

Vergiftungsmöglichkeiten bestehen eigentlich nur in chemischen Fabriken, in denen Phosphor verarbeitet wird.

Beide Chloride reizen hauptsächlich nur die oberen Atemwege. Bei Phosphoroxychlorid (POCl_3) — dem Chlorid der Phosphorsäure $\text{PO}(\text{OH})_3$ —, einer farblosen

¹ Muntz, O., Leitfaden der Pathologie und Therapie der Kampfstoffkrankungen. 4. Aufl. 1936, S. 119.

Flüssigkeit von stechendem Geruch, sind die Reizwirkungen stärker und erstrecken sich auf die gesamten Atemwege. Vergiftungen durch Einatmung durch diese Chloride werden wie Chlor- bzw. Phosgenvergiftungen behandelt.

Phosphoresquisulfid (P_4S_3), eine gelbe, kristallinische Masse, hat, in Staubform bei der Zündholzfabrikation eingeatmet, nur eine verhältnismäßig geringe Reizwirkung.

II. Schwefeltrioxyd SO_3

Schwefeltrioxyd — nächst Phosphor der beste Nebelbildner — wird dargestellt durch Oxydation von Schwefeldioxyd (SO_2) nach dem sogenannten Kontaktverfahren. Das Schwefeldioxyd (= schweflige Säure) erhält man durch Verbrennen von Schwefel oder durch Abrösten von schwefelhaltigen Erzen. Das Schwefeltrioxyd ist mithin ein Produkt der Großindustrie und steht überall da reichlich zur Verfügung, wo Schwefelsäure nach dem Kontaktverfahren hergestellt wird (U. Müller). Schwefeltrioxyd ist das Anhydrid der Schwefelsäure (H_2SO_4).

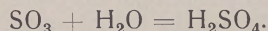
Eigenschaften: In reinem Zustand bildet Schwefeltrioxyd kristallinische, eisartige Prismen, die — besonders bei Gegenwart von geringen Mengen Wasser — schnell in seidenartig glänzende Kristalle von der Formel S_2O_6 (Schwefelhexoxyd) übergehen, und die bei 50° zu schmelzen beginnen. In dieser Form ist Schwefeltrioxyd im Handel.

Schon bei gewöhnlicher Temperatur ist Schwefeltrioxyd etwas flüchtig und seine Dämpfe bilden mit dem Wasserdampf der Luft dichte, weiße Nebel von Schwefelsäure. Wenn man Schwefeltrioxyd in Wasser wirft, dann zischt es wie glühendes Eisen; es wird hierbei ebenfalls Schwefelsäure gebildet, die aber zum großen Teil in Form von Nebelbläschen entweicht. Schwefeltrioxyd wirkt stark ätzend. Alle organischen Substanzen, z. B. unsere Kleidungsstücke, verkohlen sofort, wenn sie mit Schwefeltrioxyd in Berührung kommen.

Eine Lösung von Schwefeltrioxyd in konzentrierter Schwefelsäure nennt man „Rauchende Schwefelsäure“. Sie enthält gewöhnlich 12–40 % Schwefeltrioxyd. Da diese Lösung eine ölige Flüssigkeit ist, nennt man sie auch kurz „Oleum“. Rauchende Lösungen von Schwefeltrioxyd bezeichnet man allgemein auch als „Nebelsäure“.

Zur Erzeugung von künstlichen Nebeln aus Schwefeltrioxyd benutzt man entweder sogenannte Verdampfer — Nebelgeräte, Nebelkalkgeräte — bei denen Nebelsäure auf Kalk einwirkt, oder man läßt Nebelsäure unter Druck aus Röhren („Nebelröhren“), Düsen oder dgl. ausströmen, wie es z. B. bei der Vernebelung vom Flugzeug aus zur Bildung von Nebelvorhängen („Nebelgardinen“) geschieht (vgl. Abb. 6). Schließlich kann man Schwefeltrioxyd auch in Granaten und Minen verschießen zur Blendung feindlicher Artillerie, Maschinengewehrnester, Beobachtungsposten u. dgl.

Die bekannteste Form der künstlichen Nebelbildung aus Schwefeltrioxyd ist seine Verdampfung mit Nebelkalkgeräten. Dieses Verfahren wurde zum ersten Male in der deutschen Marine im Weltkrieg angewandt. Man läßt dabei eine Lösung von Schwefeltrioxyd („Nebelsäure“) auf gebrannten Kalk tropfen. Durch die Reaktionswärme (Kalk und Säure verbinden sich unter großer Wärmeentwicklung zu schwefelsaurem Kalk) gerät der Kalk in wenigen Minuten in Rotglut, wodurch die Nebelsäure, die man immer weiter nachtropfen läßt, verdampft. Das Schwefeltrioxyd zieht nun aus der Luft Wasser an sich, so daß Schwefelsäuretröpfchen gebildet werden, die in feinsten Verteilung in der Luft schweben und einen sehr dichten Nebel bilden. Der chemische Vorgang ist also:



Die Schwefelsäure zieht nun noch mehr Feuchtigkeit an sich, aber doch nicht in dem Maße wie die Phosphorsäure. Dadurch kommt das Tröpfchen-

wachstum früher zum Stillstand als bei der Phosphorsäure. Das ist der Grund, daß die Nebel aus Schwefeltrioxyd im allgemeinen beständiger sind als die Nebel aus Phosphor. Eine Konzentration von 30 mg/cbm dieser Schwefelsäurenebel wirkt so stark tarnend, daß bei Tageslicht die Umrisse einer Person in einer Entfernung von 5—6 m entwinden (U. Müller).

Die Verdampfung von Schwefeltrioxyd mit Nebelkalkgeräten hat in Friedenszeiten ausgedehnte Verwendung gefunden für Luftschutzzwecke und in der Landwirtschaft zur Verhütung von Frühjahrsfrösten. Es handelt sich hier um Nebelgeräte einfachster und billigster Bauart. Das Originaltransportfaß, das die Nebelsäure enthält, wird auf den Kalkbehälter aufgelegt. Indem man das Faß dreht, gelangt die Nebelsäure durch Düsen zum Abfluß und entwickelt in Reaktion mit dem Kalk dichte Nebel, die wie eine künstliche Wolkendecke weite Landstrecken einhüllen. Durch diese künstliche Wolkendecke wird genau wie durch eine natürliche die Ausstrahlung der Bodenerwärme verhindert und damit die Frostgefahr erheblich vermindert. Das Verfahren ist billig und der Erfolg ist gut. Die Kulturen werden nicht geschädigt, selbst bei stark konzentrierten Schwefelsäurewolken von 100 mg/cbm (U. Müller). Denn die durch Reaktionswärme entstehenden Nebel enthalten die Schwebstoffe so äußerst fein verteilt, daß sich keine größeren herabfallenden Säuretröpfchen bilden können, wie es bei den durch Sprüngeräte erzeugten Nebeln der Fall ist.

Im Kriege verdampfte man Schwefeltrioxyd auch dadurch, daß man seine Lösungen in den heißen Auspuff von Motoren einspritzte. Dieses Verfahren wurde von den Engländern besonders beim Einnebeln von Panzerwagen verwendet. Doch kann dieses Verfahren nur dann durchgeführt werden, wenn der Motor läuft; und da bei Kampfwagen sehr leicht Motorpannen vorkommen, so würde die Bildung von Nebel häufig gerade dann unmöglich sein, wenn sie am nötigsten wäre. Darum müssen die Nebelvorrichtungen bei Panzerwagen und anderen motorisierten Fahrzeugen unabhängig von der Maschinerie ausgebildet werden, etwa im Sinne des Sprühverfahrens, wie es auf modernen Kriegsschiffen üblich ist.

Bei der Erzeugung von Nebelvorhängen durch Flugzeuge handelt es sich bekanntlich um eine freiwillige Verdampfung von Nebelsäure, indem die Säure aus Röhren, Düsen u. dgl. fein versprüht wird. So wird bei der Erzeugung eines Nebelvorhanges durch ein Flugzeug eine Lösung von Schwefeltrioxyd in einem dicken Strahl unter Druck ausgestoßen, so daß die Flüssigkeit frei nach unten fällt und sich beim Fall in immer kleiner werdende Tröpfchen auflöst, die das Schwefeltrioxyd gasförmig abgeben. Die gasförmigen Schwefeltrioxydtröpfchen verbinden sich mit gasförmigem Wasserdampf der Luft zu Schwefelsäure, die sich als Nebel ausscheidet. Auf diese Weise entstehen gewaltige Wände dichter Schwefelsäurenebel (vgl. Abb. 6). Bei der großen Geschwindigkeit der Flugzeuge müssen zur Erreichung einer tarnenden Wirkung in einer Minute mehrere 100 kg Nebelsäure ausgestoßen werden (U. Müller). Ein Flugzeug kann auf diese Weise in einer Minute eine Nebelgardine von etwa 180 m Höhe und 1600 m Länge legen.

Viel schwieriger als die Erzeugung vertikaler Nebelwände ist die Erzeugung horizontaler Nebeldecken, da ein Flugzeug höchstens Nebel erzeugen kann, deren Breite 50—70 m beträgt. Zur Erzeugung einer horizontalen Nebeldecke muß deshalb ein

Geschwader von Flugzeugen eingesetzt werden; dafür ist aber die Menge von Nebelmitteln bedeutend geringer als sie zur Erzeugung von vertikalen Nebelwänden benötigt wird.

Die modernen Kriegsschiffe sind mit Nebelgeräten ausgestattet, in denen die Nebelsäure mit Luftdruck aus einem Behälter durch feine Düsen versprüht wird (Wizinger).

Reines, ungelöstes Schwefeltrioxyd eignet sich gut zur Füllung von Nebelgranaten und Nebelminen. Bei der Explosion dieser Stoffe wird Schwefeltrioxyd in feinste Tröpfchen versprüht, die mit dem Wasserdampf der Luft dichte Schwefelsäurenebel bilden, so daß dem Gegner jede Sicht genommen wird. Die Nebelgranaten wurden im Weltkrieg noch verhältnismäßig wenig benutzt; in Zukunftkriegen werden sie sicherlich eine sehr große Rolle spielen.

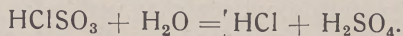
Schwefeltrioxyd wird wegen seiner Wirksamkeit und seiner Billigkeit (1 kg Nebelsäure kostet etwa 0,15 RM.) — sowohl in fester Substanz wie in seinen verschiedenen Lösungen — der aussichtsreichste Nebelstoff zukünftiger Kriege sein (U. Müller).

III. Chlorsulfonsäure HClSO_3

Die Chlorsulfonsäure steht in seinen nebeltechnischen und chemischen Eigenschaften dem Schwefeltrioxyd sehr nahe. Man kann sie — genau wie Schwefeltrioxydlösungen — mit Nebelkalkgeräten verdampfen, man kann sie mit Düsen unter Druck versprühen, und man kann sie in Granaten und Minen verschießen.

Chlorsulfonsäure ist eine Verbindung von Chlorwasserstoff (gasförmige Salzsäure) mit Schwefeltrioxyd, wie die Formel: HClSO_3 zeigt. In reiner Form ist sie eine farblose Flüssigkeit, die bei 158° siedet; mit Feuchtigkeit zerfällt sie augenblicklich in Salzsäure und Schwefelsäure, so daß sie stark an der Luft raucht.

Wenn man z. B. Chlorsulfonsäure auf gebrannten Kalk tropfen läßt, dann wird sie durch die Reaktionswärme verdampft und bildet mit der Feuchtigkeit der Luft dichte Salzsäure- und Schwefelsäurenebel. Der chemische Vorgang ist folgender:



Chlorsulfonsäure dient entweder als selbständiges Nebelmittel — Franzosen und Engländer benutzten z. B. die Chlorsulfonsäure gern als Füllstoff für ihre Nebelgranaten — oder sie wird in Mischung mit Schwefeltrioxyd als „Nebelsäure“ verdampft und versprüht (U. Müller). „Nebelsäure“ ist also Schwefeltrioxyd, das entweder in Schwefelsäure oder in Chlorsulfonsäure gelöst ist.

Wegen ihrer Billigkeit, Ungefährlichkeit und vielseitigen Anwendungsmöglichkeit gelten Chlorsulfonsäure und Schwefeltrioxyd als die wichtigsten Nebelstoffe, die uns augenblicklich zur Verfügung stehen.

IV. Sulfurylchlorid SO_2Cl_2

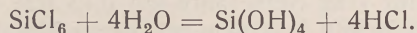
Diese chemische Verbindung wird durch die Feuchtigkeit der Luft ebenfalls in Salzsäure (Chlorwasserstoff) und Schwefelsäure zerlegt.

Sulfurylchlorid (Schwefelsäurechlorid), das durch längeres Erhitzen von Chlorsulfonsäure unter Druck dargestellt werden kann, ist eine farblose Flüssigkeit von äußerst stechendem Geruch. Der Siedepunkt liegt bei $70-71^\circ$.

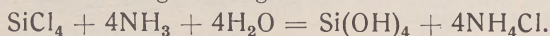
Da Sulfurylchlorid ein starker Reizstoff ist, wurde es im letzten Kriege vorübergehend von russischer Seite als Gaskampfstoff verwandt; es ist $\frac{1}{6}$ so giftig als Chlor (Zernik). Im übrigen spielte es bei unseren Gegnern als Lösungsmittel von Kampfstoffen, besonders von Phosgen und Chlorpikrin eine gewisse Rolle. Die Bedeutung des Sulfurylchlorids als Nebelstoff ist gering.

V. Siliciumtetrachlorid SiCl_4

Diese wasserhelle, leicht bewegliche Flüssigkeit, die schon bei 58° siedet, hat einen erstickenden Geruch. Sie raucht an der Luft, da sie sich mit der Feuchtigkeit der Luft zu Kieselsäure und Chlorwasserstoffsäure umsetzt. Diese Zersetzung bzw. Nebelbildung verläuft im Sinne der Gleichung:



Die Deckkraft dieser Nebel wird aber bedeutend verstärkt, wenn man gleichzeitig Ammoniak auf gasförmiges Siliciumtetrachlorid einwirken läßt:



Neben der feinverteilten Kieselsäure bilden sich aus dem Ammoniakgas und dem Chlorwasserstoffgas (Salzsäure) sehr dichte Chlorammoniumnebel, sogenannte Salmiaknebel, deren feste, feinst verteilte Salmiaksalzteilchen lange in der Luft schweben.

Die tarnende Kraft von Siliciumtetrachlorid mit Ammoniakdämpfen ist fünfmal so groß wie die von Siliciumtetrachlorid allein und übertrifft selbst die des Phosphors fast um das Doppelte (U. Müller). Außerdem sind diese Salmiaknebel fast völlig reizlos.

Die Bedeutung des Siliciumtetrachlorids als selbständiger Nebelbildner ist gering; doch bei gleichzeitiger Anwendung von Ammoniak besitzen wir im Siliciumtetrachlorid einen ganz hervorragenden Nebelstoff. Da aber gleichzeitig Ammoniak mitentwickelt werden muß wird die Nebelbildung technisch kompliziert und für viele militärische Zwecke stark eingeschränkt. Trotzdem wird man für gewisse Sonderzwecke immer wieder zu Siliciumtetrachlorid mit Ammoniak greifen, besonders wenn man den Anschein eines natürlichen Nebels erwecken will.

Bekannt ist der überraschende Ueberfall der Engländer auf Zeebrügge in der Frühe des 23. April 1918. Mit Hilfe künstlicher Nebel, die sie in Nebelröhren aus Siliciumtetrachlorid und Ammoniak entwickelten, gelang es ihnen, unbemerkt an Zeebrügge heranzukommen. Mit der Nebelentwicklung begannen die englischen Kreuzer,

als sie noch weit von Zeebrügge entfernt waren, so daß man sie vom Lande aus nicht bemerken konnte. Die Deutschen sahen wohl am Horizont Nebel aufsteigen; aber sie hielten ihn für einen harmlosen Morgennebel. Der Nebel kam langsam näher; aber die Deutschen vermuteten immer noch keine Gefahr, bis auf einmal die englischen Kriegsschiffe ein wohlgezieltes Feuer auf die Hafeneinfahrt und die Hafenanlagen eröffneten (Wizinger). Mehrere deutsche Schiffe wurden in der Hafeneinfahrt versenkt, wodurch die Ausfahrt unserer U-Boote — Zeebrügge war ein Hauptstützpunkt der deutschen U-Boote — vorübergehend gesperrt wurde.

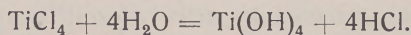
Wegen seiner großen Flüchtigkeit wird sich Siliciumtetrachlorid zur Erzeugung von Nebelgardinen aus Flugzeugen nicht eignen, da die Tropfen schon nach kurzer Fallzeit aufgelöst sein werden (U. Müller).

VI. Titantetrachlorid TiCl_4

Diese Verbindung wird dargestellt durch Glühen eines Gemisches von Titansäure (TiO_2) und Kohle im Chlorstrom. Die Titansäure gewinnt man aus Titaneisen, das in Norwegen und Nordamerika in natürlichen Lagern vorkommt. Aber Titan gehört zu den seltenen Elementen und der Herstellungsprozeß des Titantetrachlorids ist ziemlich kostspielig. Darum ist Titantetrachlorid teuer; ein weiterer Nachteil ist, daß es in Kriegszeiten für viele Länder gar nicht zu beschaffen sein wird. Das reiche Amerika benutzt Titantetrachlorid mit Vorliebe zur Erzeugung künstlicher Nebel. Während der Preis für 1 kg Nebelsäure nur 0,15 RM. beträgt, beträgt er für 1 kg Titantetrachlorid 2 RM. Ein wirksamer Nebelvorhang von 2 km Länge, der vom Flugzeug aus mit Titantetrachlorid erzeugt wird, kostet etwa 1000 RM., während der gleiche Nebelvorhang mit Nebelsäure nur 50 RM. kostet (U. Müller).

Mag Titantetrachlorid im Vergleich mit der Gefährlichkeit des gelben Phosphors und mit den ätzenden Eigenschaften des Schwefeltrioxyds manche Vorteile haben, so wird es wegen seiner Kostspieligkeit und Seltenheit das billige und ebenso wirksame Schwefeltrioxyd kaum verdrängen können. Seine Verwendung wird daher mehr auf Sonderzwecke beschränkt sein.

Titantetrachlorid ist eine klare, meist gelblich gefärbte Flüssigkeit, die bei 136° siedet und bei -23° zu weißen Kristallen erstarrt. An der Luft raucht Titantetrachlorid stark. Der Rauch hat einen erstickenden Salzsäuregeruch. Mit dem Wasserdampf der Luft zerfällt Titantetrachlorid zu Salzsäurenebel und wasserhaltigem Titansäurer Rauch (Titansäure schwebt in feinst verteilten, festen Partikelchen in der Luft) nach der Formel:



Je mehr Feuchtigkeit in der Luft ist und je niedriger die Konzentration ist, desto vollständiger ist der Zerfall nach obiger Gleichung. Bei höheren Konzentrationen ist der Zerfall unvollständig und muß durch Wasserzufuhr vervollständigt werden. Daher übertrifft das Titantetrachlorid bei niedrigen Konzentrationen (unter 60 mg/cbm) und geringer Luftfeuchtigkeit die Nebelsäure an Deckkraft, während die in höheren Konzentrationen ihr entschieden unterlegen ist (U. Müller).

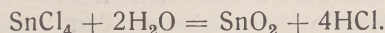
Die Nebelwirkung des Titantetrachlorids kann unter gleichzeitiger Anwendung von Ammoniak verdoppelt werden. Das Ammoniak bindet die gasförmige Salzsäure, die oft recht lästig wirkt, und erzeugt mit ihr sehr dichte Nebel von Chlorammonium (Salmiak).

Wegen seiner nicht allzugroßen Flüchtigkeit wird Titantetrachlorid besonders gern — in Amerika — dazu benutzt, um Nebelvorhänge vom Flugzeug aus zu erzeugen. Denn die einzelnen Tropfen werden ständig nebelnd einen langen Weg zurücklegen können, ehe sie ganz verflüchtigt sind (U. Müller); auch kann es zu bestimmten Zwecken durch die heißen Motorabgase der Flugzeuge in Nebelform ausgestoßen werden (Himmelschrift „Persil“); schließlich kann man Titantetrachlorid genau wie Schwefeltrioxyd und Chlorsulfonsäure in Granaten und Minen verschießen.

VII. Zinntetrachlorid SnCl_4

„Opacite“ der Alliierten

Zinntetrachlorid ist genau wie Siliciumtetrachlorid und Titantetrachlorid eine klare Flüssigkeit, die sich an feuchter Luft unter Nebelbildung allmählich zersetzt. Mit dem Wasserdampf der Luft zerfällt Zinntetrachlorid zu Salzsäurenebel und wasserhaltigem Zinndioxydrauch im Sinne der Gleichung:



Um einigermaßen brauchbare Nebel zu erhalten, muß man gleichzeitig Ammoniakgas einwirken lassen, das dann mit der Salzsäure dichte Salmiaknebel (Chlorammoniumnebel) bildet.

Da das Zinntetrachlorid bei 114° siedet, so liegt seine Flüchtigkeit zwischen dem Siliciumtetrachlorid und dem Titantetrachlorid; aber in seiner nebelbildenden Kraft bleibt es hinter beiden weit zurück.

Außerdem ist es sehr teuer (1 kg kostet 4—5 RM.). Darum wird es als Nebelbildner kaum eine Rolle spielen, besonders auch, weil Zinn im Kriege ein Sparmetall ist (U. Müller). Bewährt hat es sich im letzten Kriege in Nebelgeschossen und Nebelhandgranaten; aber zu größeren Vernebelungen war es auch damals schon zu kostbar.

Dagegen wurde Zinntetrachlorid von unseren Gegnern in großen Mengen als Lösungsmittel für Blausäure und Phosgen verwandt. Der Verbrauch war so groß, daß schließlich ein fühlbarer Zinnmangel sich bei ihnen bemerkbar machte. Wir Deutschen konnten uns den Luxus des kostspieligen Zinnverbrauchs nicht leisten; bei uns war Zinn so knapp, daß wir es selbst aus alten Konservenbüchsen wiedergewinnen mußten (Wizinger).

Die Engländer mischten bekanntlich Chlorpikrin (80%) mit Zinntetrachlorid (20%) und nannten diese Mischung „NC-Mixture“. Sie hofften, daß sie hiermit erzeugten giftigen Nebel die deutschen Gasmaskeneinsätze durchdringen würden; doch diese Hoffnung erfüllte sich nicht.

VIII. Die Zinknebel

Bergermischung

Unter Zinknebeln versteht man Nebel, bei denen Chlorzink (= Zinkchlorid ZnCl_2) als Nebelbildner auftritt. Diese Zinknebel spielen bei der künstlichen Nebelerzeugung eine sehr große Rolle.

Metallisches Zink, besonders in Form als Zinkstaub reagiert bei Erwärmung sehr energisch mit organischen Chlorverbindungen z. B. mit Tetrachlorkohlenstoff (CCl_4) unter Bildung von Chlorzink im Sinne der Gleichung:



Die Reaktion tritt bei Erwärmung ein und verläuft dann unter Flammerscheinung stürmisch weiter. Es setzt sich also Zinkstaub und Tetrachlorkohlenstoff um zu Chlorzink und Kohlenstoff. Die Umsetzung verläuft unter so starker Hitzeentwicklung, daß das entstandene Chlorzink augenblicklich verdampft. Das verdampfende Chlorzink verbindet sich begierig mit der Feuchtigkeit der Luft, wodurch dichte Nebel entstehen, deren Nebeltröpfchen aus Chlorzinklösung bestehen. Die schwach grauweiße Farbe dieser Nebel rührt vielleicht von dem frei gewordenen Kohlenstoff her. Diese Nebel besitzen eine sehr gute Deckkraft; sie sind aber — aus gleichen Gründen wie die Phosphorsäurenebel — nicht allzu beständig.

Diese Art der Nebelbildung ist von dem französischen Chemiker Berger gefunden worden; darum werden Gemische von Zinkstaub und Tetrachlorkohlenstoff mit „Bergermischung“ bezeichnet.

Da sich in dem flüssigen Tetrachlorkohlenstoff der schwere Zinkstaub sofort absetzen würde, mischt man diese beiden Substanzen mit Hilfe von Saugmaterialien (wie Zinkoxyd, Kieselgur u. dgl.) zu einer gleichmäßigen Paste zusammen. Eine fertige Bergermischung würde darum zusammengesetzt sein: 50% Tetrachlorkohlenstoff, 25% Zinkstaub, 20% Zinkoxyd, 5% Kieselgur.

Doch allgemein gültige Rezepte für Bergermischungen gibt es nicht, „da — wie Ulrich Müller¹ schreibt — die Zusammensetzung der günstigsten Mischung ganz von den jeweiligen Wünschen und der Beschaffenheit der zur Verwendung kommenden technischen Materialien abhängt. Als allgemeine Richtlinie möge dienen, daß man auf 1 Gewichtsteil Zinkstaub 2 Gewichtsteile Tetrachlorkohlenstoff anwendet und hierzu soviel Saugmaterial (Zinkoxyd oder dgl.) gibt, daß eine brotartige, sich nicht mehr entmischende Paste entsteht“.

Derartige Mischungen füllt man in Blechbehälter, die man mit einer Zündvorrichtung versieht. Auf diese Weise erhält man Rauch- oder Nebelkerzen, die schon im letzten Kriege, besonders von unseren Gegnern, viel benutzt wurden. Als Zündmittel, d. h. als Brennsatz, der die Bergermischung zur Reaktion bringt, verwendet man eine Mischung von Eisen-

¹ a. a. O., S. 150ff.

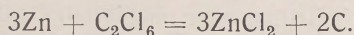
pulver und Kalpermanganat, die unter dem Namen „Ignit“ allgemein für den Zündvorgang bei Nebelkerzen Verwendung findet.

Der Nebel — besser würde man in diesem Fall von Rauch sprechen —, der beim Abbrennen solcher Kerzen entsteht, ist im allgemeinen nicht schädlich. Reizerscheinungen treten meistens erst in höheren Konzentrationen auf (100 mg/cbm). Doch ist daran zu denken, daß unter Umständen sich Phosgen (COCl_2) bilden kann, genau wie bei modernen Feuerlöschapparaten, die Tetrachlorkohlenstoff (CCl_4) zerstäuben, giftige Zersetzungsprodukte vom Typus des Phosgens entstehen können. Darum soll man sich in Nebeln einer Bergermischung nicht länger als $\frac{1}{2}$ Stunde aufhalten.

Die Nebelbüchsen sind ein wertvolles Ausrüstungsstück jeder Truppe, die leicht und schnell mit ihnen Nebel erzeugen kann. Die Büchsen sind bequem zu befördern, an jedem beliebigen Ort aufzustellen und rasch zu entzünden; solange die Büchsen noch nicht entzündet sind, sind sie völlig harmlos und beschußsicher; sie sind handlich, und bei gutem Verschuß ist ihre Lagerfähigkeit praktisch unbegrenzt. Die Kerzen können in allen Größen hergestellt werden. Doch sind Büchsen über 10 kg im allgemeinen unrentabel. In diesem Fall nimmt man besser andere Nebelstoffe.

Die Bergermischung soll in Geschossen und Fliegerbomben nicht angewandt werden; auch nicht in Handgranaten, weil der Zündprozeß etwa 20 Sekunden dauert. In dieser Zeit kann die geworfene Handgranate bequem wieder zurückgeschleudert werden (U. Müller).

Statt des flüssigen Tetrachlorkohlenstoffs kann man auch zur Mischung mit Zinkstaub das feste Hexachloräthan nehmen. Die Reaktion verläuft genau wie bei Tetrachlorkohlenstoff im Sinne der Gleichung:



Die Fabrikation dieser „Hexamischung“ ist angenehmer als die der „Tetra“-büchsen, weil alle hier verwandten Stoffe fester Natur sind. Doch ist Hexachloräthan teurer als Tetrachlorkohlenstoff.

C. Schutz, Hilfe und Heilung

Die künstlichen Nebel sind in der Form, wie sie zur Tarnung und Blendung militärisch verwandt werden, im allgemeinen harmlos und ungiftig für den menschlichen Organismus. Denn die zur Erzeugung derartiger Nebel gebildeten Schwebstoffe sind in der Luft in so geringer Konzentration vorhanden, daß sie nicht schädigen können. Darum sind auch bei keinem Heere der Welt trotz ausgiebigster Nebelverwendung irgendwie Unfälle und Schädigungen ernsterer Natur beobachtet worden.

Natürlich soll man in Nebelwolken Ruhe bewahren, damit man nicht durch Angst, Nervosität, Aufgeregtheit unnötige Mengen von Nebelstoffen einatmet. Husten und das Gefühl der Beklemmung und der Enge auf der Brust entspringen meistens der Angst und Nervosität, hervorgerufen durch das Ungewohnte und Fremdartige der Atmosphäre; nur selten sind dafür die Nebelstoffe verantwortlich zu machen.

In stärkeren Konzentrationen, wie sie z. B. in der Nähe der Nebelgeräte anzutreffen sind, können die Nebelstoffe bekanntlich die empfindlichen Schleimhäute der oberen Atemwege reizen und etwas anätzen. Es kommt zum Hustenreiz; auch können sich auf der Haut ein feines Prickeln und Stechen bemerkbar machen. Es sind dieses unangenehme und lästige Beschwerden, die aber keine ernstlichen Gesundheitsstörungen zur Folge haben. Man soll sich — wenn irgendwie möglich — nicht in der Nähe von Nebelgeräten aufhalten!

Die Stärke all dieser Reizerscheinungen hängt also von der Dichte des Nebels und auch von der Dauer der Einwirkung ab. Individuelle Empfindlichkeit spielt ebenfalls eine gewisse Rolle. Vor ernsteren Schädigungen können wir uns meistens schon bewahren, wenn wir uns ein Taschentuch vor Mund und Nase halten.

In den Nebeln einer Bergermischung sollen wir uns möglichst nicht länger aufhalten. Denn diese Nebel können neben Husten auch Abgeschlagenheit, Appetitlosigkeit und Kopfschmerzen hervorrufen. Der Grund liegt vielleicht darin, daß in diesen Chlorzinknebeln gelegentlich giftige Zersetzungsprodukte vom Typus des Phosgens entstehen können.

So ungefährlich im allgemeinen alle Nebelstoffe im vernebelten Zustande sind, so gefährlich sind die meisten dieser Stoffe im unvernebelten Zustand, wie wir es bereits beim Phosphor ausführlich geschildert haben. Es gibt aber auch giftige Nebel, wie das Beispiel der Bergermischung zeigt. Mannschaften, die Nebelgeräte bedienen oder sonstwie mit den Nebelstoffen selbst in Berührung kommen können, müssen mit besonderen Schutzkleidungen versehen werden. Zum mindesten müssen die Augen durch Brillen oder noch besser das ganze Gesicht durch Masken und die Hände durch Lederhandschuhe geschützt werden. Die Verletzungen, die entstehen können, sind meistens Säureverletzungen.

Wie behandelt man diese Säureverletzungen?

„Bei Säureverletzungen“, schreibt Muntsch¹, „tupft man am besten Spritzer mit trockenem Tuche oder Lappen ab, ohne zu wischen oder zu reiben. Besonders geeignet zur Entfernung ist Kieselgur, das die Säure sofort aufnimmt, auch Aufstreuen von trockenem Sand, Torfmull oder Kiefernadeln als Notbehelf. Ebenso verfährt man, wenn die Kleidung oder Ausrüstung bespritzt wurde. Erst danach kann man mit viel Wasser nachspülen. Wenig Wasser erhöht die zerstörende Wirkung durch neue Hitzeentwicklung. Lieber gar kein Wasser, als wenig Wasser! Sehr bewährt hat sich 10%ige Sodalösung als Waschmittel, weil sie als chemisches Gegenmittel wirkt. Spritzer im Auge trocknet man ebenfalls ab und spült mit reichlich Wasser nach, das man strahlartig aus kurzer Entfernung (20 cm) gegen das Auge spritzt, wobei man es weit öffnet.“

Das Wesen und die Behandlung der so wichtigen Phosphorbrandwunden haben wir bereits früher (vgl. S. 201) eingehend besprochen.

¹ a. a. O., S. 121 ff.

Ewiges Deutschland

Jetzt haben wir wieder ein Volk mit
einem Ziel, einer Idee, einer Kraft,
einem Glauben und einem Führer.

Hermann Göring.

Was Dichter und Künstler von Schrecknissen in zukünftigen Kriegen vorausahnen, mag richtig sein. Vielleicht kommt alles noch schrecklicher, vielleicht auch nicht. Wir wissen es nicht.

Dieses Undurchdringliche, Geheimnisvolle entzündet immer wieder die Geister zu grausigen Zukunftsbildern. Scheinbar können diese Bilder uns Menschen nicht schrecklich genug dargestellt werden; es scheint ein Rausch in all diesen Phantasien zu liegen, denn die Bilder überbieten sich förmlich in ihrer grauenhaften Phantastik.

Die Flugzeuge sollen einst wie apokalyptische Geschwader über glückliche Menschen und glückliche Länder jagen und durch Bomben und Sprühgeräte Tod und Verderben bringen. Die Erde soll zur Hölle werden.

So wie „der Blüten Frühlingsregen über alle schwebend sinkt“ (Faust, II) und die Menschenherzen immer wieder erfreut, so soll umgekehrt der „Tau des Todes“ (Lewisit), wenn er — durch Flugzeuge über die Großstädte versprüht — schwebend niedersinkt, alle Menschenherzen zum Erstarren bringen. Oede und leer soll dann die Welt werden. Ein Entinnen soll es nicht mehr geben.

Sind die Giftgase wirklich nur Schicksal, dem wir uns beugen müssen, so wie wir uns dem Kriege als Schicksal beugen müssen? Nein! Wir wissen jetzt, daß wir helfen können. Wir müssen darum aufräumen mit dieser Katastrophenpolitik; wir müssen den Mut haben, nicht mutlos zu sein. Wir müssen das ganze Giftgasproblem beherzt anfassen und dürfen nur nicht denken, daß wir dadurch schon die Giftgase aus der Welt schaffen, daß wir sie verdammen, oder gar, daß wir „Krieg dem Kriege“ erklären.

Wenn ich als Arzt einen Kranken vor mir habe, dann stelle ich eine Diagnose und muß selbst in den aussichtslosesten Fällen versuchen, dem Kranken zu helfen. Ein Arzt, der ohne Hoffnung, ohne Glauben ist, ist kein Arzt. Er muß mit dem Kranken hoffen und glauben bis zu Ende.

So müssen auch wir hoffen und glauben, daß wir die Not und die Leiden zukünftiger Kriege lindern können. Wenn wir auch alle Erschei-

nungsformen zukünftiger Kriege nicht kennen, so kennen wir die chemischen Kampfstoffe aber genau. Wirkungsvollere Kampfstoffe, als der letzte Krieg sie uns gegeben hat, sind in der Nachkriegszeit bis jetzt nicht gefunden worden. Das ist auch erklärlich. Denn während des letzten großen Krieges wurde eine ungeheure menschliche Intelligenz mobil gemacht, um immer wieder neue Kampfgase mit furchtbarer Wirkung den Heeren zur Verfügung zu stellen.

Selbstverständlich steht eine Entwicklung nie still. Durch neue Erkenntnisse in der Physik und Chemie werden vielleicht auch neue Kampfstoffe gefunden werden. Andererseits können wir auch hoffen, daß dieselben wissenschaftlichen Erkenntnisse zu neuen Schutzmaßnahmen führen werden.

Die Giftgase sind nicht vom Himmel gefallen, und darum brauchen wir nicht auf ein Geschenk des Himmels zu warten, um sie zerstören zu können. Das menschliche Hirn selbst wird schon Mittel und Wege finden, die Giftgase zu vernichten. Nur müssen wir uns immer wieder mit diesem Problem beschäftigen.

Die Romantik des Krieges ist hin. Der Vers in dem Liede vom guten Kameraden: „Eine Kugel kam geflogen, gilt sie mir oder gilt sie dir“, wird im Zukunftskriege keine Berechtigung mehr haben. Feindliche Angriffe werden gleicherweise Heer und Heimat treffen. Darum kann ein Volk in seinem Heer allein nicht den Beschützer sehen. Es muß selbst wissen, wie es sich gegen Giftgase schützen kann. Das Heer wird immer höchstes Gut einer Nation bleiben müssen; es wird das heilige Sakrament der Landesverteidigung zu hüten haben und zugleich Wegweiser und Wegbereiter sein für den Geist der Wehrhaftigkeit aller.

Wir müssen schon den Geist der Wehrhaftigkeit lebendig erhalten und pflegen, weil diese Menschengeneration noch nicht reif ist für die großen Friedensideen. Einen ehrlichen, sittlich ernsten Friedenswillen wird jeder ehren, achten und fördern. Aber eine Gesinnung, die nur ein krankhaftes Verstehen für die Rüstungen auswärtiger Staaten zeigt und ein perverses Verurteilen der Wehrhaftigkeit des eigenen Volkes, ist keine Friedensgesinnung, sondern Landesverrat. Das ist erbärmlichster, verwerflichster Landesverrat. Diese landesverräterische Einstellung hat mit wahrer Friedensbereitschaft nichts zu tun. Wir alle wollen den Frieden, und wohl der wird ihn am ehrlichsten und aufrichtigsten fördern, der die Schrecknisse des Krieges kennt.

Masaryk, der frühere tschechische Staatspräsident, der gern als ein Befürworter großer Friedensideen gilt, teilte im Februar 1930 den Vertretern der tschechischen Legionär-Organisationen ein Gespräch mit, das er über das Problem der Wehrhaftigkeit mit Tolstoi geführt hatte.

„Ueber dieses Problem“, sagte er, „habe ich einst mit Tolstoi gesprochen. Ich sagte: Es muß erlaubt sein, sich zu wehren. Er entgegnete: Nein, den Bösen darf man keinen Widerstand leisten.“ „Ich habe es

dann“, sagte Masaryk, „so formuliert: Wenn mich ein Kämpfer anfällt, so wird sich ergeben, daß einer von uns beiden — nach Tolstoi ich — erschlagen wird. Wenn aber einer von uns beiden erschlagen werden soll, so ist es gerechter, daß der fällt, der erschlagen will, also der Angreifer.“

„Sich zu wehren“, fuhr Masaryk fort, „ist sittlich erlaubt. Der starke Mensch droht nicht. Er ist jedoch vorbereitet, vorbereitet aber nur zur Verteidigung und nicht zum Angriff auf andere. Mit allen Kräften strebe ich danach“, schloß Masaryk, „daß wir vorbereitet sind.“

Damit ist das Problem der Wehrhaftigkeit scharf umrissen. Der Tolstoische Standpunkt mag auf einem andern Stern durchzuführen sein, auf dieser Welt ist er es nicht.

Darum müssen wir, wenn wir als Volk bestehen wollen, den Geist der Wehrhaftigkeit pflegen. Die Welt Tolstois ist eine Wunschwelt, die nie Wirklichkeit werden wird.

In dieser Welt, in der es nach der Ansicht des amerikanischen Philosophen Johnson, des geistigen Vaters des Kellogg-Paktes, nur Rauflustige und Sanftmütige gibt, muß ein Volk, das als Volk Geltung haben will, jede internationale Verschommenheit ablehnen. Schon weil die Zahl der Rauflustigen in dieser Welt größer ist als die der Sanftmütigen.

Es gibt ein Buch von dem Engländer Kenworthy, „Vor kommenden Kriegen“, das in leidenschaftlicher Sprache nachweist, wie nach dem Weltkrieg durch das Versailler Friedensdiktat neue und gefährliche Reibungsflächen, neue Machtkonstellationen und damit neue Spannungsmomente in die Welt hineingetragen worden sind.

Diese neuen Machtkonstellationen und die dadurch hervorgerufenen Spannungsmomente sind sicherlich sehr gefährlich. Aber noch gefährlicher ist die Spannung, die in uns selbst ist.

Wir Deutschen waren in weiten Teilen ein Volk ohne Hoffnung geworden. Wir arbeiteten, soweit wir noch Arbeit hatten, wir quälten und sanken trotzdem immer tiefer. Wir waren unglückliche Menschen geworden, die auf der Nachtseite des Lebens wandelten. Wenn es so weiter gegangen wäre, dann wären wir ein Volk geworden, das der Zersetzung, der Auflösung, dem Bolschewismus verfallen wäre, ein Zustand, der für uns und für die übrigen Völker Europas gefährlicher gewesen wäre, als alle Explosivstoffe, als alle Waffen und als alle Giftgase der Welt es hätten sein können.

Da geschah durch den Sieg der nationalsozialistischen Revolution, deren letzte Wurzeln bis in den Ausbruch des Weltkrieges reichen (Alfred Rosenberg) und deren aktiver Träger — mit zunächst nur sieben Mann —, deren Vorkämpfer und Vollstrecker Adolf Hitler in vierzehnjährigem, titanenhaftem Ringen — schließlich mit einem Millionenheer von Kämpfern — wurde, da geschah durch diese einzigartige nationalsozialistische Revolution

das deutsche Wunder: das deutsche Volk fand sich über Parteien, Stände, Konfessionen und Weltanschauungen hinweg zu einer Einheit zusammen. Was in Jahrhunderten deutscher Zerrissenheit und deutscher Zwietracht unerfüllbar schien, hier wurde es Wirklichkeit. Die deutsche Sehnsucht ist erfüllt, Deutschland ist erwacht.

Der Nationalsozialismus bedroht nicht andere Völker, er hat nichts Gewalttames, nichts Expansives, nichts Imperialistisches. „Indem wir in grenzenloser Liebe und Treue an unserem eigenen Volkstum hängen, respektieren wir die nationalen Rechte auch der anderen Völker aus derselben Gesinnung heraus und wünschen aus tiefstem Herzen, in Frieden und Eintracht mit ihnen zu leben. Wir kennen daher auch nicht den Begriff des Germanisierens“ (Hitler). „Unsere Revolutionslieder“, sagt Hitler, „sind keine Lieder gegen andere Völker, sondern Lieder für Brüderlichkeit im Innern, gegen Klassenkampf und Eigendünkel, für Arbeit und Brot und für die nationale Ehre.“ Ein Volk, das für diese Ideale kämpft, kann nicht Unterdrücker anderer Völker, kann nicht Friedensbrecher sein.

Der pessimistischen Geisteshaltung der abendländischen Untergangsstimmung stellt der Nationalsozialismus einen unbeugsamen Lebenswillen und Lebensmut entgegen. Goebbels, der große Kündler des Nationalsozialismus, rief den deutschen Arbeitern von Siemensstadt aus zu: „Wir haben in unseren Tresors keine Reichtümer aufgestapelt, aber in unseren Herzen ruht die Beglückung neuer Ideen und neuer Willenskraft. Deutschland hat sich selbst wiedergefunden; es wird herrlicher denn je auferstehen.“

Millionen Menschen sehen heute wieder anders in die Zukunft hinein als früher. Es ist ein anderer Geist in unserem Volke! Wir haben wieder Vertrauen auf die eigene Kraft bekommen. Wenn uns die Welt auch noch nicht verstehen will, so dämmert doch schon bei den Einsichtigen die Erkenntnis auf, daß der Nationalsozialismus nicht eine Gefahr für Kultur und Frieden darstellt, sondern der Träger einer politischen Weltanschauung ist, der die Versöhnung will: im Innern auf sozialem Gebiet und nach außen in den Beziehungen der Völker zueinander.

Der Nationalsozialismus wünscht keine gewaltsamen Lösungen; er will keinen Krieg. Er ist immer bereit zu einer internationalen Zusammenarbeit, die selbstverständlich gleichberechtigt sein muß. „Wir sind keine Kriegshetzer. Wir, die wir diesen Krieg mitgemacht haben, wir haben den Schrecken erlebt, wir haben das Grauen kennengelernt und sind nicht leichtsinnig genug, auch nur einen Tropfen Blut zu opfern“ (Göring).

„Das Ziel unseres Kampfes für die deutsche Nation auch nach außen ist kein anderes, als unserem Volke die Ehre und die Gleichberechtigung zu geben und aufrichtigen Sinnes mitzuhelfen an der Vermeidung eines Blutvergießens in der Zukunft, in dem wir ehemaligen Soldaten des Weltkrieges nur eine Völkerkatastrophe eines wahnsinnig gewordenen Europa erblicken können“ (Hitler).

In seiner von hohem sittlichen Ernst getragenen Rede am Helden-
gedenktage (17. März 1935) sagte der deutsche Reichskriegsminister und
Oberbefehlshaber der Wehrmacht Generalfeldmarschall von Blomberg:
„Europa ist zu klein geworden als Schlachtfeld für einen zweiten Welt-
krieg. Zu wertvoll sind seine Kulturgüter, um sie aufs neue der zerstörenden
Wirkung neuzeitlicher Waffen auszusetzen. Da alle Staaten über dieses
Kriegsmittel verfügen, käme ein neuer Krieg der Selbstzerfleischung gleich.“
So haben die führenden Männer des neuen Deutschland den Krieg als ein
namenloses Unglück der Völker gekennzeichnet.

Um dieses Unglück zu verhüten, haben wir allen Nachbarstaaten den
Abschluß von Gewaltausschließungsverträgen (Nichtangriffspakte) an-
geboten; aber nur Polen hat bisher einen derartigen Vertrag mit uns ab-
geschlossen. Unser Führer hat ferner vor der Welt die feierliche Erklärung
abgegeben, daß Deutschland, nachdem die Saarfrage glücklich geregelt
ist, keine territorialen Forderungen mehr an Frankreich stellen werde.
Durch dieses große politische und sachliche Opfer haben wir für die Be-
endigung eines Jahrhunderte langen Streites zwischen zwei großen benach-
barten Nationen mehr beigetragen, als tausend schön klingende Worte und
Versicherungen es je vermöchten. „Wir taten dies alles, trotzdem wir
damit z. B. endgültig auf Elsaß-Lothringen Verzicht leisten, ein Land, um
das auch wir zwei große Kriege führten. Wir taten es aber, um besonders
dem eigenen deutschen Volk für die Zukunft neue blutige Opfer zu er-
sparen“ (Hitler).

Durch das Flottenabkommen mit England am 18. Juni 1935, durch
das die zukünftige Stärke der deutschen Flotte gegenüber der Gesamt-
flottenstärke Englands, dauernd und endgültig im Verhältnis 35 zu 100
stehen soll, haben wir den wichtigsten Konfliktpunkt mit diesem Lande
aus der Welt geschafft. Es ist dies eine außenpolitische Friedenstat ersten
Ranges, die das Fundament zu einem dauerhaften und sicheren Frieden
in Europa werden kann, wenn nur die übrigen Staaten Europas dem Bei-
spiel Englands folgen wollen.

Immer wieder hat unser Führer betont, daß es in Europa nichts gäbe,
was einen Krieg rechtfertigen ließe, und daß aus dem vergangenen Kriege
wie auch aus zukünftigen Kriegen niemals ein Gewinn gezogen werden
könne, der den Nachteil auch nur einigermaßen aufwäge.

Und trotzdem sollen wir der Störenfried in Europa sein?

Wenn das Ausland nicht absichtlich die nationalsozialistische Staats-
auffassung mißverstehen wollte, dann müßte es wissen, daß Deutschland
schon deswegen den Frieden will, weil das nationalsozialistische
Deutschland rassistisch denkt. „Gerade der rassenhygienisch denkende
Politiker“, so erklärte in einem Vortrage am 22. März 1935 vor der aus-
ländischen Diplomatie und Presse der Leiter des Rassenpolitischen Amtes
der NSDAP. Dr. Groß, „sei zwangsläufig gegen jeden leichtfertigen Krieg
eingestellt, weil Kriege eine Vernichtung wertvollster Anlagenträger be-

deuten und deshalb selbst der gewonnene Krieg biologisch einen unersetzlichen Verlust darstelle. „Wir lehnen“, sagte Dr. Groß weiter, „jeden Chauvinismus und Imperialismus ab, weil wir den anderen Rassen dieser Erde das gleiche Recht zubilligen, das wir selbst für uns in Anspruch nehmen: eben das Recht nach der Notwendigkeit der eigenen Art Welt und Leben zu gestalten.“

Diese Gedanken hat unser Führer in seiner großen Friedensrede am 21. Mai 1935 feierlich bestätigt:

„Jeder Krieg verzehrt die Auslese der Besten. Wenn das heutige Deutschland für den Frieden eintritt, dann tritt es für ihn ein weder aus Schwäche noch aus Feigheit. Es tritt für den Frieden ein aus einer anderen Vorstellung, die der Nationalsozialismus von Volk und Staat besitzt. Denn dieser sieht in der machtmäßig erzwungenen Einschmelzung eines Volkes in ein anderes, wesensfremdes nicht nur kein erstrebenswertes politisches Ziel, sondern als Ergebnis eine Gefährdung der inneren Einheit und damit der Stärke eines Volkes auf lange Zeit gerechnet. Die nationalsozialistische Lehre lehnt daher den Gedanken einer nationalen Assimilation dogmatisch ab. Damit ist auch der bürgerliche Glaube einer möglichen „Germanisation“ hinfällig. Es ist deshalb weder unser Wunsch noch unsere Absicht, fremden Volksteilen das Volkstum, die Sprache oder die Kultur wegzunehmen, um ihnen dafür eine fremde deutsche aufzuzwingen. Unsere volkliche Lehre sieht in jedem Krieg zur Unterjochung und Beherrschung eines fremden Volkes einen Vorgang, der früher oder später den Sieger innerlich verändert und schwächt und damit in der Folge zum Besiegten macht. Das nationalsozialistische Deutschland will den Frieden aus tiefinnersten weltanschaulichen Ueberzeugungen.“

Der Schluß dieser herrlichen Rede klang aus zu einem Friedensbekenntnis, wie es so freimütig, so offen, so rückhaltlos seit Jahrzehnten kein Staatsmann mehr abgelegt hat: „Wer in Europa die Brandfackel des Krieges erhebt, kann nur das Chaos wünschen. Wir aber leben in der festen Ueberzeugung, daß sich in unserer Zeit nicht erfüllt der Untergang des Abendlandes, sondern seine Wiederauferstehung. Daß Deutschland zu diesem großen Werk einen unvergänglichen Beitrag liefern möge, ist unsere stolze Hoffnung und unser unerschütterlicher Glaube.“

Wenn trotz all dieser Beweise echter Friedensbereitschaft die Länder um Deutschland herum die gewaltigsten Rüstungen weiter durchführen wollen und wenn dadurch einst in einem neuen Kriege Millionen unserer Volksgenossen zugrunde gerichtet werden sollten, dann sind wir des festen Glaubens, daß dieses Volk immer wieder auferstehen und Sieger sein wird über alle Waffen, weil deutscher Lebenswille und deutsche Willenskraft auf die Dauer größer und stärker sind, als irgendwelche Waffen es sein können. „Denn die letzte Stärke ist nicht in Divisionen und Regimentern, nicht in Kanonen und Tanks begründet, sondern in der inneren Geschlossenheit und in dem idealistischen Glauben eines Volkes. Das ist die Kraft, die am Ende Berge des Widerstandes versetzen kann“ (Hitler).

Das Leben bleibt ein ewiger Kampf. In diesem Kampfe seien uns die Goetheschen Worte immer wieder Mahnung und Warnung:

Du mußt steigen oder sinken,
Du mußt herrschen und gewinnen
Oder dienen und verlieren,
Leiden oder triumphieren,
Amboß oder Hammer sein.

Was wollen wir? Amboß oder Hammer sein?

Wir wollen nicht mehr Amboß sein; wir wollen nicht ewig dienen und leiden, sinken und verlieren. Wir wollen wieder steigen und gewinnen, wieder herrschen und triumphieren nicht über andere Völker, sondern über uns selbst, über das Erbärmliche, Niedrige in uns selbst. Wir wollen wieder Herren und nicht mehr Knechte sein: wir wollen stolze, freie Menschen sein!

Unser Führer Adolf Hitler hat uns den Weg gewiesen. Folgen wir ihm in Treue, Glauben und Zuversicht!

Vierzehn Jahre lang haben wir das Versailler Diktat bis zum letzten Paragraphen und Buchstaben erfüllt, um uns einen Frieden zu erkaufen. Mit dem Ruin der deutschen Wirtschaft und mit den Tränen und mit dem Leid von Millionen hungernder Volksgenossen haben wir diesen Frieden, der nie ein Friede war, bezahlt. Wir waren am Ende!

Da holte Hindenburg, der große deutsche Feldherr des Weltkrieges, den Retter aus der Not: Adolf Hitler. Dieser nahm am 30. Januar 1933 das Staatsruder fest in die Hand und riß es herum. Das, was uns die Welt verwehrte, gab Adolf Hitler uns wieder: Die Ehre und die Gleichberechtigung. Das Hakenkreuz hatte gesiegt! Nur dadurch war es möglich, daß am 7. März 1936 deutsche Truppen über den Rhein marschierten; nur dadurch war es möglich, daß im November 1936 die internationale Kontrolle der deutschen Ströme beseitigt wurde. Jetzt ist die volle Souveränität über das gesamte deutsche Staatsgebiet wieder aufgerichtet. Die Schande von Versailles ist endgültig ausgelöscht.

In Ausführung des Gesetzes vom 16. März 1935 wurde am 21. Mai 1935 das deutsche Wehrgesetz beschlossen. Dieses Wehrgesetz des deutschen Volkes stellt an die Spitze seiner Bestimmungen den Grundsatz, daß der Wehrdienst Ehrendienst am deutschen Volke ist. Es stellt die alte deutsch-germanische Auffassung vom Waffendienst wieder her. Privilegien und Bildungsvorrechte gibt es nicht. Nur Charakter und Leistung bestimmen den Weg und den Aufstieg des Einzelnen. Die deutsche Wehrmacht ist vom Berufsheer zum Volksheer umgewandelt worden. Unser Berufsheer, die Reichswehr, die nach dem Willen unserer Feinde eine Söldnertruppe werden sollte, wurde im Gegenteil die Pflegestätte bester soldatischer Tugenden; sie hat in den harten Nachkriegsjahren, in selbstloser Arbeit eine einzigartige soldatische Tradition gepflegt, die sie jetzt mit berechtigtem Stolz dem neuen deutschen Volksheere übergeben konnte.

Jetzt sind wir wieder ein freies Deutschland, ein Deutschland der Ehre, ein Deutschland, würdig seiner großen Vergangenheit, von dem die Welt weiß, daß seine Freiheit nicht mehr angetastet werden kann, ohne daß es sich wie eine verschworene Gemeinschaft verbissener Kämpfer leidenschaftlich bis zum letzten Blutstropfen zur Wehr setzen wird. Denn die furchtbaren Jahre der Nachkriegszeit haben den letzten deutschen Träumer darüber belehrt, was es heißt, ein wehrloses Volk zu sein.

Und wenn uns das eherne Schicksal einst gegen unseren Willen einen neuen Krieg aufzwingen sollte, dann werden wir uns dem Schicksal beugen. Aber wir werden aufrecht und stark und siegesbewußt diesen schweren Gang für Deutschlands Ewigkeit und Größe gehen als ein Geschlecht von Männern und von Helden, das auch auf Schlachtfeldern Weltgeschichte zu machen versteht.

Mögen dann auch Millionen von uns vernichtet werden. Unser Glaube bleibt unerschütterlich: Deutschland wird nicht untergehen. Deutschland wird immer sein. Deutschland wird ewig sein:

Ewiges Deutschland!

Quellenverzeichnis

- Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Spezielle Pathologie und Therapie der Körperschädigungen durch die chemischen Kampfstoffe der Grünkreuz- und der Gelbkreuzgruppe. Mit 94 Abbildungen, davon 23 vielfarbig, 5 Skizzen, 4 graphischen Darstellungen, 1 Statistik. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932.
- Büscher, Hermann: Zum Kampfgasproblem. Heerestechnik Nr. 3. E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1930.
- Chemical Review, amerikanische Zeitschrift, Dezemberheft 1934. Kirby E. Jackson: Dichlordiaethylsulfid.
- Dräger-Hefte: Mitteilungen des Drägerwerkes, Lübeck.
- Falkenhayn, Erich v.: Die Oberste Heeresleitung 1914—1916 in ihren wichtigsten Entschlüssen. E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1920.
- Flury, F.: Anweisung für die Ärzte bei dem Gasschutzdienst der Freiwilligen Sanitätskolonnen und verwandten Männervereinigungen vom Roten Kreuz. Herausgegeben vom „Deutschen Roten Kreuz“, Berlin 1933.
- Flury, F.: „Dermatologische Probleme im Luftschutz“ in der Medizinischen Klinik, Nr. 1, 1934.
- Flury, F.: Jahreskurse für ärztliche Fortbildung. Oktoberheft. J. F. Lehmann, München 1933.
- Flury, F.: Über Kampfgasvergiftungen. I. Über Reizgase. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin. Bd. 13. Julius Springer, Berlin 1921.
- Flury, F.: Über Kampfgasvergiftungen. IX. Lokal reizende Arsenverbindungen. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin. Bd. 13. Julius Springer, Berlin 1921.
- Flury, F. und H. Wieland: Über Kampfgasvergiftungen. VII. Die pharmakologische Wirkung des Dichlordiaethylsulfids. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin. Bd. 13. Julius Springer, Berlin 1921.
- Flury, F. und F. Zernik: Die zahlenmäßige Bewertung der Giftwirkung von Gasen und Dämpfen. (Das mißverständene Wirkungsprodukt c. t.) in der Zeitschrift „Gasschutz und Luftschutz“, Heft 7, 1932.
- Flury, F. und F. Zernik: Schädliche Gase. Julius Springer, Berlin 1931.
- Frickhinger, H. W.: Gase in der Schädlingsbekämpfung. Paul Parey, Berlin 1933.
- Fries, Amos und West, Clarence S., Major. U. S. A.: Chemical Warfare. McGraw Hill Book Company. New York 1921.
- „Die Gasmasken“, Mitteilungen der Degea A.-G. (Auergesellschaft) Berlin.
- „Gasschutz und Luftschutz“, Zeitschrift, Jahrgänge 1932—1935. Verlag Gasschutz und Luftschutz G. m. b. H., Berlin.
- Gildemeister, M. und W. Heubner: Die Chlorpikrinvergiftung. In der Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin. Bd. 13. Julius Springer, Berlin 1921.
- Hackmann, Th.: In welche Richtung geht die Suche nach neuen chemischen Kampfstoffen? Im „Chemisch Weekblad“, Bd. 31, Heft 21, 1934.
- Hanslian, Rudolf: Der chemische Krieg. 3. Aufl., Bd. I. Militärischer Teil. E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1937.
- Hanslian, Rudolf: Der deutsche Gasangriff bei Ypern am 22. April 1915. Verlag Gasschutz und Luftschutz, Berlin 1934.
- Héderer, Charles et Istin, Marc: L'Arme Chimique Et Ses Blessures. I. B. Bailliére et Fils, Paris 1935.
- Hetzel, K. W. und Karl Bender: Drägerscher Desinfektionsschrank in den „Dräger-Heften“, Nr. 174, Lübeck 1934.
- Hitler, Adolf: Mein Kampf. Franz Eher Verlag, München.
- Hloch, Albert: Maskenbrecher. In „Gasschutz und Luftschutz“, Heft 7, 1933.
- Jünger, E.: In Stahlgewittern. 5. Aufl. E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1925.
- Knipfer und Hampe: Der zivile Luftschutz. Otto Stollberg G. m. b. H., Berlin 1934.

- Laqueur, E. und R. Magnus: Über Kampfgasvergiftungen. V. Experimentelle und theoretische Grundlagen zur Therapie der Phosgenerkrankung. (Mit 20 Textabbildungen.) Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin. Bd. 13. Julius Springer, Berlin 1921.
- Leber, Th.: Die Entstehung der Entzündung und die Wirkung der entzündungserregenden Schädlichkeiten. Leipzig 1891.
- Leschke, Erich: Die wichtigsten Vergiftungen. J. F. Lehmann, München 1933.
- Lustig, Alessandro: Patologia E Clinica Delle Malattie Da Gas Di Guerra. Publicato Per Cura Dell'Istituto Sieroterapico Milanese 1937.
- Meyer, Julius: Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe. S. Hirzel, Leipzig 1926.
- Mielenz, W.: Chemische Kampfstoffe, Gasschutz und Entgiftung in: Knipfer und Hampe: Der zivile Luftschutz. Otto Stollberg G. m. b. H., Berlin 1934.
- Mielenz, W.: Die chemischen Stoffe der Nachkriegszeit in: Hanslian, Rudolf: Der chemische Krieg, 3. Aufl., I. Bd., Militärischer Teil. E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1937.
- Mielenz, W.: Die S-Maske in „Gasschutz und Luftschutz“. Heft 4, Berlin 1934.
- Morretta, Rocco: Wie sieht der Krieg von morgen aus? Rowohlt Verlag, Berlin 1934.
- Müller, Ulrich: Die chemische Waffe im Weltkrieg — und jetzt. Verlag Chemie, Berlin 1933.
- Müller, W.: Sind Phosphornebel giftig? In „Gasschutz und Luftschutz“, Heft 12, 1934.
- Muntsch, O.: Zur Behandlung von Phosphorbrandwunden. In „Gasschutz und Luftschutz“, Heft 4, 1935.
- Muntsch, O.: Leitfaden der Pathologie und Therapie der Kampfstoffkrankungen. 4. Aufl. G. Thieme, Leipzig 1936.
- Richters, C. E.: Die Tiere im chemischen Krieg. 2. Aufl. Richard Schoetz, Berlin 1934.
- Rona, P.: Über Kampfgasvergiftungen. II. Über Zersetzung der Kampfstoffe durch Wasser. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin. Bd. 13. Julius Springer, Berlin 1921.
- Rumpf, Hans: Gasschutz. 2. Aufl. E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1932.
- Seeckt, v.: Gedanken eines Soldaten. Verlag für Kulturpolitik, Berlin 1929.
- Seeßelberg, Fr.: Der Stellungskrieg 1914—1918. E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1926.
- Vedder, E. B.: The Medical Aspects of Chemical Warfare. Baltimore 1925.
- Wilper, L.: Ein großer Chlorausbruch in einer Cellulosefabrik. Drägerhefte Sept.-Okt., 1931.
- Wirth-Muntsch, Die Gefahren der Luft und ihre Bekämpfung. 2. Aufl. Georg Stilke, Berlin 1935.
- Wizinger, Rob.: Chemische Plaudereien. Verlag der Buchgemeinde, Bonn 1935.
- Worrall, P. R. Lieut.-Col.: Smoke Tactics, London-Aldershot, Gale and Polden, 1919.
- Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin. Bd. 13, 14, 82. Berlin, Julius Springer 1921.
- Zernik, F.: Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiete der schädlichen Gase und Dämpfe. 14. Bd. der „Ergebnisse der Hygiene, Bakteriologie, Immunitätsforschung und experimentellen Therapie“. Julius Springer, Berlin 1933.
- Zernik, F. und K. Thürauf: Über Phosphorbrandwunden. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin. Bd. 82. Julius Springer, Berlin 1932.

Namenverzeichnis

Die geographischen Namen sind mit * bezeichnet

- Adams 168
Africanus, Sextus Julius 12
*Algier 194
Allianz: „Heilige Allianz“ 1
Alsace 20
*Amerika, Vereinigte Staaten von 114
*Argonnen 15
*Arras 21
- *Beaumont-Hamel 29
*Bitterfeld, Phosphorherstellung 202
Behring 6
Bender 71
Bloemer, A. 143, 181
v. Blomberg 217
*Bolimow 15, 18, 174
Brand 199
*Brelow 25, 37, 50, 112, 119, 156
Büscher, Hermann 72, 96
122, 123, 124, 126, 128, 145, 147, 151, 153.
- *Cambrai 22, 23
*Chattancourt 19
Claudius, Matthias 190
Clausewitz 2
Coste La 159
- Davy, I. H. 95
*Delion 11
*Düna 13, 160, 192
*Dünkirchen-Calais 16
Dundonald, Admiral Lord 13
- Eckermann 4
Edgewood Arsenal 199
Erasmus 5
*Estland 2
- v. Falkenhayn, General 16, 17
Flandernschlacht 23
- *Fleury 21, 109
*Flitscher Becken 22
Flury, F., 38, 40, 44, 45, 46, 55, 82, 88, 139, 141, 143, 155, 156, 174, 181
Flury, F. u. Wieland, H. 126
Flury, F. u. Zernik, F. 42, 48, 55, 77, 116, 180
Frickhinger, H. W. 113
Fries, Amos 23, 119, 157
Frontinus, Sextus Julius 12
- *Gent 18
Gildemeister, M. u. Heubner, W. 113
*Givenchy 22
Glauber, Johannes Rudolf 12
Goebbels 216
Goethe 1, 5, 190, 213, 219
Göring, Hermann 3, 213, 216
*Gorlice-Tarnow 16
Graebe, C. 172
Gross 217, 218
Guthrie 119
- Hackmann 182, 186, 187, 188
*Hamburg 2
Hampe 186
Hanslian, Rudolf 11, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 29, 112, 155, 160, 186, 192, 193, 195, 196, 197, 198
Hetzl, K. W. 71
Heubner, W. 113, 174
Hindenburg 3, 219
Hitler, Adolf 2, 3, 4, 215, 216, 217, 218, 219
Hloch, Albert 185, 188
Hoover 2
v. Humboldt 55
- Jenner 6
Joffre, General 14
Johnson 215
Jünger, E. 161
Justin-Mueller, Ed. 14
- Kallinikos 12
Kant 1, 4, 5
Karl XII., Schwedenkönig 13, 192
Kellogg-Pakt 2, 215
Kenworthy 215
Kirby, E. J. 187
Knipfer u. Hampe 186
Koch, Robert 6
- *Langemarck 11, 19
Laqueur, E. u. Magnus, R. 39
Leber, Th. 119
Lefebure 16
v. Leibniz, Wilhelm 12
Leschke, Erich 107
Lewis, W. Lee 33, 143, 181
Linnemann 169
Lister 6
Locarno 2, 5
*Lodz 15
Lommel 33
*Loos 18
- *Maas 19
*Maastal (Nebelkatastrophe im) 195
Mahan, amerik. Admiral 7
Malmaison 198
*Marneschlacht 14, 29
Masaryk 214, 215
Metternich 1
Meyer, Julius 11, 14, 17, 46, 114, 144, 199
Meyer, Viktor 22, 119
Michaelis 158
Mielenz, W. 36, 38, 45, 46, 65, 186
Moltke 5
Morretta, R. 177
Moses 191
Müller, W. 200
Müller, Ulrich 15, 20, 145, 156, 157, 168, 172, 173, 174, 178, 187, 193, 196, 197, 199, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211
Muntsch, Otto 70, 129, 197, 202, 203, 212

*Neuve-Chapelle 15, 174
Niemann, A. 119
*Nieuport 22

Pall Mall Gazette (17. 9.
1914) 14
Pasteur 6
Peleponnesischer Krieg 11
*Platää, Belagerung von 11
Plutarch 12
*Prosnes 18

Richie 119
Richters, C. E. 93
Rocco, M. 177
Rona, P. 47
Rousseau 4
*Rouvry 198
Rosenberg, Alfred 215
Rumpf, Hans 54, 73, 74, 75

Scheele, K. W. 114
v. Schwann 55

*Sebastopol 13
v. Seeckt 5, 7
Seeßelsberg, Fr. 160
Sammelweiß 6
v. Senfftenberg, Veit Wulff,
12
Sertorius 12
*Skagerrak 29, 193
*Somme 23
Steinkopf 33

*Uexküll 160

Thiele, Johannes 143, 181
Thucydides 11
Tolstoi 214
Tappen 15
Turpin 14

Vedder, E. B. 145, 150
*Verdun 19, 96, 109
Versailler Friedensdiktat
3, 215, 219
da Vinci, Lionardo 12

Völkerbund 1, 3, 4
Voltaire 13

*Washington, Abkommen
von 7
*Waterloo 193
West, Clarence 119, 157
Wieland, H. 143, 174, 181
Wilper, L. 116
Wilson 1, 2, 4
Wirth-Muntsch 70, 200
Wizinger, R. 182, 192, 208
Wöhler 199
Worrall 29, 190, 195

*Ypern 11, 15, 16, 17, 18,
19, 23, 32, 114, 118, 193

*Zeebrügge 207
Zernik 48, 55, 195, 196, 207
Zernik, F. u. Thürauf, K.
202

Sachverzeichnis

- Abblaseverfahren vgl. Blasverfahren 24
 Abrüstungskonferenz 3
 Absorption 35
 Acrolein 176
 Adamsit: vgl. Diphenylaminarsinchlorid
 Additionsverbindung 38, 39
 Aderlaß 107, 108
 Adsorption 35
 Aërosole (= Schwebstoffe) 185
 Aether 78
 Aethylarsindichlorid = Dick 32, 33, 45, 50, 117, 155, 161
 Aethylen 119
 Aethylschwefelsäurechlorid 175
 Aetzgase 40, 43, 44, 48, 49, 77, 84, 89
 Alizarin 189
 Ameisensäuremethylester 46, 47
 Aminoverbindungen 87
 Ammoniak 45, 192, 207
 Analeptika 83
 Aquinite: vgl. Chlorpikrin
 Arsen 181
 Arsenikdämpfe 12
 Arsenikrauchkugeln 12
 Arsentrichlorid 23, 36
 Artilleriegasschießen 21, 28
 Artillerieschießverfahren 28
 Atemfilter 62
 Atemgifte 68
 Atemschützer 18
 Atemschutzgeräte 53, 74
 Atmung, künstliche: vgl. Beatmung
 Augenreizstoffe 169, 176
 Augenreizstoffe, neue 182
 Augensalbe, alkalische 89, 108, 116, 142, 149
 Beatmung, künstliche 81, 82
 Benzylbromid 45, 47, 175
 Benzyljodid 47, 175
 Bergermischung 210
 Berthollite: vgl. Chlor
 Blaseninhalt 123
 Blasverfahren 15, 17, 24, 183
 Blaukreuz 19
 Blaukreuzgeschosse 22
 Blaukreuzkampfstoffe 22, 33, 38, 50, 64, 158, 181, 186
 Blausäure 23, 42, 43, 51, 78, 161, 177, 184
 Blausäure u. Arsentrichlorid als Gemisch 23
 Blutgifte 86, 90
 Bn-Stoff, vgl. Brommethyläthylketon 15, 171
 Brandgase 78
 Bromaceton 15, 45, 169
 Bromaceton mit Chloraceton 45
 Brombenzylcyanid 45, 171, 182
 Bromcyan 178
 Bromessigester 14, 174
 Bromessigsäuremethylester 45
 Bromlost 187
 Brommethyläthylketon 15, 45, 171
 B-Stoff vgl. Bromaceton 169
 Buntschießen 22
 Campiellit vgl. Bromcyan 178
 Camite-Brombenzylcyanid 171
 Canute 171
 „C. A.“ 171
 Carbogen 79
 Carbonyl 188
 Carrelllösung 136
 Chlor 14, 15, 18, 25, 42, 45, 49, 94, 114, 185, 194
 Chloraceton 14, 45, 174
 Chloracetophenon 172, 182, 188, 198
 Chloraethyl 78
 Chlorameisensäureester 176
 Chloramin, 1—2%ige wässrige Lösung 136
 Chlorcyan 178
 Chlorgas 11, 14, 15, 17, 27, 32, 37, 167, 185
 Chlorflasche 25
 Chlorkalk, Anwendung von 86, 134, 148, 157
 Chloroform 78
 Chlorpikrin 18, 42, 45, 47, 49, 50, 94, 111, 113
 Chlorsulfonsäure 206
 Chlorvinylarsindichlorid = Lewisit 33, 117, 143, 148, 151, 181, 213
 Chlorwasserstoff 24, 192
 Clark I: vgl. Diphenylarsinchlorid
 Clark II: vgl. Diphenylarsincyanid
 Cruorgerinsel 101
 Cyanwasserstoff vgl. Blausäure 177
 Cyklite vgl. Benzylbromid 175
 Dakinsche Lösung 136
 Dampf 34
 Defensivkampfstoff 49, 181
 Diaethyltellurid 188
 Dianisidin 14
 Dibromdiaethylsulfid 187
 Dibromdimethyläther 177
 Dichlordiaethylsulfid 22, 33, 38, 42, 47, 50, 72, 117, 118, 121, 142, 144, 148, 151, 187
 Dichlordimethyläther 177
 Dichlordivinylarsinchlorid = Lewisit II 143
 Dichlorformoxim 187
 Dick: vgl. Aethylarsindichlorid 155
 Diffusionsgeschwindigkeit 35
 Dimethylsulfat 177
 Diphenylaminarsinchlorid = Adamsit 32, 50, 158, 159, 168, 182
 Diphenylarsinchlorid = Clark I 22, 33, 38, 45, 50, 159, 161
 Diphenylarsincyanid = Clark II 22, 32, 33, 45, 50, 167

Diphosgen: vgl. Perchlor-
ameisensäuremethylester
109
Disperse Phase 191
Dispersionsmittel 191
Draegerscher Desinfektions-
schrank 71
Druckschlauchgeräte 60ff.

Einwegatmung 64
Einzelerschutz 52ff.
Eisenhydroxypaste 150
Eisenpentacarbonyl 189
Entgiftungsfaktor 41
Erträglichkeitsgrenze 45, 46
Explosionstemperatur 36

Feuer, griechisches 12
Filterbüchse 63
Filtergeräte: vgl. Gasmas-
ken 62
Fliedergas vgl. Xylylbromid
15, 175
Flüchtigkeit 36, 37
Frischluffgeräte: vgl.
Schlauchgeräte 59
Frostschutz 195, 205

Gase (die wichtigsten Gase
und Gasgefahren) 91
Gasgewehrgranaten 14
Gaskrieg 7, 10
Gasmasken 20, 53, 62ff., 66,
69, 75, 148, 155, 164, 186
Gasminenschießen 28
Gasminenwerfer 26
Gaspionierwaffe 14
Gasschutzanzug: vgl.
Schutzanzug 72
Gasschutzposten 20
Gasschwaden 38
Gassperre 21
Gassumpf 21
Gasvergiftungen 8, 88, 91
Gaswerfer 21, 26
Gaswerferbataillon 22
Gaswerfertechnik 22, 26, 27
Gaswerferverfahren 26, 27
Gaswolken 37
Gelbkreuz 19
Gelbkreuzkampfstoffe 23,
33, 50, 117, 181, 186

Germanisation 218
Gewicht, spezifisches 36
Gift, örtlich wirkendes 40ff.
Gift, resorptiv wirkendes
40ff.
Giftgase u. Lebensmittel 92
Giftnebel 197
Granate 12 T, 15
Grünkreuz 19
Grünkreuzkampfstoff 19, 33,
38, 49, 94, 186
Grünkreuzgranate 21

Haager Deklaration 13,
14, 15
Haager Konferenz 7
Habersche Formel 41, 44
Halden- u. Schlackengase
78
Hexachloräthan 211
Himmelsschrift 195
Holzkohle, aktive 63
Homomartonite 171
Hornhautschädigungen 166
Hydrolytische Spaltbarkeit
38

Idiosynkrasie 163
Inhalationsgeräte 79, 80
Injektorschlauchgeräte 59,
61
Intrazelluläre Säurewirkung
39
Irritant smoke = Reiz-
rauch 197
Isatin 189
Isoliergeräte: vgl. Sauer-
stoffschutzgeräte 55ff.

Jodaceton 47, 175
Jodessigester 47, 175

Kakodyl 13
Kakodylisocyanid 188
Kakodyloxyd 13
Kaliumpermanganat-Para-
formverfahren 70
Kalk, gebrannter 128
Kalkofengase 78
Kammerfilter 65
Kampfstoffe, neue 181ff.

Kampfstoffverbrauch im
letzten Kriege 179
Kieselgur 38
Klop: vgl. Chlorpikrin 111
Kohäsionskraft 33
Kohlendioxyd 34, 56
Kohlenoxyd 42, 43, 51, 78,
88, 95, 178, 179, 188, 189
Kohlenoxydgeräte 68, 69, 70
Kohlensäure vgl. Kohlen-
dioxyd
Kohlenstoff 32
Kohlenwasserstoffe 78
Kolloidfilter 67
Kombetin (Boehringer) 82
König der Kampfstoffe =
Gelbkreuzkampfstoff 118
Konvektionsströme (Luft-
strömungen) 35
Konzentration 43
Kreislaufgeräte vgl. Sauer-
stoffschutzgeräte 55ff.
Kritische Temperatur 34
K-Stoff = unvollständig
chlorierter Chlorameisen-
säuremethylester 21, 46,
176

„Labyrinthiques“ vgl. Di-
chlordimethylaether 177
Lachgas 78
Latenzperiode 162
Lebensmittel, Einfluß von
Giftgasen auf Lebens-
mittel 92
Leichenstarre 85
Lewisit: vgl. Chlorvinyl-
arsindichlorid 143
Livens Projectors 21
Löslichkeit 35
Lost: vgl. Dichlordiaethyl-
sulfid 33, 118
Lungenödem 99

Martonite 45, 169, 174
Maskenbrecher 22, 49, 159,
185, 188
Maskenkörper 20, 63
Mauguinite vgl. Chlorcyan
178
Melinite 14
Metalldämpfe 90
Methylarsindichlorid 50, 117,
156

- Methylschwefelsäurechlorid 175
 Minimalkonzentrationen 46
 Molekulargewicht 35
 Mustard Gas vgl. Dichlor-diaethylsulfid 118
- NC-Mixture** 209
 Nebel 28, 34, 188, **190**, 195
 Nebel, bunte 196
 Nebel, giftige 197
 Nebel, künstliche **192**, 194, 195, 197, 204
 Nebelbrander 193
 Nebelgardinen 204
 Nebelsäure 204, 206
 Nebelstoffe **199**
 Nervengifte 86, 156
 Nesselgase 188
 Ni-Granate vgl. Dianisidin 14, 174
 „Nettoyeurs“ 176
- Oberflächenaffinität** 38
 Oelnebel 197
 Offensivkampfstoff **49**, 181
 Oleum 28, **204**
 Opacite 209
 Örtlich wirkende Gifte **40 ff.**
 Oxime 187
- Papite** vgl. Acrolein 176
 Pathobiose 125
 Pech 12
 Pendelatmung 64
 Perchlorameisensäure-methylester = Perstoff 19, 20, 21, 33, 38, 42, 43, 47, 49, 94, **109 ff.**
 Perchlormethymercaptan 176
 Perstoff vgl. Perchlorameisensäuremethylester 109
 Phenarsazinchlorid 188
 Phenylcarbylaminchlorid **175**
 Phosgen 8, 18, 19, 24, 27, 32, 37, 38, 42, 43, 47, 49, 89, 94, **95**, 161, 184
 Phosgenvergiftung 97 ff.
 Phosphate 199
 Phosphor 29, 194, **199**, 203
 Phosphorbrandbomben 194, 200
 Phosphorbrandwunden 201, **202**,
 Phosphordämpfe 201
 Phosphorkiefer 201
 Phosphornebel 199, 200
 Phosphoroxychlorid 203
 Phosphorpentachlorid 203
 Phosphorpentoxyd 29, 199
 Phosphorsquisulfid 204
 Phosphortrichlorid 203
 Phosphorvergiftung 203
 Phosphorwasserstoff 203
 Pulmotor 81
- Rationite** vgl. Dimethylsulfat 177
 Rauch 28, 35, 78, **190**, 195
 Rauchkerzen 183, 198
 Rauchkörper 193
 Rauchschleier (Rauchvorhang) 29
 Reizgase 40, 43, 44, 48, 77, **84**, 89
 Reizkörpertherapie 138
 Reiznebel 197
 Reizstoffe **158**
 Resorptiv wirkende Gifte **40 ff.**
- Salbenbehandlung** 139
 Salmiaknebel **192**, **209**
 Salpeter 12
 Salpetersäure 31, 128
 Sammelschutz 75 ff.
 Sättigungskonzentration 36, 37
 Sauerstoffgeräte 55
 Sauerstoff-Inhalationsgerät 79, 80
 Sauerstoffschutzgeräte 53, **55 ff.**
 Saugschlauchgeräte 59
 Säuredämpfe 89
 Säureverletzungen 212
 Schädlingsbekämpfung 195
 Scheintod 85
 Schlagende Wetter 36
 Schlauchgeräte 53, **59 ff.**
 Schnappdeckel 50, 161, 183, 185
 Schutanzug 72
 Schutzreflex der Atmung 43
 Schutzsalbe, amerikanische 154
- Schwaden 38
 Schwebstoffe 22, 37, 50, 185
 Schwebstofffilter 64, 67, 183, 186
 Schwefel 12, 13, **204**
 Schwefeldioxyd 11, 12, 14, **204**
 Schwefelkohlenstoff 78
 Schwefeltrioxyd 28, 193, **195**, **204**
 Schwefelsäure 204
 Schwefelwasserstoff 78
 Selenlost 187
 Senfgas: vgl. Dichlordiäthylsulfid 118
 Siedepunkt 37
 Siliciumtetrachlorid 207
 S-Maske **65**, 148, 161, 164
 Sodalösung, 0,25 %ige 166
 Speckhautgerinnsel 101
 Stickgase 77
 Stickoxydul 78
 „Stinkpott“ 12
 Stoffwechselgift 86, 203
 Stoffwechselstörungen 163
 Sulfofix 138
 Sulfurylchlorid 207
 Sulvinite vgl. Äthylschwefelsäurechlorid 175
 Surpalite: vgl. Perchlorameisensäuremethylester 109
- „**Tau des Todes**“: (Todes-tau) vgl. Chlorvinylarsindichlorid **143**
 Terpentin 12
 Thiodiglykol 39
 Tellurlost 187
 Tetraäthylblei 188
 Tetrachlorkohlenstoff 78
 Thermitbombe 200
 Titantetrachlorid 208
 Todeszeichen 85
 Tödlichkeitsprodukte 41, 46
 Toluol 78
 Tränenstoffe **169**
 Trichloracetophenon 188
 Trichlortrivinylarsin-Lewisit III **143**
 T-Stoff vgl. Xyllylbromid 15, 46, **174**
- Un**erträglichkeitsgrenze 45

Veratrin 13	Vomiting gas: vgl. Chlorpikrin 111	Ypërite vgl. Dichlordiäthylsulfid 118
Verbrennungsprodukte des Phosphors 199		Yperitsalbe 138
Verdampfung 37	Wasserzersetzlichkeit 47	
Verdichtung 35	Wehrgesetz 219	Zellgift 44
Verflüssigung von Gasen 34	Weißkreuzkampfstoffe 175	Zellschädigung 40
Vergasung 37	Wirkungsprodukt 41	Zinknebel 210
Vernebelung 37	Witterungsverhältnisse 24	Zinntetrachlorid 209
Verstäubung 37		Zweiwegatmung 64
Verteidigungstechnik 12, 13	Xylol 78	
Vitrite vgl. Chlorcyan 178	Xylylbromid 15, 45, 46, 174	
Vollblickgasmaske 71, 72	Xylylenbromid 15, 46	

Grün- und Gelbkreuz

Spezielle Pathologie und Therapie der Körperschädigungen durch die chemischen Kampfstoffe der Grünkreuz- (Phosgen und Perchlorameisensäuremethylester [Perstoff]) und der Gelbkreuzgruppe (Dichloraethylsulfid und β -Chlorvinylarsindichlorid [Lewisit]). Von Dr. med. et phil. HERMANN BÜSCHER, Munster. 199 Seiten mit 1 Statistik, 4 graphischen Darstellungen, 5 Skizzen und 94, davon 23 farbigen Abbildungen. 1932. gr.8°. Leinen RM. 38.—

Deutsches Ärzteblatt: Ein ganz vortreffliches Buch eines Arztes, der mit echt deutscher Gründlichkeit sich dem Studium der Kampfgase in chemischer, pharmakologischer, pathologischer, klinischer, insbesondere auch therapeutischer Richtung hingibt. So entstand ein Werk, fundiert auf gründlichstem Studium einschlägiger wissenschaftlicher Literatur und eigener wertvoller klinischer Beobachtung. Allen Ärzten, mögen sie sich mehr praktisch oder mehr wissenschaftlich betätigen, ist das Buch auf das wärmste zu empfehlen, zumal die Kenntnis dieser Dinge bald für sie unumgänglich notwendig sein wird.

Die Schieß- und Sprengstoffe

Mit einem Anhang: **Die chemischen Kampfmittel.** Von Dr. ALFRED STETTBACHER, Zürich. 2., völlig umgearbeitete Auflage. XII, 459 Seiten mit 300 Abbild. im Text. 1933. gr.8°. Kart. RM. 36.80

Nitrocellulose: ... Vor uns liegt ein Buch, das alle Gebiete, die hier in Frage kommen, erfaßt. Besonderen Wert hat der Verf. auf die militärische Seite gelegt. Neben der Praxis ist aber auch die Theorie weitgehend zu ihrem Rechte gekommen, und die vielen Abbildungen sowie eine sorgfältige Literaturangabe erhöhen den Wert des Buches, das eigentlich in keiner Bibliothek des Pulver- und Sprengstoffachmannes fehlen darf, aber auch nicht in den Bibliotheken aller derer, die sich irgendwie mit der Materie befassen müssen, seien es nun Techniker, Offiziere oder reine Wissenschaftler.

Soziologie des Krieges

von Prof. Dr. S. RUDOLF STEINMETZ, Amsterdam. Zugleich 2., vollständig umgearbeitete und erweiterte Auflage der „Philosophie des Krieges“. XII, 704 S. 1929. 8°. RM. 35.10, geb. RM. 37.80

Götting. gel. Anzeigen: Die Wissenschaft darf sich beglückwünschen, daß diese großen Kenntnisse im Besitz eines geraden Mannes sind, der unbeirrt und unbestechlich die Wahrheit sucht und nie zögert, sie auszusprechen, und der zudem als Sohn eines neutralen Landes und Sproß einer holländischen Soldatenfamilie den Verhältnissen des großen Krieges unbefangen und hervorragend befugt gegenüber steht. Diese Eigenschaften geben auch seiner „Soziologie des Krieges“ den Charakter, die hoffentlich viele lesen werden, um über ihren Inhalt nachzudenken.

Meine Verlagserscheinungen sind durch jede Buchhandlung zu beziehen

JOHANN AMBROSIOUS BARTH / VERLAG / LEIPZIG

Verbandlehre

Ein Leitfaden für Studenten, Schwestern und ärztliches Hilfspersonal. Von Dr. FELIX JAEGER, Oberarzt der Chirurgischen Universitäts-Klinik Berlin. Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. Georg Magnus, Berlin. VIII, 98 Seiten mit 141 Abbildungen im Text. 1936. 8°. Kart. RM. 4.80

Zentralblatt für Chirurgie: Es wird vor allen Dingen Wert darauf gelegt zu zeigen, wie der betreffende Körperabschnitt am einfachsten und sichersten verbunden werden kann und welche Fehler vermieden werden müssen. Ebenso gibt das Buch dem Arzt willkommene Gelegenheit, sich schnell zu orientieren, welche Art des Verbandes im vorliegenden Falle am zweckmäßigsten ist. Daß den Gipsverbänden ein Abschnitt gewidmet ist, ist um so mehr zu begrüßen als auch die Indikationen für die einzelnen Arten des Gipsverbandes besonders hervorgehoben werden. Das die modernsten Anforderungen und Erfahrungen berücksichtigende Buch kann nur wärmstens empfohlen werden, um so mehr, als es durch sehr klare, der Natur entsprechende Abbildungen erläutert ist. A. Borchard.

Verbandlehre

Von Prof. Dr. JOHANNES SOMMER, Zwickau. 3., verb. Auflage. 51 S. mit 40 Abbild. im Text. 1933. kl. 8°. Steif brosch. RM. 2.40
(Bildet: Breitensteins Repetitorien, Nr. 58)

Zentralblatt für Chirurgie: Das Studium dieses Repetitoriums ist den Studierenden und Praktikanten zu empfehlen, es wird auch manchem jungen Kollegen besonders für Verbandskurse und Schwesternausbildung ein angenehmes, kurzes Hilfsbuch sein können. H. Plagemann (Stettin).

Taschenbuch für die erste Hilfe bei Unglücksfällen, beim Sport, Wandern und zu Hause

Von Med.-Rat Dr. K. MARLOTH, Leipzig. 4. Auflage. 29 Seiten mit 12 Abbildungen. 1930. K. Einzeln RM. —.55
Partiepreise: 100 Stück RM. 45.—, 300 Stück RM. 121.50, 500 Stück RM. 180.—, 1000 Stück RM. 270.—

Rettungstafeln für Wasser- und Eisunfälle

Von Med.-Rat Dr. K. MARLOTH, Leipzig. Plakat in Groß-Folio (50×70) mit 10 Bildern. 1927. K. Einzeln RM. —.55, auf Karton RM. —.85, auf Karton und lackiert RM. —.90
Partiepreise: auf Papier: 100 Stück RM. 45.—, 300 Stück RM. 121.50, 500 Stück RM. 180.50, 1000 Stück RM. 270.—; auf Karton: 100 Stück RM. 63.—, 300 Stück RM. 175.50, 500 Stück RM. 270.—, 1000 Stück RM. 450.—; auf Karton und lackiert: 100 Stück RM. 72.—, 300 Stück RM. 202.50, 500 Stück RM. 315.—, 1000 Stück RM. 540.—

Taschenbuch für Schwimmer

Von Med.-Rat Dr. K. MARLOTH, Leipzig. „So“ mußt Du einen Ertrinkenden retten. 16 Seiten mit 10 Abbildungen im Text. 1927. K. RM. —.40
Partiepreise: 100 Stück RM. 31.50, 300 Stück RM. 81.—, 500 Stück RM. 112.50, 1000 Stück RM. 180.—

Die mit K bezeichneten Schriften erschienen in der Verlagsabteilung Curt Kabitzsch

JOHANN AMBROSIOUS BARTH / VERLAG / LEIPZIG

Die sportärztliche Untersuchung

Von Prof. Dr. ARNO ARNOLD, Direktor der Staatsanstalt für Krankengymnastik und Massage, Dresden. 2., verbesserte Auflage.
80 Seiten mit 2 Abbildungen im Text. 1935. kl. 8°. Kart. RM. 2.70

N.-S. Landpost: Es ist erstaunlich, mit welcher Vollständigkeit das Büchlein die Untersuchung und Beratung Sporttreibender, die Beurteilung und die Wirkungsweise der einzelnen Sportarten, die Lebenserscheinungen im gesunden und kranken Körper an den verschiedenen Organen beschreibt. Nicht nur der Arzt, auch der Sportlehrer findet in diesem Büchlein einen treuen Helfer und Berater.
Dr. Moll.

Einführung in die sportärztliche Arbeit

Unter Mitarbeit von Sportrat W. DÖRR, Chefarzt Dr. W. SCHÖNDUBE, Oberarzt Dr. F. STÄHLER, herausgegeben von Med.-Rat Dr. O. SCHMITH, Frankfurt a. M. Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. H. Lampert. 92 Seiten. 1936. gr. 8°. Kart. RM. 2.70

Mediz. Klinik: Die moderne Gesundheitsführung fordert weitgehendst sportärztliche Aufsicht beim Betrieb der Leibesübungen. Allen, die sich sportärztlich betätigen, wird dieses Büchlein wertvolle Hinweise geben, vor allem die Kapitel von Schöndube zeigen, daß hier ein Sportsmann, der selbst höchste Leistungen vollbracht hat, seine Erfahrungen niedergeschrieben hat.
Heise, Berlin.

Über den heutigen Stand der Wundbehandlung

nach den Erfahrungen des Weltkrieges

Antrittsvorlesung, zur Wiedereröffnung der Chirurgischen Universitäts-Klinik in Berlin, Ziegelstr. am 16. Nov. 1933, gehalten von GEORG MAGNUS, ord. Prof. 21 S. 1933. gr. 8°. RM. 1.—

Die Schrift gibt in großer Zusammenschau die Entwicklung der Wundbehandlung vor allem unter Berücksichtigung der Kriegschirurgie. Sie zeigt den Wandel der Anschauungen und ist deshalb, über die chirurgischen Fragen hinausgehend, auch medizingeschichtlich aufschlußreich.

Selbstaussgleich und Wiederherstellungschirurgie

Von Prof. Dr. K. GEBHARDT, Chefarzt der Klin. Abt. f. Sport- und Arbeitsschäden der Heilanstalten Hohenlychen. 26 S. 1936. 8°. Kart. RM. 1.20

Deutsches Ärzteblatt: Der Verfasser schildert die klinischen und erzieherischen Maßnahmen und die hieraus entstehenden allgemeinen Forderungen im Rahmen der Wiederherstellungschirurgie, auf Grund seiner großen Erfahrung in Hohenlychen. Jeder Arzt, der Wiederherstellungschirurgie betreibt, wird manche neue und lehrreiche Gesichtspunkte finden und verwerten.
Usadel.

Prospekte: „Sportmedizin u. Leibesübungen“ und „Neues chirurgisches Schrifttum“ kostenlos

JOHANN AMBROSIOUS BARTH / VERLAG / LEIPZIG

Wehrkraft und Siedlung

Von Oberstabsarzt Dr. F. W. BREKENFELD, Dozent an der Militärärztl. Akademie Berlin. 51 S. 1937. gr. 8°. Kart. RM. 3.30

(Bildet: Staatsmedizinische Abhandlungen Nr. 16, hrsg. von Ministerialdirektor Dr. A. Gütt, Ministerialdirektor Dr. G. Frey, Staatsrat Stadtmed.-Rat Dr. L. Conti und Oberreg.-Rat Dr. H. Krahn, Berlin.)

Eine in jeder Hinsicht gesunde Siedlung wirkt sich nicht nur wirtschaftlich, nur sozial, nur wehrpolitisch aus, sondern fast immer nach allen Richtungen gleichzeitig. In weitgreifenden Darlegungen zieht der Verfasser zunächst aus den geschichtlichen Erfahrungen die praktischen Folgerungen und stellt dann die Grundsätze für die heutige deutsche Siedlung auf. Es ist ein Buch für sämtliche Stellen, die mit der Siedlertätigkeit irgendwie betraut sind und jeden, der sich mit diesem Gebiet irgendwie beschäftigt.

Näheres über diese Schrift in meinem Sonderprospekt: „Wehrkraft u. Siedlung“

Abhandlungen zur Wehrpsychologie

Vorträge aus einem Fortbildungskurs beim Psychologischen Laboratorium des Reichskriegsministeriums, Berlin, März 1936. Hrsg. vom Psychologischen Laboratorium des Reichskriegsministeriums, Berlin. VI, 196 Seiten. 1936. gr. 8°. Kart. RM. 10.—

(Bildet: Beiheft 72 z. Zeitschr. f. angew. Psychologie u. Charakterkunde.)

Aus dem Vorwort: Soziologische Psychologie, Psychologie der soldatischen Arbeit und der Arbeitsmittel, charakterologische Psychologie der Menschauslese, Psychologie der Ausbildung und Erziehung, Psychologie der Symbolik und Ausrüstung, Psychologie der Propaganda und Völkerpsychologie, Psychologie des Kampfes und der Kriegführung gehören als Einzeldisziplinen zum System der Wehrpsychologie. Von allen ihren Teilgebieten aus muß ihre Arbeitsidee wissenschaftstheoretisch entwickelt werden. Diese wird beweisen, wie berechtigt die Wehrmachtpsychologie es ablehnt, als Wehrmachtpsychotechnik bezeichnet zu werden.

Die Befehlssprache

Gesundheit, Zweckmäßigkeit, Kraft

Von Univ.-Prof. Dr. med. H. LOEBELL, Marburg a. Lahn, und Univ.-Lektor Prof. F. K. ROEDEMAYER, Frankfurt a. M.-Oberursel. V, 30 S. mit 4 Abbild. im Text. 1936. kl. 8°. K. RM. 1.—

Staffelpreise: Von 20 Stck. an je RM. —.80; von 50 Stck. an je RM. —.75; von 100 Stck. an je RM. —.70

Die Verf. geben rein praktische Hinweise und für die das Befehlen Lehrenden auch die theoretischen Grundlagen. Nicht weniger ausführlich werden die Gefahren für die Stimme und die notwendigen vorbeugenden Maßnahmen behandelt. Versammlungsredner, Berufssprecher und Erzieher, die oft mit den gleichen Schwierigkeiten zu kämpfen haben, können Anleitungen zur Schonung und besseren Ausnützung ihrer Stimme daraus entnehmen.

Kleines Narkosebuch

Eine Anleitung über Allgemeinnarkose für Schwestern und Heilgehilfen von Doz. Dr. FRITZ HESSE, Schweidnitz. VI, 51 Seiten mit 22 Abbildungen im Text. 1935. 8°. Kart. RM. 2.—

Klinische Wochenschrift: Das Buch gibt eine ausgezeichnete Uebersicht über sämtliche Fragen, die mit der Narkose zusammenhängen. Die Ausführungen über die Vorbereitungen zur Narkose sind von besonderer Wichtigkeit. Das Narkoseinstrumentarium und die verschiedenen Narkosearten finden eine ausgezeichnete klare Beschreibung. Das Buch muß als besonders gut gelungen bezeichnet werden.

Die mit K bezeichnete Schrift erschien in der Verlagsabteilung Curt Kabitzsch

JOHANN AMBROSIOUS BARTH / VERLAG / LEIPZIG





47564/
2