



**CHEMISCHE
WAFFEN**

**Kleinkriegsanleitung
für jedermann**

Der totale Widerstand

Oberst Hans von Kyburg

**Teil 1
Band 2**

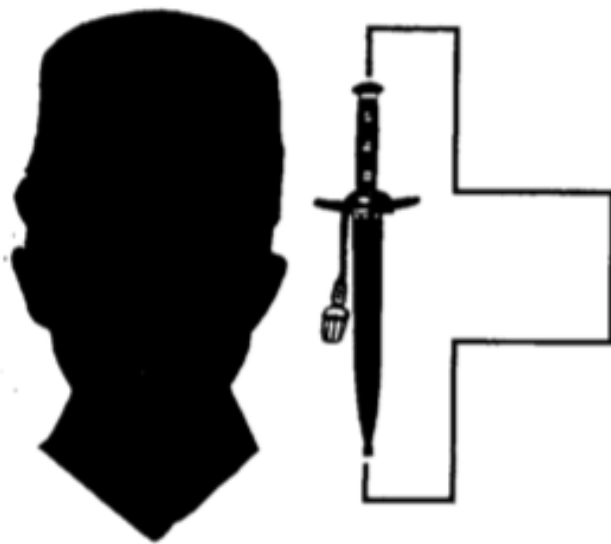
Der totale Widerstand

Band 2 - Teil 1

Die Chemische Waffe

Kleinkriegsanleitung für jedermann

Von Oberst Hans von Kyburg



WARNUNG

**DIE ZUM TEIL IN DIESEM BUCH ANGEgebenEN DATEN SOWIE LABOR- UND
EINSATZ-BEISPIELE DÜRFEN NICHT MISSBRÄUCHLICH UND GEGEN DIE GE-
SETZE DES JEWEILIGEN LANDES DES BESTELLERS VERWENDET WERDEN.
JEDE HAFTUNG LEHNT DER VERLAG AB.**





Die Neutralität der
Schweiz ist soviel wert,
als die schweizerische
Armee wert ist.

General Henri Guisan
1874-1960

Es versteht sich von selbst, dass sich die schweizerische Landesverteidigung an die Grundsätze des Völkerrechts zu halten hat («Haager Abkommen über die Gesetze und Gebräuche des Landkrieges» und die «Vier Genfer Abkommen» von 1949 sowie das «Chemie Waffen-Übereinkommen» CWÜ in Kraft seit April 1977)

Totaler Widerstand

Band 2, Teil 1

ISBN 3-9521127-0-4

Copyright © by Buchverlag HVD

Urheberrechtsbesitzer der Bücher

Major Hans von Dach

Nachdruck, Übersetzung, fotografische Vervielfältigung,
Mikrofilme, Verbreitung durch PC-Systeme,
Internet usw. sind auch auszugsweise verboten.

Direct inquiries and/or Orders to the above address.

All rights reserved. Except for use in a review, no portion of this book may be reproduced in any form without the express written permission of the publisher.

Autor und Verlag lehnen jede Verantwortung bei Missbrauch von
Informationen aus diesem Buch ab.

Neither the author nor the publisher assumes any responsibility for the use or misuse of information contained in this book.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	8
Worte von Major von Dach.....	9
Zum Geleit.....	12
CHEMISCHE WAFFEN	17
Momentaner Situationsbericht	17
Entwicklung der chemischen Waffe und deren Einsatz im Krieg.....	19
Militärische Decknamen für Gaskampfstoffe.....	26
Im ersten Weltkrieg eingesetzte Kampfstoffe.....	27
Kampfstoffmunition im 1. Weltkrieg.....	31
Deutsche Kampfstoffmunition	31
Französische Kampfstoffmunition.....	35
Einsatz chemischer Kampfstoffe seit 1945	36
Tarnbezeichnung einiger, nach 1945 entwickelten Kampfstoffe.....	37
Toxikologie chemischer Kampfstoffe	52
Erträglichkeitsgrenzen chemischer Kampfstoffe.....	59
Toxizität der Kampfstoffe	61
Militärtoxikologischer Wert	63
Erkenntnisse aus dem 1. Weltkrieg	67
Die Wirkung chemischer Kampfstoffe.....	67
Grünkreuzgruppe (Phosgen, Perstoff, Chlorpikrin).....	67
Chlor	67
Phosgen.....	68
Perstoff	69
Schnelldiagnose der Kampfstoffe	70
Sofortmassnahmen bei Vergiftungen durch chemische Kampfstoffe	71
Vergiftungen durch chemische Kampfstoffe	71
Phosphororganische Verbindungen	71
Fluororganische Verbindungen	71
Zyanverbindungen.....	71
Phosphor- und Arsenwasserstoff.....	72
Lungenschädigende Verbindungen.....	72
Bleitetraäthyl.....	72
Hautschädigende Kampfstoffe	72
Reizstoffe	72
Letale Konzentration einiger Kampfstoffe	73
Letale Dosen (LD) einiger Kampf- und Giftstoffe	74

Kenntnis der Entgiftungsmittel	77
Natürliche Kräfte und Stoffe.....	77
Witterungseinflüsse	77
Feuer	77
Wärme	78
Wasser (siehe Witterungseinflüsse)	78
Erde.....	78
Chemische Entgiftungsmittel und Lösungsmittel	80
Schema für Hilfeleistung bei Kampfgaserkrankungen	81
Allgemeiner Hinweis für die Arbeit mit chemischen Kampfstoffen im Widerstand	83
Bilddokumente.....	85-92
Pfeilgifte.....	93
Einteilung der wichtigsten Kampfstoffe nach Hauptwirkung	95
Haut-Kampfstoffe / Hautgifte	96
Lungen-Kampfstoffe	98
Wirkung von Phosgen.....	99
Wirkung von Diphosgen.....	100
Halogenierte Nitroalkane	100
Blut-Kampfstoffe	101
Psycho-Kampfstoffe	102
Reizstoffe der Schleimhaut.....	103
C-Kampfstoffe	105
DFP	108
Tabun (GA).....	109
Sarin (GB)	110
Soman (GD)	111
FEA	112
MFA.....	113
Blausäure	114
Phosgen.....	115
Chlor.....	116
Bilddokumente.....	117-117
S-Lost.....	120
N-Lost	122
Lewisit.....	124
Adamsit	125
LSD.....	126
CN-Stoff	127

Anwendung, Darstellung und Merkmale der Kampfstoffe	129
1 Bis-(2-chloräthyl)-thioäther: Yperit, Gelbkreuz, Senfgas/Mustard	129
2 2-Chloräthenyldichlorarsin: Lewisit	137
3 Zyanwasserstoff und Halogenzyane: AC, VN, Forestite	142
Gefechtsanwendung allgemeingiftiger Kampfstoffe	147
4 Propoxy-(2)-methylphosphorylfluorid: Sarin, Trilon, GB	149
5 Dimethylamino-äthoxyphosphorylzyanid: Tabun, T83, Gelan	155
6 Dimethylbutoxy-(2)-methylphosphorylfluorid: Soman, Trilon	158
Zusammenfassung der Nervengifte der Trilon-Gruppe	160
V-Kampfstoffe	161
7 Phosphorylcholine und -thiocholine	161
GB und VX enthaltende amerikanische Munition	167
8 Trichlornitromethan: Chlorpikrin, Klop, Grünkreuz, Vomiting Gas	172
9 Kohlendisäuredichlorid: Phosgen, Grünkreuz, CG, PG, Collongite	174
Gefechtsanwendung lungenschädigender Kampfstoffe	176
10 Diphenylchlor- und Diphenylcyanarsin: Blaukreuz, Clark, Sternite	177
11 Diphenylaminchlorarsin: Azin, Adamsit, DM	179
12 Phosphororganische Insektizide	180
13 Parathion und Paraoxon	182
Militärische Bedeutung	183
Psychochemische Kampfstoffe	185
Einführung	185
14 Psychogifte	185
15 Indolderivate	188
16 Lysergsäurederivate	189
17 d-Lysergsäurediäthylamid	190
17 Wirkungsweise (Zusammenfassung)	192
Biologischer Kampfstoff für den Widerstand	193
Botulinum (Clostridium botulinum)	194
Herstellung von Botulinum-Toxin, Neruotoxin	196
Der totale Widerstand - Band 1	207
Verlagsbücher	209

Vorwort

"Gifte sind illoyale Waffen, und wer sie in der Absicht, mit ihnen dem Gegner einen vernichtenden Schlag zuzufügen, anwendet, ist ein illoyaler Feind, der sich ausserhalb des Gesetzes stellt. Der Begriff der illoyalen Waffe braucht ebenso wenig begrifflich umgrenzt zu werden wie derjenige des Meuchelmordes, des Treuebruches, des Diebstahls oder der Notzucht.

Die Verwendung von Giften kann niemals eine militärische Notwendigkeit werden, die etwa eine Entkräftung kriegsrechtlicher Normen oder eine Durchbrechung internationaler Abkommen begründen dürfte. Es kann auch kein militärischer Notstand erdacht werden, bei dem dieses Kampfmittel unerlässlich wäre."

Louis Lewin, Toxikologe

Worte von Major von Dach

«Nie kapitulieren»

- Unser Gegner vertritt ein totalitäres Regime. Dieses greift so tief in die persönliche Sphäre jedes Einzelnen ein, dass der Kampf unmöglich durch die Niederlage der Armee beendet sein kann.
- Unterwerfung würde Selbstaufgabe bedeuten und fällt daher nicht in Betracht. Der Kampf muss bis zur Vernichtung des Aggressors weitergeführt werden. Eine andere Lösung gibt es nicht!
- Wenn zwei Gegner sich bis zum Äussersten bekämpfen - und das ist immer dann der Fall, wenn es um die Weltanschauung geht - kommt es in der Endphase unweigerlich zum Kleinkrieg und zivilen Widerstandskampf.
- Wer als militärischer Führer den Kleinkrieg gering schätzt oder gar missachtet, begeht einen Fehler, weil er die Kraft des Herzens nicht einkalkuliert.
- Die letzte, und es sei zugegeben, die grausamste Schlacht wird von den «Zivilisten» durchgekämpft. Sie steht im Zeichen der Deportationen, Galgen und Konzentrationslager.
- Wir werden diese Schlacht bestehen, weil jeder Schweizer und jede Schweizerin zuhinterst im Herzen - auch wenn sie zu spröde und zu nüchtern sind, dies im Alltag zuzugeben oder gar auszusprechen - an das alte und doch wieder brennend aktuelle Wort glauben:

«Es ist besser stehend zu sterben, als kniend zu leben !»

Major von Dach, Bern.



Zum Geleit

Gedanken um Naturgifte und Widerstand

Habgierige und Geizige haben den Staat ruiniert. Sie belieferten jahrelang den Feind mit erstklassigen Armeetechnologien und die Militärs verkauften sogar Informationen und Pläne der Landesverteidigung. Diese korrupten Politiker, Offiziere und auch einige Industrielle lebten in der naiven Illusion, mit ihren Bankkonten über alles erhaben zu sein. Denn der Feind hatte mehr als genug Geld und Gold... Und die Kleinbauern forderten immer höhere Subventionen, um beinahe nichts produzieren zu müssen - ausser Traktorenrennen an Wochenenden. Es war deshalb für den Feind sehr einfach, das scheinheilig auf Rosen gebettete, moralisch und kulturell bereits angeschlagene Land an einem Tag, ganz still ohne Kampf, zu erobern und neue, totalitäre gesellschaftliche Strukturen anzuordnen. Der Bevölkerung wurde der Besitz jeder Art von Waffen untersagt. Gleich in der ersten Woche des Einmarsches wurden alle Waffen eingesammelt und beschlagnahmt. Sogar aus dem Ortsmuseum wurden sie entfernt. Den Betreibern von Funknetzen der mobilen Telefonapparate wurde der Strom abgeschaltet und die Internetanschlüsse wurden nur den Konfidenten belassen.

In solch einer Situation haben sich natürlich etliche Patrioten zu einer Widerstandsbewegung zusammengeschlossen, der vor allem Industriearbeiter und Künstler angehörten. Kriegsgewinnler aller Gattungen haben den Wandel bejaht, denn sie dachten an ihre eigenen Privilegien. Aber auch etliche Bürger boten sich den neuen Machthabern eilends zur Kollaboration an, ohne zu merken, dass das Land allmählich in ein globales Arbeitslager umgewandelt wurde. Dem Kader der Widerstandskämpfer war klar, dass an eine bewaffnete Aktion vorläufig nicht zu denken war. Es wurde also beschlossen, nebst diversen Sabotagen, die fremden Okkupanten und die Zuträger aus dem eigenen Volk unauffällig zu liquidieren. Im Kampf gegen die Besetzung und die von fremder Macht neu eingesetzten Verwaltungsbeamten waren alle Mittel gut.

Die Widerstandsbewegung hat sich die Kenntnisse der Flora zu Hilfe genommen und die uralten Kräfte der Natur zu Verbündeten gemacht. Die Natur hat seit Jahrtausenden ohne Rücksicht auf die globalisierte Welt, ihren Kennern bei Bedarf stets etwas anzubieten: z.B. die Naturgifte. In vielen Privatgärten und in öffentlichen Grünanlagen wachsen Ziergewächse - die Eiben. Die immergrüne Eibe, *Taxus baccata*, gehört zu den Koniferen, den Nadelbäumen. Sie wächst horstartig, sehr verzweigt als Gebüsch, oder als alleinstehender Baum. Sie wächst sehr langsam und kann unter guten Bedingungen ein Alter von über 2000 Jahren erreichen, allerdings sind über 20 m hohe Bäume sehr rar. Die Nadeln sind etwa 12 bis 40 mm lang und 1,5 bis 3 mm breit. Aus den Blüten der Eibe entstehen 5 bis 7 mm lange und 4 bis 5 mm breite Samen - die Kerne - die von einem roten Samenmantel, *Arillus*, Fruchtfleisch genannt, umhüllt sind. Die Eibe blüht von März bis April, die Samen sind etwa ab August reif.

Mit Ausnahme des süsslich schmeckenden Fruchtfleisches ist die ganze Eibe

giftig. Sie ist sowohl für Menschen als auch für etliche Tiere giftig. Was die Haustiere betrifft, reagiert am empfindlichsten das Pferd. Es bricht bereits einige Minuten nach dem Verzehr von Eibennadeln und Zweigen tot zusammen. Die Rinder sind widerstandsfähiger, am widerstandsfähigsten sind die Ziegen. Die Tiere sehen äusserlich gesund aus und zeigen keine Spur irgendeiner Erkrankung. Die ganze Eibe enthält das Glykosid *Taxacatin* und giftige Alkaloide: *Taxin*, *Miloxin* und *Ephedrin*. Die letale Wirkung hat das amorphe *Taxin B* - $C_{35}H_{55}O_8N$. Hingegen ist das im Labor isolierte, kristalline *Taxin A* - $C_{35}H_{49}O_{10}N$ - nicht wirksam. Die einfachste Methode, eine letale Dosis des Taxins B jemandem unauffällig zu verabreichen, ist in der Zubereitung als Tee. Die sichere Dosis, die zur Vergiftung eines Menschen reicht, ist ein Absud aus 80 g Eibennadeln. Natürlich muss es nicht unbedingt ein Absud sein, genauso wirken die fein gemahlenden Samen, oder die in einem Mixer zu Brei zerhackten Nadeln, oder zu Sägemehl verarbeitete Eibenrinde, bzw. das Holz. Es kommt darauf an, was verabreicht wird, Essen oder Getränk.

Die Nadeln weisen die höchste Menge, 0,5 bis etwa 2% des Taxins auf. Die Samen enthalten etwa 1%. Es spielt keine Rolle, ob man diese oder jene Teile der Eibe kocht oder auf Vorrat trocknen lässt. Nach einer uralten Faustregel ist für den Menschen die letale Dosis 1g Nadeln per 1 kg Körpergewicht. Die Symptome der Vergiftung treten 1 - 2 Stunden nach der Gifteinnahme auf. Es beginnt mit Übelkeit, Krämpfen, Durchfall, dann folgt der Tod durch Herzversagen und Ersticken. Die Bestimmung der Todesursache ist für die Ärzte nicht gerade einfach, denn der pathologisch/anatomische Befund hat keine spezifischen Charakteristika. Der eindeutige Beweis des Taxins im Körper kann nur mittels einer langwierigen Analyse des Mageninhalts festgestellt werden. Falls ein Mensch eine Taxinvergiftung überlebt, leidet er in der Folge an Nieren- und Leberschäden, bzw. Störungen. Die in der Eibe enthaltenen Substanzen wirken auch sehr stark auf die Gebärmutter. Aus diesem Grunde haben sich in früheren Zeiten schwangere Frauen, welche auf diesem Weg insgeheim abtreiben wollten, einen Eibenabsud zubereitet (nach dem Motto: je stärker, desto besser) und tranken ihn heimlich. Man fand sie aber meistens irgendwo tot auf.

In neuester Zeit werden aus der Eibe auch medizinisch nutzbare Wirkstoffe, Taxol und Baccatin III, gewonnen. Diese werden als chemotherapeutische Mittel (Paclitaxel) zur Heilung von metastasierendem Brust- und Eierstockkrebs eingesetzt.

Die Widerstandskämpfer gingen vorsichtig an die Arbeit und sammelten die Eibennadeln. Die Frauen der Widerstandsorganisation kochten den Absud, den sie nachher, d.h. nach der Konsultation eines eingeweihten, zuverlässigen Spitalchemikers, noch weiter konzentrierten. Es blieb aber nicht nur bei der Eibe. Beinahe jeden Garten zierte schöne blau oder violette Blüten des Blauen Eisenhuts, *Aconitum napellus*, der auch Sturmhut genannt wird. Diese schöne Pflanze ist eine der giftigsten. Die Wurzeln, die Blätter und die Blüten enthalten das giftige Alkaloid *Aconitin* - $C_{34}H_{47}O_{11}N$. Die Wurzeln können irrtümlicherweise oder absichtlich mit Sellerie oder Meerrettich verwech-

seit werden. Die letale Dosis beträgt 3 bis 5 mg Aconitin, oder 2 bis 3 ml Aconitintinktur, bzw. ca. 15 g der Wurzel. Aconitin hat eine ziemlich perfide Wirkung, weil die Betroffenen bei Bewusstsein bleiben, bis der Atem oder das Herz aussetzt. Aconitin war als zuverlässiges Gift schon vor 2000 Jahren sehr beliebt. So sehr, dass der römische Kaiser Trajanus im Jahr 117 das Ziehen dieser Zierpflanze verbot. Eine Zeitlang wurde Aconitin auch als Pfeilgift benutzt.

Eine Frau hat den Einsatz der Tollkirsche, *Atropa belladonna*, die das *Atropin*, das *Hyoscyamin* und das *Scopolamin* enthält, vorgeschlagen. Eine andere Frau meinte, auch das überall wachsende, giftige Maiglöckchen, *Convallaria Majalis*, wäre geeignet, welches *Convallatoxin*, *Convallamarin* und *Maiolin* enthält. Der Spitalchemiker hat jedoch von diesen Pflanzen abgeraten, da deren Gifte an der Leiche äussere Merkmale hinterlassen, die unverzüglich als Symptome eines nicht natürlichen Todes erkannt werden. Er war der Ansicht, es wäre besser, sich nach Geflecktem Schierling, *Conium maculatum*, umzusehen. In der ganzen Pflanze sind die Alkaloide *Coniin* - $C_8H_{17}N$, *Conydrin* und *Methyl coniin* enthalten. Als letale Dosis werden etwa 200 mg benötigt, und es gibt keinen charakteristischen pathologisch/anatomischen Befund, ausser dass der Urin evt. nach Mäusen riechen könnte. Coniin war schon vor Jahrtausenden beliebt. Es war das Elixier des Todes (unter Zugabe von einem bisschen Opium als Delikatesse), welches der freidenkerische griechische Philosoph Sokrates 399 v.Ch. mit eleganter Gelassenheit "freiwillig" austrank, als er wegen Nichtachtung der Götter und Verführung der Jugend verurteilt wurde. Coniin wirkt, bei vollem Bewusstsein, relativ langsam, der Körper wird erst nach und nach gelähmt. Der erlösende Erstickungstod erfolgt zwischen einer halben Stunde und 2 Tagen. Es ist jedoch nicht einfach, Coniin beliebig zu verwenden, denn es schmeckt ziemlich bitterscharf. Je nach Jahreszeit wurde auch grüner Knollenblätterpilz, *Amanita phalloides*, einer der giftigsten Pilze gesammelt. Dieser Pilz enthält eine ganze Reihe von Giften, welche in drei komplexe Gruppen aufgeteilt werden. Wirkungsvoll ist hauptsächlich die Gruppe der thermostabilen *Amatoxine*, summarisch $C_{33}H_{45}O_{12}N_7S$. Im Verhältnis zu seiner Grösse enthält der Pilz relativ kleine Mengen der Gifte; 100 g enthalten durchschnittlich 8 mg *Alpha-Amanitin*, 5 mg *Beta-Amanitin*, 0,5 mg *Gamma-Amanitin*, 10 mg *Phalloidin* - $C_{30}H_{43}O_9N_7S$, usw.

Für einen Menschen beträgt die letale Dosis des α -Amanitins allemal nur 0,1 mg pro 1 kg Körpergewicht. Das Amanitin zeigt seine Wirkung im Organismus sehr diskret an, erst nach 8 bis 12 Stunden. Auch der Tod hat es nicht eilig, er lässt sicherheitshalber 5 bis 10 Tage auf sich warten. Es genügt also, das Essen von 1-2 kleinen Pilzen, egal ob in rohem, gekochtem oder getrocknetem Zustand und das Resultat ist klar. Die Widerstandskämpfer haben erst die Pilze trocknen lassen und dann auf Vorrat pulverisiert. Es war freilich kaum denkbar, dem Feind ein Pilzgericht aufzutischen, sicherer war es, bei passender Gelegenheit eine Prise des Pilzpulvers dem Essen oder dem Getränk beizumischen. Es wurde auch die Anwendung von *Nicotin* - $C_{10}H_{14}N_2$ diskutiert. Nicotin ist ein Alkaloid, das aus (nebst einer ganzen Reihe anderen Alkaloiden) der Tabakpflanze *Nicotiana tabacum* gewonnen wird. Die zuver-

lässige letale Dosis reinen Nicotins ist 60 mg, sie wirkt unaufhaltsam und sehr schnell (fast so schnell wie Blausäure). Spätestens in 10 Minuten erfolgt die Reise ins Delirium des Jenseits... Ein medizinisches Entgegenwirken ist nicht möglich, es existiert nur in rein theoretischen Berechnungen. Es würde eigentlich genügen, weggeworfene Zigarrenstummel (sie enthalten durchschnittlich ca. 20 mg Nicotin) auf Vorrat zu sammeln. Die Stummel werden in einem 5 l-Glasbecher (z.B. Gürkenglas) oder in einem Kunststoffeimer mit Wasser, unter Zugabe von etwa 10 Volumenteilen Ethanol (Wodka oder Steinhäger ist auch gut), zu einem Brei vermischt. Man lässt das ganze ca. eine Woche liegen, dann wird die Flüssigkeit durch einen Filter gesiebt und anschliessend verdickt. Den Widerstandskämpfern war aber die rasante Wirkung des Nikotins zu schnell. In Zeiten des beinahe Überall-Rauchverbots könnte ausserdem das Stummelsuchen und -sammeln möglicherweise Verdacht erregen.

Selbstverständlich wurden auch verschiedene Naturgifte miteinander vermischt, z.B. Eibennadelbrei mit Pilzpulver. Aus dieser Masse wurden Dragees hergestellt. Diese konnten ziemlich problem- und risikolos ständig mitgenommen werden... In der Folge haben Landesverräter in unregelmässigen Abständen unter kuriosen Umständen das Dasein verlassen. Die Resultate der Laboruntersuchungen waren beinahe die gleichen, wie bei Gelbsucht. Die Militär- und Spitalärzte waren überwiegend ratlos. Sie hatten keine festen Anhaltspunkte. Denn eine Pilzvergiftung im Winter erschien z.B. absolut unwahrscheinlich. Zudem waren in den Resten des Mageninhalts keine Pilze zu finden. Die Widerstandskämpfer mussten sehr vorsichtig und streng konspirativ arbeiten; es war eine gefährliche Aufgabe. Der Feind und seine Kollaborateure waren in hohem Masse beunruhigt. Die angeordneten Untersuchungen, Verhöre, Personenkontrollen, Befragungen und Bespitzelungen brachten keine Resultate. Die patriotische Untergrundorganisation, deren Mitglieder sich strengste Disziplin auferlegten, wurde nicht entdeckt. Nach einer gewissen Zeit zerfiel das, von militanten Verbrechern nur mit Gewalt regierte Imperium. Die Eindringlinge zogen wieder ab und die Bürger konnten sich dem Wiederaufbau des devastierten Landes widmen. Man wusste aber, wer aus den eigenen Reihen an der Okkupation mitschuldig war und gebührend bestraft werden soll. Die Widerstandskämpfer zeigten mehr als deutlich, dass man in der Lage ist, sich mit einfachen Waffen - die die Natur liefert - lautlos gegen eine anfänglich mächtige Besetzung wehren kann. Mit den Kenntnissen der Flora und hausgemachten Mitteln, haben sie zur Heimatbefreiung beigetragen.

© Stano © Fotos und Collagen Stano

CHEMISCHE WAFFEN

Momentaner Situationsbericht

Man weiss, dass mehr als 20 Staaten im Bereich der **chemischen und biologischen Waffen** forschen und entwickeln und diese bereits in ihren Arsenalen lagern. **Über ein Dutzend Staaten arbeiten an toxischen Waffen.**

Dass im Kriegsfall diese Systeme auch eingesetzt werden, ist durch Beispiele hinreichend belegt. Die Technologie zur Herstellung von **chemischen Waffen** ist dank der Forschung während der letzten zwei Jahrzehnte erheblich vereinfacht und verbilligt worden.

Die Kontrolle der Ausfuhr entscheidender Geräte oder Materialien wurde durch die Fähigkeit von Ländern unwirksam gemacht, entweder die entsprechenden Bestandteile selbst herzustellen oder doppelverwendbare (dual use) Produkte zu erwerben.

Der Begriff Doppelverwendbarkeit wird auf Produkte angewandt, die sowohl zur **Herstellung von Waffen** als auch für friedliche Zwecke verwendet werden können. Im weiteren ist es heute nicht möglich, die Produktion **chemischer Waffen** aufzudecken.

Das bedeutet, dass jedes beliebige Land **chemische Waffen** herstellen kann.

Entwicklung der chemischen Waffe und deren Einsatz im Krieg

Die zahlreichen früheren Versuche, Gase und Dämpfe als Kampfmittel zu verwenden, scheiterten meist an der Unzulänglichkeit der technischen Mittel. Aber immer schon zeigte sich in vergangenen Kriegen das Bestreben, auch das Element der Luft sich dienstbar zu machen und für Kampfzwecke auszunutzen, die Atmosphäre mit Gift- und Rauchstoffen zu durchsetzen, dadurch dem Gegner den Atem zu nehmen und ihn auf diese Weise kampfunfähig zu machen.

Im 1. Weltkrieg haben die Franzosen schon zu Beginn des Krieges Gewehrgranaten eingesetzt, die mit einem **augenreizenden Stoff (Bromessigester)**, dem heutigen **CN/CS-Gas** ähnlich, gefüllt waren. Eine militärische Bedeutung wurde nicht erreicht, da eine Massenwirkung ausblieb. Der Gaskampf wurde dann durch deutsche Truppen äusserst erfolgreich und feldmässig eingesetzt.

Der deutsche Chlor-Blasangriff vom 22. April 1915 bei Ypern

Der April 1915 ging in die Geschichte ein als erster militärischer Grosseinsatz von chemischem Kampfstoff. Der Angriff wurde im Frontabschnitt bei Ypern ausgelöst. Es war der **«schwarze Tag von Ypern»**.

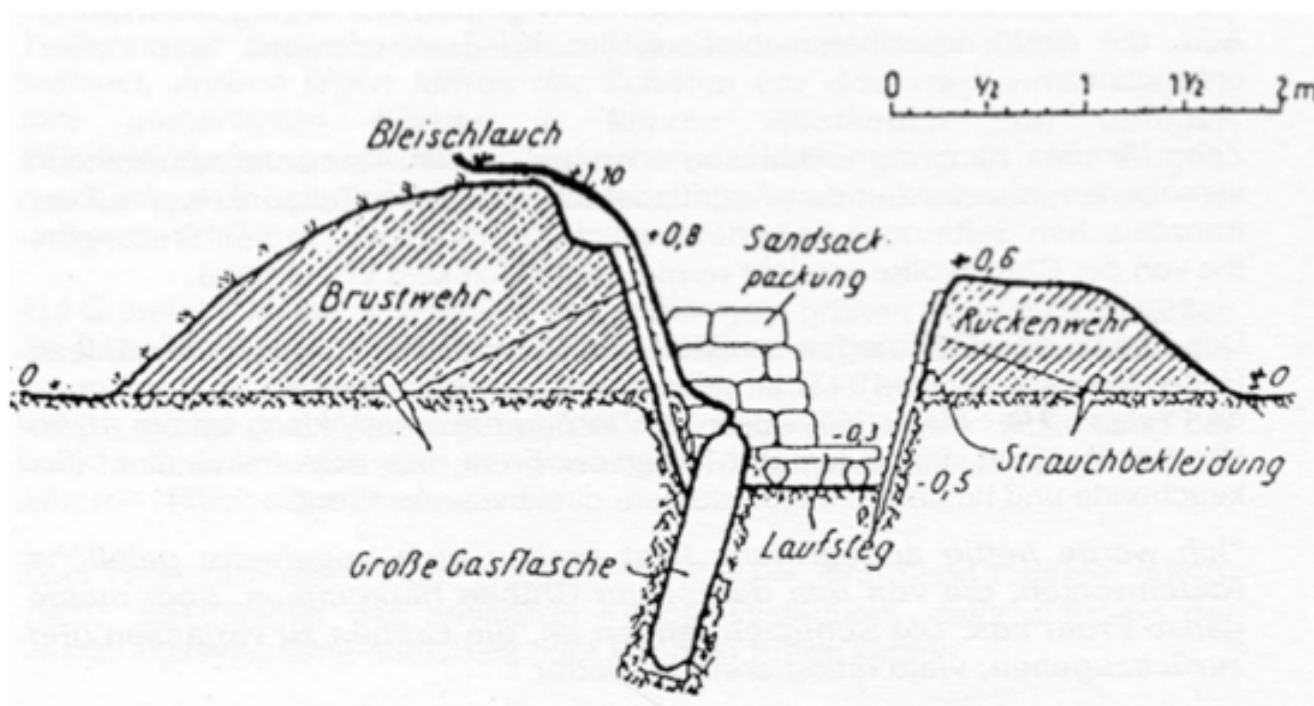


Abbildung 1: Querschnitt eines Grabenabschnitts mit eingegrabener Chlorflasche

Vom 5. bis 11. April 1915 gruben deutsche Pioniere 1600 grosse und 4130 kleine Gasflaschen ein, die jeweils vierzig bzw. zwanzig Kilogramm **flüssiges Chlor** enthielten. Zwischen dem 14. und 22. April wurde mehrmals der Einsatzbefehl erteilt, wegen ungünstigen meteorologischen Verhältnissen jedoch wieder zurückgezogen.

Im Laufe des 22. Aprils erhob sich dann jedoch der erwartete Nord-Nordost-Wind, so dass um 17.24 Uhr der endgültige Abblasbefehl an die Nordfront erging. Ein deutsches Flugzeug bewegte sich entlang der Frontlinie und warf Leuchtbomben ab, das Zeichen für die Infanterie, sich aus den vordersten Stellungen zurückzuziehen. Punkt 18.00 Uhr eröffneten mit Sauerstoffgeräten ausgerüstete Pioniere die **Chlorgasflaschen**, die bereits fünf Minuten später entleert waren. Aus Tausenden an die Flaschen angeschlossenen, drei Meter langen Bleirohren strömten nahezu einhundertfünfzig Tonnen **Chlorgas**, vereinigten sich zu einer sechs Kilometer breiten Wolke, die gegen die französischen und einige benachbarte britische Stellungen trieb. Sie war das Ergebnis des engen Zusammenwirkens von Wissenschaft (Haber), Militär (von Falkenhayn, Bauer) und chemischer Industrie (Duisberg).

Die gute Funktionsfähigkeit und unbürokratische Zusammenarbeit der deutschen Chemieindustrie lobte der britische Offizier Victor Lefebure in seinem 1921 in London erschienenen Buch «The Riddle of the Rhine» (Das Rätsel des Rheins).

Die Steuerung der Produktion von Sprengstoffen, Pulvern und Gaskampfstoffen erfolgte über die im September 1914 gegründete «Kriegschemikalien AG», die direkt der Chemieabteilung des Kriegsministeriums, also Haber, unterstand.

Zehn Minuten nach dem Abblasen erhielten die mit Atemschutz-Mullbinden versehenen Infanteristen den Angriffsbefehl. Zu diesem Zeitpunkt war auf der französischen Seite noch keinerlei Gasschutz vorhanden. In den Stellungen, die von der **Chlorwolke** erreicht wurde, regte sich kein Widerstand.

Der Beginn des Gaskrieges schildert der französische Brigadegeneral Jean Henry Mordacq (1868-1943) in seinem 1933 erschienenen Buch «Le Drame de l'Yser»: *"Hier Major Villevalleix, 1. Tirailleurregiment"*, klang es um 18.20 Uhr bei Mordacq, fünf Kilometer hinter der Front, aus dem Feldtelefon. Der keuchende und hustende Major meldete direkt von der Front:

"Ich werde heftig angegriffen. Jetzt breiten sich ungeheure gelbliche Rauchwolken, die von den deutschen Gräben herkommen, über meine ganze Front aus. Die Schützen fangen an, die Gräben zu verlassen und zurückzugehen; viele fallen erstickt nieder."

Mordacq hielt diese Meldung zunächst wohl für den Hilfeschrei eines geistesgestörten Offiziers. Als jedoch nur kurz danach Major de Fabry, der Kommandeur des 2. Bataillons, ähnliche Geschehnisse durchgab, wurde ihm das Ausmass des Infernos bewusst. Mordacq ritt mit einigen Soldaten in Richtung Front. In der Nähe des Ypernkanaals bemerkten sie heftiges Ohrensausen

sowie ein Kratzen in Nase und Kehle, zunehmend traten auch Atembeschwerden auf. Als dann selbst die Pferde bockten, ging es zu Fuss weiter. Am Kanal kamen ihnen die ersten flüchtenden Soldaten entgegen, die ihre Waffen weggeworfen hatten und mit weit geöffneten Uniformröcken wie Irrsinnige nach hinten eilten. Sie schrieten laut nach Wasser, spuckten Blut. Einige wälzten sich am Boden und rangen vergeblich nach Luft.

Allerdings hatte die **Chlorgaswolke** einige «Lücken» mit niedrigeren Konzentrationen, so dass nicht auf der gesamten Angriffsbreite die gleiche verheerende Wirkung zu verzeichnen war. In diesen wenigen Abschnitten wurde erbitterter Widerstand geleistet. Erst gegen 19.00 Uhr nahmen die deutschen Truppen Langemarck. Eine sechs Kilometer breite Bresche bis Bixchoote war offen.

Insgesamt 15.000 Gasvergiftete, davon 5.000 Tote, blieben nach französischen Angaben auf dem Schlachtfeld. Nach Angaben des britischen Gasdienstes sollen es 7.000 Vergiftete und 350 Tote gewesen sein, wobei nicht klar ist, ob diese Zahl nur die britischen oder die britischen und französischen Verluste umfasst; nach Charles H. Foulkes, 1936, waren es 7.000 Vergiftete und 3.000 Tote.

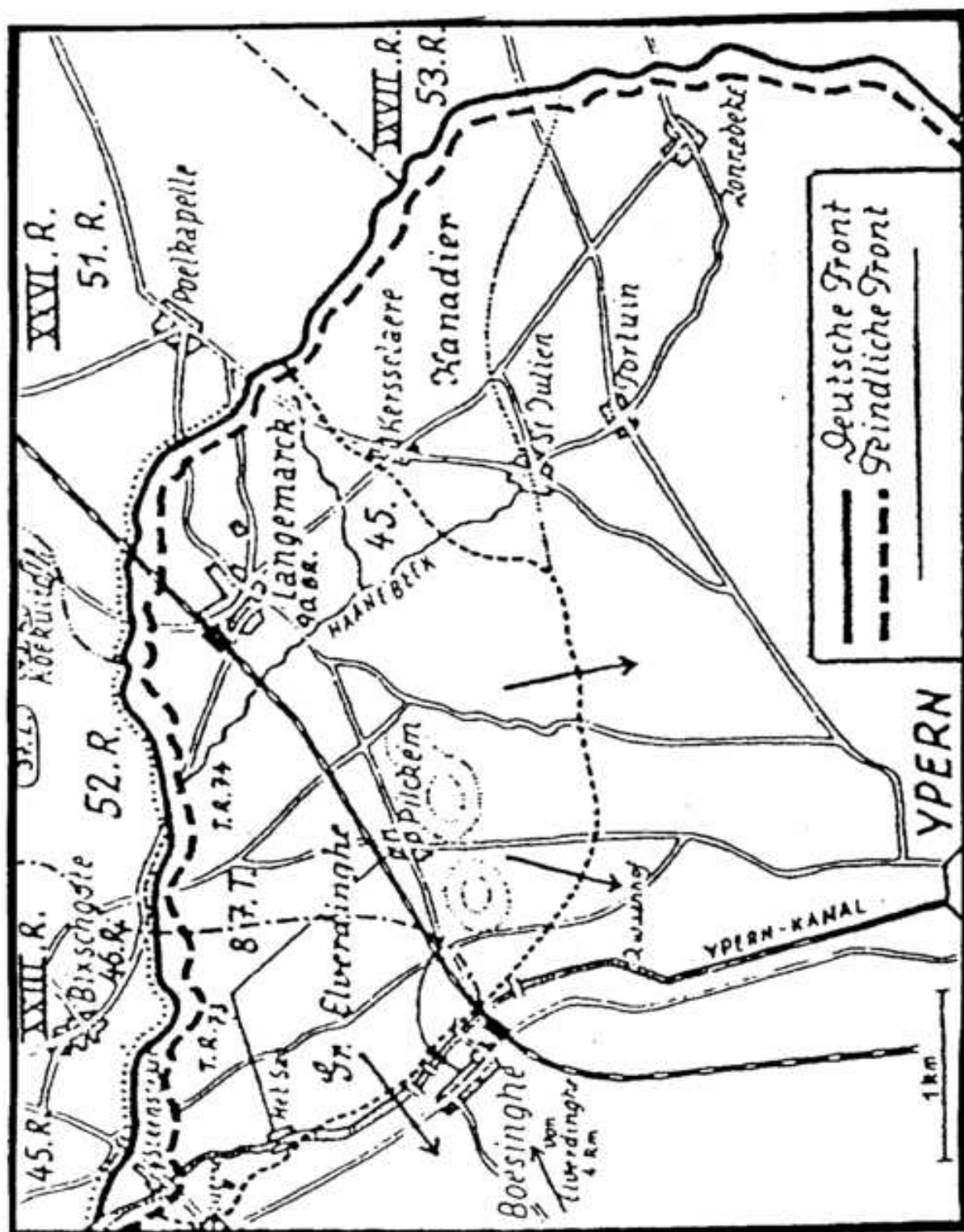
Lassen wir noch einmal einen in vorderster Linie unmittelbar betroffenen französischen Offizier zu Wort kommen, der das Schicksal der vergifteten Soldaten sehr anschaulich schildert:

"In der anbrechenden Dunkelheit dieses schrecklichen Tages kämpften sie mit ihrer Angst, rannten blind in die Gaswolke und stürzten, mit im Todeskampf keuchender Brust... Hunderte von ihnen fielen hin und starben; andere lagen hilflos da, Schaum vor den sterbenden Lippen, ihre gemarterten Körper in kurzen Abständen von heftigen Brechkrämpfen geschüttelt, Tränen der Anstrengung in den Augen. Auch sie würden später sterben, einen langsamen sicheren Tod von unbeschreiblicher Qual."

Auf Grund der zunächst weissen, erst später gelb-grünen Blaswolke, glaubten die französischen Frontchemiker, dass es sich um Phosgen und Rauch oder Rauch von Schwefelverbindungen gehandelt habe. Tatsächlich bestand die weisse Wolke aus Wasserdampf, der infolge der plötzlichen Abkühlung der Luft durch das Verdampfen der gewaltigen Mengen von **flüssigem Chlor** zu weissen Nebelballen kondensierte.

Zwei Tage nach dem Angriff bestätigte Professor John Scott Haldane (1860-1936), Beauftragter des britischen Kriegsministeriums, dass aufgrund der Vergiftungssymptome nur **Chlor** oder **Brom** in Frage kämen.

Kaiser Wilhelm II. (1859-1941) soll nach dem erfolgreichen **Chlorgasangriff** General von Falkenhayn dreimal begeistert umarmt haben. Den Vizefeldwebel, Professor Haber, beförderte er zum Hauptmann. Bald darauf erfolgten weitere derartige Angriffe, so im Mai 1915 gegen britische Stellungen bei Loos.



Der deutsche
Chlor-Blasangriff
am 22. April 1915
bei Ypern,
einschliesslich des
gewonnenen
Frontabschnittes
(nach R. Hanslian,
1937)



Britische Soldaten im 1. Weltkrieg mit schwersten Augenschäden durch Kampfgas.



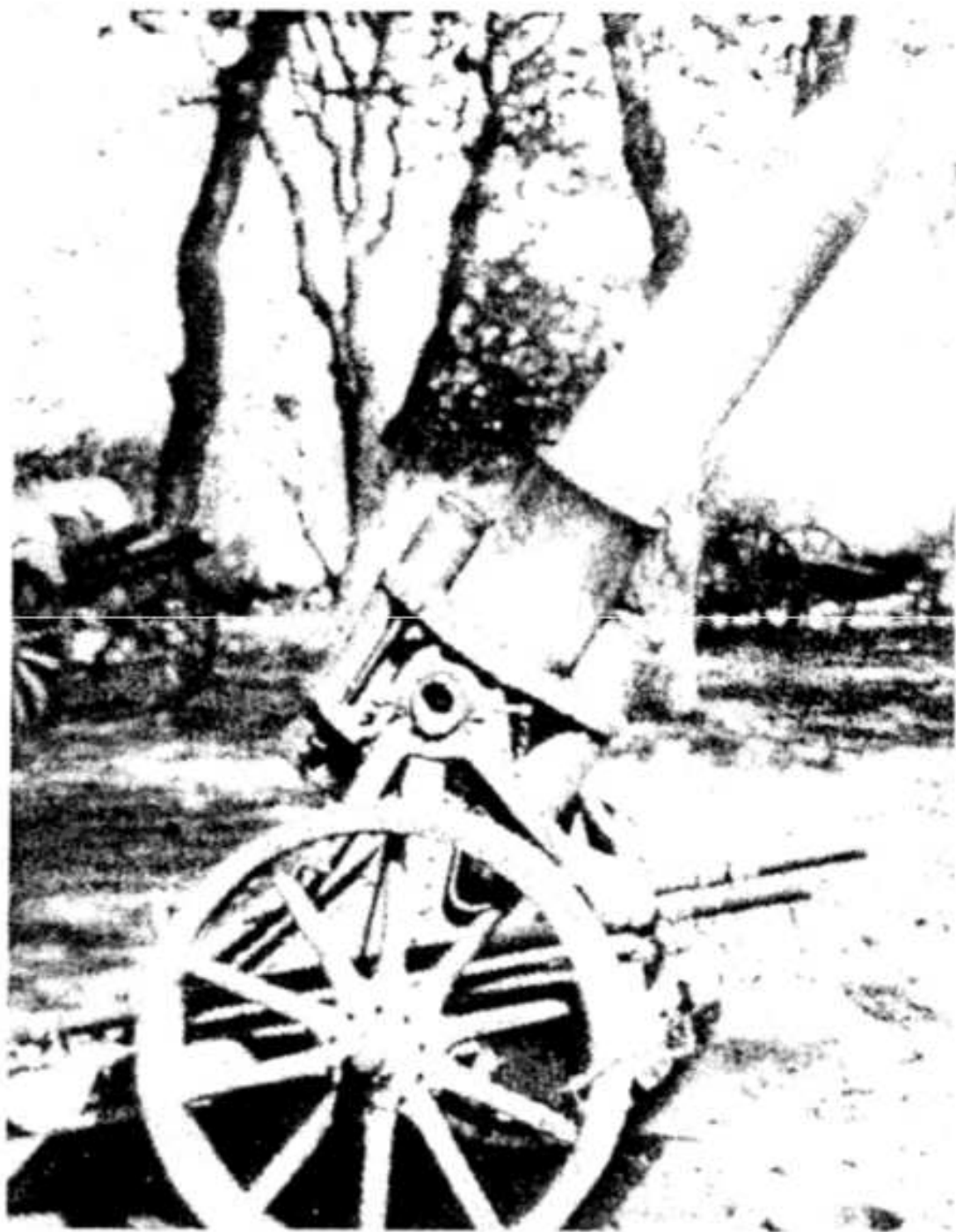
Laden eines Kampfstoff-Bomben-Werfers durch Britische Soldaten.



Französische Soldaten heben eine Grube aus, in welche die Kampfgas-Bombenwerfer versenkt wurden; eine einfache und günstige Konstruktion.



Deutsche Truppen beim Einsetzen der Ausstossladung für die Kampfgas-Bomben.



Fahrbarer deutscher Kampfgas-Bombenwerfer mit der Möglichkeit, die Elevation und damit die Reichweite zu beeinflussen.

Militärische Decknamen für Gaskampfstoffe

Im 1. Weltkrieg hat man die verschiedenen Gaskampfstoffe mit militärischen Bezeichnungen und Decknamen belegt. Die gebräuchlichsten sind:

Adamsit	Diphenylaminchlorarsin
Aquinite	Chlorpikrin
B-Stoff	Bromaceton
Bn-Stoff	Brommethyläthylketon
Bertolite	Chlor
Camite	Brombenzylcyanid
Campiellite	Bromcyan + Bromaceton
Clark I	Diphenylchlorarsin (Chlor-Arsen-Kampfstoff)
Clark II	Diphenylcyanarsin
Collongite	Phosgen (in Mischung mit Zinntetrachlorid)
Dick	Äthylidichlorarsin
Klop	Chlorpikrin
Lewisite	Chlorvinylchlorarsine
Lost	Dichlordiäthylsulfid
Manganite	Cyanwasserstoff-Arsenrichlorid
Martonite	Bromaceton (+30% Chloraceton)
Mauguinite	Chlorcyan
Mustardgas	Dichlordiäthylsulfid
Palite	Monochlormethylchloroformiat
Papite	Akrolein
Perstoff	Diphosgen (Chlorameisensäuretrichlormethylester)
Pfiffikus	Phenylarsindichlorid
Rationite	Dimethylsulfat
Sternite	Diphenylarsinchlorid und -Cyanid
Surpalite	Diphosgen
T-Stoff	Xylylbromid
Vincennite	Cyanwasserstoff + Zinntetrachlorid
Yperit	Dichlordiäthylsulfid

Im ersten Weltkrieg eingesetzte Kampfstoffe

Ersteinsatz, Anwender-Staaten, Tarnbezeichnungen
(erweitert nach SIPRI, 1971, und J. Matousek, 1985)

D = Deutschland, F = Frankreich, GB = Grossbritannien, R = Russland, Ö-U = Österreich-Ungarn, I = Italien

Kampfstoff Ersteinsatz, Anwender	Deutschland	Frankreich	Grossbritannien USA
Arcolein 1/1916, F		Papite (+ SnCl ₄)	
Arsenwasserstoff Versuche, F		Mithrite	
Benzylbromid 3/1915, D, F		Cyclite (+ TiCl ₄) Cederite (+SnCl ₄)	Lacrymator
Benzylchlorid Ende 1915, F		Fraissite (+Benzyl- iodid, SnCl ₄)	
Benziliodid 11/1915, F		Fraissite (+Benzyl- chlorid, SnCl ₄)	
Bis(brommethyl)-ether 1/1918, D		Bibi	
Bis(2-chlorethyl)-sulfid 7/1917, D, F, GB	Gelbkreuz S-Lost	Yperite, gaz moutarde Yc (+Chlorbenzol) Yt(+Tetrachlormethan)	mustard gas blistering gas HS (hun stuff)
Bis(chlormethyl)-ether 1/1918, D		Cici	
Blausäure 7/1916, F, GB, R		Forestite Manganite (+AsCl ₃) Vincennite (+AsCl ₃ , SnCl ₄ , Chloroform)	JL (+Chloroform) JBR (+AsCl ₃ , Chloroform)
Brom 5/1915, D			
Bromaceton 7/1915, D, F, Ö-U, GB	B-Stoff Be-Stoff (Ö-U)	Blotite, Maronite (+SnCl ₄ , Chloraceton)	BA
Brombenzylcyanid 7/1918, F		Camite	Ca. BBN, BBC (+Benzylcyanid)
Bromcyan 9/1916, Ö-U, GB	Ce-Stoff (Ö-U)	Campiellite (I)	CB
Bromessigsäureethyl- ester 8/1914, F			
Brommethylethylketon 7/1915, D, F, Ö-U	Bn-Stoff	Homomartonite (+Chlormethylethyl- keton, SnCl ₄)	
Chlor 4/1915, D, alle		Berthollite	red star, yellow star (+Chlorpikrin), white star (+Phosgen) blue star (+Schwefelchloride)

Kampfstoff Ersteinsatz, Anwender	Deutschland	Frankreich	Grossbritannien USA
Chloraceton 11/1914, F, D, R	A-Stoff	Martonite (vgl. Bromaceton)	Tonite
Chlorameisensäure- ester (Monochlormethyl- chlorformiat, teilw. im Gemisch mit Dichlor- methylechlorformiat 6/1915, D, F	in Granate: K-Stoff in Minen: C-Stoff	Palite (+SnCl ₄) Cipalite (+SnCl ₄)	Palit
Chlorcyan 10/1916, F		Mauguinite Vitrite (+SnCl ₄)	CC
Chlorpikrin 8/1916, R, D, F, GB	Klop (+Chlor) Grünkreuz 1 (+Diphosgen), Klopfer	Aquinite (+SnCl ₄)	PS, PG (+Phosgen), NC (+SnCl ₄), vomiting gas (+H ₂ S), green star (+H ₂ S), yellow star (+Chlor)
2-Chlorvinylarsin- dichlorid nicht mehr eingesetzt	Lewisit		Lewisit, L, M-1
Cyanameisensäure- methylester 1918, D	Cyclon		
Dianisidinchlorsulfonat 10/1914, D	Niespulver		
Dimethylsulfat 8/1915, F, D	D-Stoff	Rationite (+Chlorsulfonsäure od. Methylschwefelsäure- chlorid	D
Diphenylarsinchlorid 7/1917, D	Blaukreuz Clark I	Sternite	DA, sneezing gas
Diphenylarsincyanid 5/1918, D	Blaukreuz 1 (+Phenylarsin-dichlo- rid), Clark II	Sternite	DC, CDA
Ethylarsindibromid 3/1918, D	Gelbkreuz 1, später Grünkreuz 3 (+Ethyl- arsindichlorid, Bis- (chlor)-methylether		
Ethylarsindichlorid 3/1918, D	Dick, Gelbkreuz 1, später Grünkreuz 3, (+Ethylarsindibromid, Bis(chlormethyl)ether	Sternite	ED
N-Ethylcarbazol 7/1918, D			
Ethylschwefelsäure- chlorid (Chlorsulfon- säureethylester) 6/1915, F		Sulvinite (+SnCl ₄)	
Iodaceton 8/1915, F		Bretonite (+SnCl ₄)	
Iodessigsäureethyl- ester 9/1915, GB			KSK, SK

Kampfstoff Ersteinsatz, Anwender	Deutschland	Frankreich	Grossbritannien USA
Methylarsindichlorid 3/1918, D	Methyldick, Medikus		MD
Methylschwefelsäure- chlorid (Chlorsulfon- säuremethylester) 6/1915, D, F		Villanite, Vaillantite	
o-Nitrobenzylchlorid Ende 1915, F			
Perchlorameisensäure- methylester (Trichlor- methylchlorformiat) 5/1916, D	Perstoff, Grünkreuz D-Stoff (in Minen)	Surpalite Superpalite	Diphosgen, DP, Surpalite, green cross
Perchlormethylmer- capatan (Thiophosgen/Chlor) 9/1915, F, R		Clairsite	
Phenarsazinchlorid 9/1918, F	Adamsit, Adsit		Adamsit, DM, KO-gas oder blind-X (+Bromessigester)
Phenylarsindibromid 9/1918, D			
Phenylarsindichlorid 9/1917, D	Pfiffikus	Sternite	DJ, PD
Phenylcarbylamin- chlorid 5/1917, D	K2-Stoff, Weisskreuz		green cross
Phosgen 5/1915 Chlor+Phosgen, D alle; 2/1916, F, alle	Zusatz, in Minen: D-Stoff	Collongite (+SnCl ₄)	CG, CBR (AsCl ₃), PG (+Chlorpikrin), white star (+Chlor)
Schwefelwasserstoff 7/1916, GB, F		NG2	red star 2, NG
Thiophosgen 3/1918, F		Lachmite	
Xylylbromid/ Xylylenbromid 1/1915	T-Stoff (Isomerengemisch), Fliedergas		eider gas
Arsenwasserstoff oder diesen freisetzende Arsenlegierungen	Trilon 300, T300	SA	
Arsinöl (Gemisch aus 50% Phenylarsindichlorid 35% Diphenylarsin- chlorid, 5% Triphenylarsin, 5% Arsenrichlorid)	A-Öl, Blauring 2, Blau-Gelbring		

Kampfstoff Ersteinsatz, Anwender	Deutschland	Frankreich	Grossbritannien USA
Bis(2-chlorethyl)-sulfid	S-Lost, Gelbring 1, Gelbring 2 (Zählost), Senfgas, C-Lost (Gemisch mit N-Lost)	H, HS, HD, blister agent	R-74, VR-74 (Zählost), RK-7 (Gemisch mit Lewisit) VRK-7 oder VIR (verdicktes RK-7)
2,2'-Bis(2-chlorethyl- thio)-diethylether	O-Lost, OB (Gemisch mit S-Lost)	T, HT (Gemisch mit S-Lost)	
1,2-Bis(2-chlorethyl- thio)-ethan	Sesquilost	Sesquiperit, Sesquimustard, Q, HQ (Gemisch mit S-Lost)	
Blaursäure	T155, Zyklon, Everzyn, Grünring 5	AC, blood gas, VN (Gemisch mit AsCl ₃ , SnCl ₄ , Chloroform)	R-2
Bleitetraethyl	1-T-Fluid, Q-Fluid (als Kraftstoffzusatz)		
Botulinustoxine A und B		X, XR (A); BTX (B)	
Brombenzylcyanid		CA, BBN, BBC (Gemisch mit Benzyl- cyanid)	
Chloracetophenon	Weissring, CAP, O-Salz, Omega	CN, CNS (Gemisch mit Chlorpikrin), CNB (Gemisch mit Tetrachlormethan und Benzol), CNC (Ge- misch mit Chloroform)	
Chlorcyan	T150	CK	
Chlorpikrin		PS	
Chlortrifluorid	N-Stoff, C-3		
2-Chlorvinylarsin- dichlorid	Lewisit	Lewisite, L	R-43, VR-43 (ver- dickt), RK-7 (Gemisch mit S-Lost)
Diisopropylfluor- phosphat		DFP, PF-3 (Gemisch mit S-Lost)	
Diphenylarsinchlorid	Clark I, Blauring 1	DA	
Diphenylarsincyanid	Clark II, Blauring 3	DC	
Diphosgen	Öl-F, K2-Stoff		
Ethylarsindichlorid	Dick	ED	
Ethyl-(dimethylamido)- cyanphosphat	Gelan 1, Tabun, Trilon 83, T 83, Grünring 3, D-7, Sonderstoff, Stoff 100	später nerve agent, MCE, GA	später R-18
N-Ethyl-bis(2-chlor- ethyl)-amin	N-Lost	N-Yperit, nitrogen mustard, HN-1, EBA	
Isopropyl-methylfluor- phosphonat	Gelan III, Sarin, Trilon 46, T 46, T 144, Grünring 4	später GB	später R-35
Methylarsindichlorid	Methyldick, Medikus	MD	

Kampfstoff Ersteinsatz, Anwender	Deutschland	Frankreich	Grossbritannien USA
N-Methyl-bis(2-chlor-ethyl)-amin	N-Lost, OM	N-Yperit, nitrogen mustard HN-2, MBA	
Pinakolyl-methylfluor-phosphonat	Soman	später GD	später R-35
Phenarsazinchlorid	AZ, Azin, Adsit, Blauring 1	Adamsit, DM	R-15
Phenylarsindichlorid	Pfiffikus, Hauptbe- standteil von Arsinöl	PD	
Phosgen	D-Stoff, Grün 1, Grünring 2	Grünring 2	CG
Phosgenoxin	Rotkreuz	blister agent, CX	
Tris-(2-chlorethyl)-amin	N-Lost, T 9, C ₆ -Salz, Nitrosenf, Grünring 1, Grün (in Munition)	N-Yperit, nitrogen mustard, HN-3, TBA	

Kampfstoffmunition im 1. Weltkrieg

Deutsche Kampfstoffmunition

Bezeichnung	Füllung
10,5-cm-Ni-Schrappnell	o-Dianisidinchlorsulfonat
15-cm-T-Granate / schwarz	Xylyl- und Xylylenbromide
15-cm-T-Granate / grün	Xylyl- und Xylylenbromide / Brommethylethylketon oder Bromaceton
K-Granate	Chlormethyl- und Dichlormethylchlorformiat
Grünkreuz-Granate	Diphosgen
Grünkreuz-1 -Granate	Diphosgen / Chlorpikrin
Grünkreuz-2-Granate	Phosgen/Diphosgen/Diphenylarsinchlorid
Grünkreuz-3-Granate	Bis(chlormethyl)-ether/Ethylarsindichlorid/ Ethylarsin-dibromid
Blaukreuz-Granate	Diphenylarsinchlorid (und Gemische mit N-Ethylcarbazol)
Blaukreuz-1 -Granate	Diphenylarsincyamid (und Gemische mit Phenylarsindichlorid)
Gelbkreuz-Granate	Bis(2-chlorethyl)-sulfid/Chlorbenzol, Nitrobenzol oder Tetrachlormethan
Gelbkreuz-1 -Granate	entspricht Grünkreuz 3

Die wichtigste Kampfstoffmunition

(Granaten, Minen, Werferflaschen, Handgranaten)

Kaliber	Kennzeichnung	Kampfstoff- menge	Art der chemischen Füllung
7,7-cm-Feldkanone	1 grünes Kreuz (Grünkreuz)	0,585 l	Diphosgen (Perstoff)
	1 grünes Kreuz (Grünkreuz)	0,610 l	30-70% Diphosgen, 70-30% Chlorpikrin
	1 blaues Kreuz (Blaukreuz-Brisanz)	0,124 kg	unreines Diphenylarsin- chlorid, eingebettet in 0,651 kg TNT
	1 gelbes Kreuz (Gelbkreuz)	0,610 l	80-90% S-Lost in 20-10% Tetrachlormethan oder Chlorbenzol
10,5-cm-leichte- Feldhaubitze	1 grünes Kreuz (Grünkreuz 1)	1,340 l	30-70% Diphosgen, 70-30% Chlorpikrin
	1 blaues Kreuz (Blaukreuz-Brisanz)	0,410 kg	Diphenylarsinchlorid, eingebettet in 1,3 kg TNT
	1 blaues Kreuz (Blaukreuz-Variation)		55% Diphenylarsinchlorid, 41% Ethylcarbazol
	1 gelbes Kreuz (Gelbkreuz)	1,2 l	80-90% S-Lost, 20-10% Tetrachlormethan oder Chlorbenzol
	1 gelbes Kreuz (Gelbkreuz-Variation)	1,2 l	S-Lost und Bis(chlormethyl)- ether in Tetrachlormethan
	1 gelbes Kreuz (Gelbkreuz-Variation)	1,2 l	77,5% S-Lost, 1,5% Nitrobenzol, 9 % Chlorbenzol
	2 gelbe Kreuze (Gelbkreuz 1, später Grünkreuz 3)	1,2 l	2, 4, 35 oder 47 % Ethylarsindichlorid 98, 96, 65 oder 53 % Bis(chlormethyl)-ether
	ohne Kennzeichen		nahezu reines Phenylcarbylaminchlorid
	1 grünes Kreuz (Grünkreuz 3)	1,2 l	37 % Ethylarsindichlorid 45 % Ethylarsindibromid, 18 % Bis(chlormethyl)-ether
10-cm-Kanone	1 grünes Kreuz (Grünkreuz 1)	1,33 l	30-70 % Diphosgen 70-30 % Chlorpikrin
15-cm-schwere- Feldhaubitze	1 grünes Kreuz (Grünkreuz)	3,9 l	Diphosgen
	1 grünes Kreuz (Grünkreuz-Variation)	3,9 l	Diphosgen, Brommethylethylketon
	1 grünes Kreuz (Grünkreuz-Variation)	3,9 l	Brommethylethylketon
	1 grünes Kreuz (Grünkreuz-Variation)	3,9 l	Phenylcarbylaminchlorid

Kaliber	Kennzeichnung	Kampfstoff- menge	Art der chemischen Füllung
	1 grünes Kreuz (Grünkreuz 1)		30-70 % Diphosgen 70-30% Chlorpikrin
	2 grüne Kreuze (Grünkreuz 2, Grünkreuz-Brisanz)	3,2 l	60 % Phosgen, 28 % Diphosgen 12 % Diphenylarsinchlorid 0,187 kg TNT
	1 blaues Kreuz (Blaukreuz-Brisanz)	1,35 kg	Diphenylarsinchlorid eingebettet in 3,47 kg TNT
	1 oder 2 blaue Kreuze (Blaukreuz 1)		Diphenylarsincyranid
	1 gelbes Kreuz (Gelbkreuz-Brisanz)	2,88 l	80 % S-Lost, 20 % Chlor- benzol, 0,7 kg TNT
	1 gelbes Kreuz (Geschoss mit falscher Haube, Gelbkreuz)		72 % S-Lost 28 % Nitrobenzol
	2 gelbe Kreuze (Gelbkreuz-Variation)		80 % S-Lost 20 % Bis(chlormethyl)-ether
	1 gelbes Lothringer Kreuz (Gelbkreuz-Brisanz)		S-Lost und TNT, getrennt durch Zwischenboden
15-cm-Kanone	1 gelbes Kreuz (Gelbkreuz-Brisanz)	3,08 l	80 % S-Lost 20 % Chlorbenzol 0,7 kg TNT
21-cm-Mörser	1 grünes Kreuz (Grünkreuz)	8,0 l	95% Diphosgen 5 % Chlorpikrin
	2 grüne Kreuze (Grünkreuz 2 Grünkreuz-Brisanz)	8,0 l	60 % Phosgen 28 % Diphosgen 12 % Diphenylarsinchlorid 0,878 kg TNT
	1 grünes Kreuz (Gelbkreuz 1, später Grünkreuz 3)		37 % Ethylarsindichlorid 45 % Ethylarsindibromid 18 % Bis(chlormethyl)-ether
	1 gelbes Kreuz (Gelbkreuz)	8,0 l	75 % S-Lost 15 % Chlorbenzol 5 % Bis(chlormethyl)-ether 5 % Formaldehyd
	1 oder 2 gelbe Kreuze (Gelbkreuz 1)		2 oder 53 % Ethyl- arsindichlorid 98 oder 47 % Bis(chlormethyl)-ether
26-cm-schwere- Gasmine	1 gelber Ring (B-Mine)	ca. 20 kg	Bromaceton
	2 gelbe Ringe (C-Mine)	ca. 20 kg	Monochlormethyl- chlorformiat
	ohne Kennzeichen	ca. 20 kg	Brommethylethylketon
17-cm-mittlere- Gasmine	1 weisser Ring (B-Mine)	11,5kg	Brommethylethylketon
	2 weisse Ringe (C-Mine)	ca. 10 kg	Monochlormethyl-chlorformiat oder Methylschwefelsäure- chlorid

Kaliber	Kennzeichnung	Kampfstoff- menge	Art der chemischen Füllung
	3 weisse Ringe (D-Mine)	8,5 l	Phosgen oder Diphosgen
7,6-cm-leichte Gasmine	1 gelber Ring (B-Mine)	0,75 kg	Xylyl- und Xylylenbromide
	2 gelbe Ringe (C-Mine)	0,54 l	Monochlormethyl-chlorformiat
	3 gelbe Ringe (D-Mine)	0,7 l	Phosgen oder Diphosgen
Gaswerferflaschen			
18-cm-Gas- werferflasche	Blaukreuz	5,24 kg	48 % Diphenylarsinchlorid 51 % Hexanitrodiphenylamin
	kein Kennzeichen		100 % Phosgen
	kein Kennzeichen		62 % Phosgen 34 % Diphosgen 2 % Dichlormethylchlorformiat
16-cm-Gas- werferflasche	kein Kennzeichen		Phosgen mit Rauchzylinder
Handgranaten			
Kugel- handgranate	ohne Kennzeichen		Bromaceton
	ohne Kennzeichen		Chlorsulfonsäure (zur Raucherzeugung)
	rotes "B"		Brommethylethylketon
	rotes "C"		95 % Mehtylschwefel- säurechlorid 5 % Dimethylsulfat
Stock- handgranate	blaues "C"		40 % Diphenylarsinchlorid 50 % Sprengstoff

Französische Kampfstoffmunition

Granate	Füllung
Nr. 4	Manganite: 50% Blausäure, 50% Arsenrichlorid; Vincennite: 50% Blausäure, 30% Arsenrichlorid, 5% Zinntetrachlorid, 5% Chlorform
Nr. 4B	Vitrite: 50% Chlorcyan, 50% Arsenrichlorid
Nr. 5	Collongite: 75% Phosgen, 25% Zinntetrachlorid
Nr. 6	Palite: 75% Monochlormethyl-chlorformiat, 25% Zinntetrachlorid
Nr. 7	Aquinite: 75% Chlorpikrin, 25% Zinntetrachlorid
Nr. 8	Papite: 75% Acrolein, 25% Zinn- oder Titantetrachlorid
Nr. 9	Martonite: 60% Bromaceton, 20% Chloraceton, 20% Zinntetrachlorid
Nr. 9B	Homomartonite: 60% Brommethylethylketon, 20% Chlormethylethylketon
Nr. 10	Bretonite: 75% Iodaceton, 25% Zinntetrachlorid
Nr. 11	Cederite: 75% Benzylbromid, 25% Zinntetrachlorid
Nr. 12	Fraissite: 60% Benzyljodid, 20% Benzylchlorid, 20% Zinntetrachlorid
Nr. 13	Sulvinite: 75% Ethylschwefelsäurechlorid, 25% Zinn- oder Titantetrachlorid
Nr. 14	Cyclite: 80% Benzylbromid, 20% Titantetrachlorid
Nr. 15	Lacrimite: 75% Thiophosgen, 25% Zinntetrachlorid
Nr. 16	Rationite: 75% Dimethylsulfat, 25% Methylschwefelsäurechlorid oder
Nr. 20	Yperite: 80% Bis(2-chlorethyl)-sulfid, 20% Chlorbenzol oder Tetrachlormethan
Nr. 21	Camite: 100% Brombenzylcyanid
Blasflaschen	Chlor / Zinntetrachlorid (in wechselnden Anteilen)
	Chlor/Arsenrichlorid (in wechselnden Anteilen)
	Chlor / Phosgen (in wechselnden Anteilen)
	90% Schwefelwasserstoff / 10% Schwefelkohlenstoff (NG2)
	Phosgen / Pressluft

Einsatz chemischer Kampfstoffe seit 1945

Ort	Zeit
Bürgerkrieg in China	1945-1949
Französische Einsätze im Indochina-Krieg	1947
Israelische Einsätze gegen ägyptische Truppen	1948
Schefeldioxid gegen Aufständische im griechischen Bürgerkrieg	1949
U.S.-amerikanische Einsätze im Korea-Krieg	1951 - 1952
Einsätze gegen die Guerilla in Kuba	1957
Französische Einsätze in Algerien	1957
Französische und spanische Einsätze in der Kolonie Rio de Oro	1958
Giftgaseinsätze in China durch National-China	1958
Ägyptische Einsätze von Tränengasen, S-Lost und Phosgen im Jemen	1963- 1967
Irakische Einsätze gegen kurdische Unabhängigkeitskämpfer	1965, 1987/88
U.S.-amerikanische Einsätze von Phytogiften (Totalherbiziden), Adamsit, B2-Psychokampfstoff und CN und CS Reizstoffen in Vietnam	1961 - 1971
Portugiesische Einsätze gegen Aufständische in Portugiesisch-Guinea	1968
Israelische Einsätze gegen Palästinenser	1969
Portugiesische Einsätze von Phytogiften (Totalherbiziden) in Angola	1970
Trinkwasservergiftung durch rhodesische Truppen im Kampf gegen die Unabhängigkeitsbewegung ZAPU und ZANU	1970
Sowjetische Reizstoff-Einsätze gegen die afghanischen Mudjaheddin	1979- 1984
Irakische Einsätze von S-Lost und Tabun im Krieg gegen Iran	1983- 1985
Britische Einsätze von CN- und CS-Gasen in Nordirland	bis 2004
Französische Polizei: CN- und CS-Gase bei Studentenunruhen	bis 2004
Bundesrepublik Deutschland: CN- und CS-Gase bei Studentenunruhe	bis 2004
Polizeikräfte in der Schweiz: CN-Gase gegen Demonstranten	bis 2004

Tarnbezeichnung der wichtigsten, nach 1945 entwickelten Kampfstoffe

Kampfstoff	Tarn- bzw. Trivialnamen
O-Alkylalkylphosphonsäurethiocholinester	V-Stoffe, je nach Substituenten: VE, VG, VM, VS VX (USA), F-Stoffe (Frankreich) entwickelt um 1955/1960
3-Chinuclidinylbenzilate	BZ (USA); entwickelt 1963
o-Chlorbenzylidenmalodinitril	CS (USA), CB (Frankreich), OCBM; entwickelt 1958
Dibenz(b,f)-1,4-dioxazepin	CR (Großbritannien); entwickelt 1974
Methylfluorophosphonsäurecholinester	Tammelinsche Ester; entwickelt 1955/57



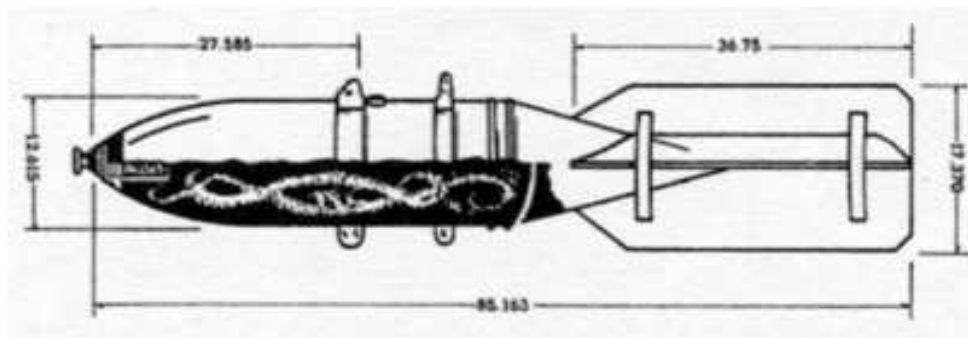
Soldaten mit vollem Kampfstoffschutz auf dem Geländefahrzeug.



Spähtrupp mit vollem Kampfstoffschutz.



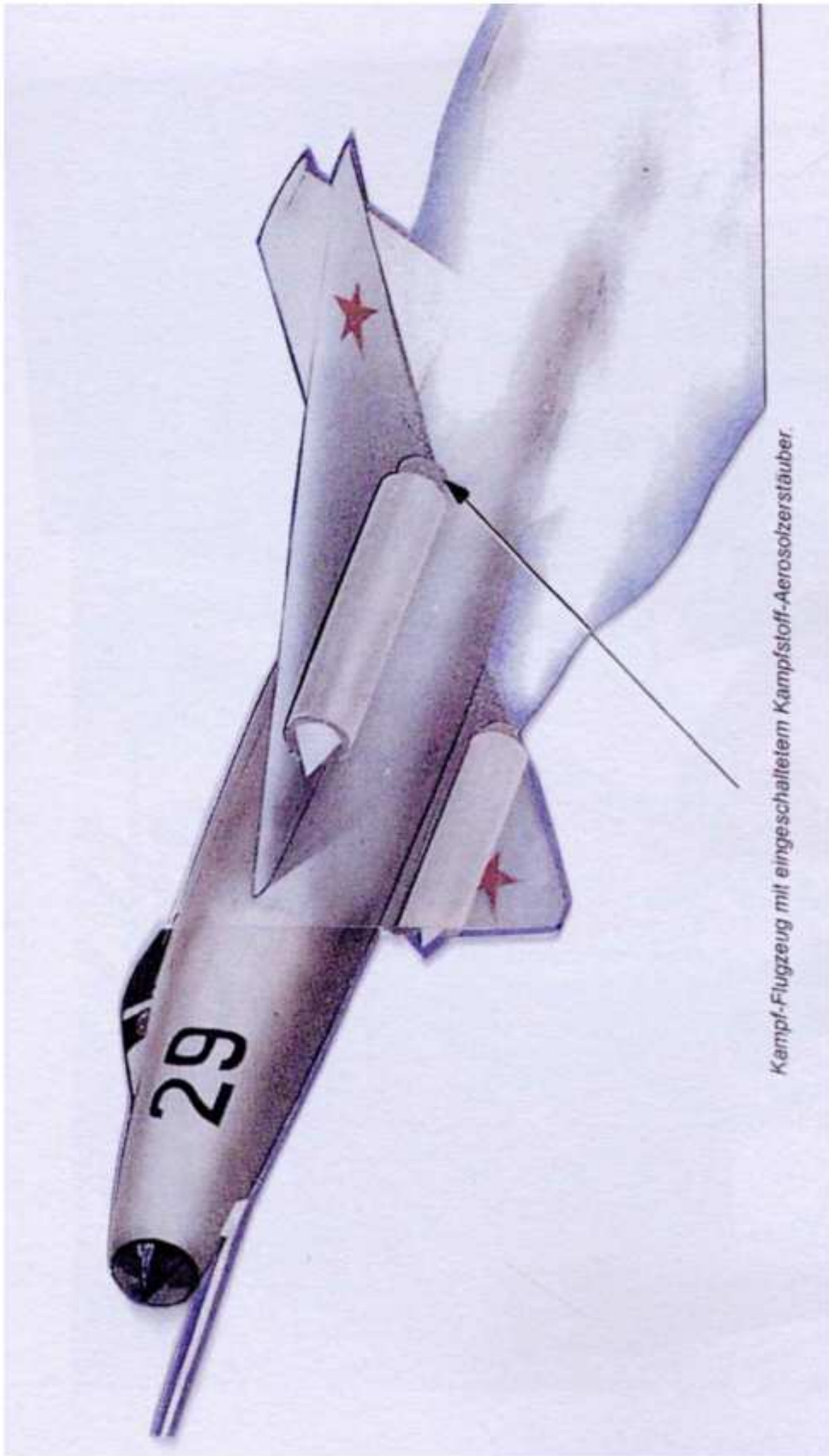
Soldat in Kampfstoffausrüstung.



*Russische Kampfstoffbombe KhAB 200
mit 200 kg Yprite oder Phosgen.*



Reste einer Russischen Kampfstoffbombe.



Kampf-Flugzeug mit eingeschaltetem Kampfstoff-Aerosolzerstäuber.

Beispiel eines sowjetischen C-Waffen-Depots

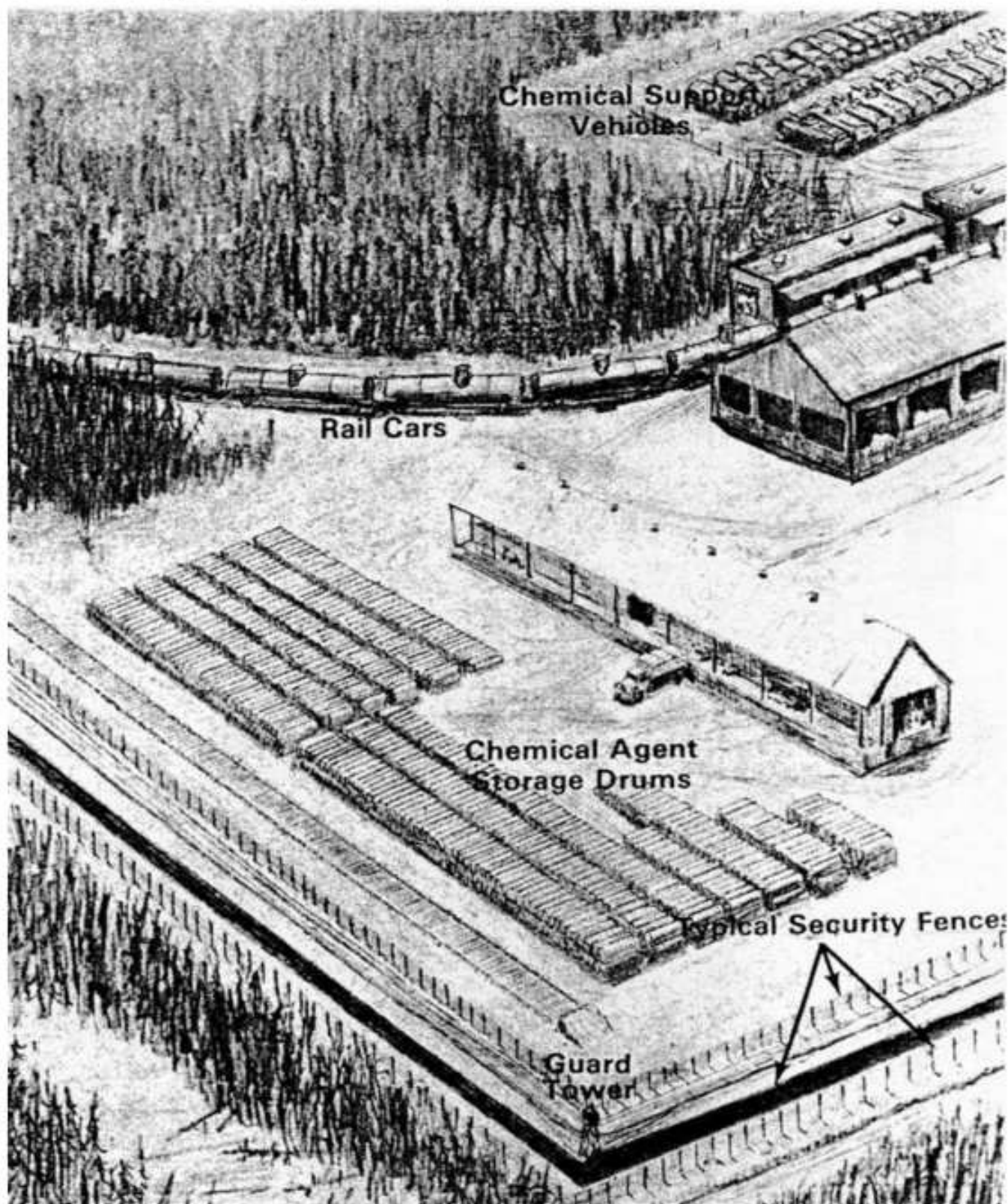
Erläuterung: Chemical Support Vehicles = Transport-Fahrzeuge für chemische Waffen

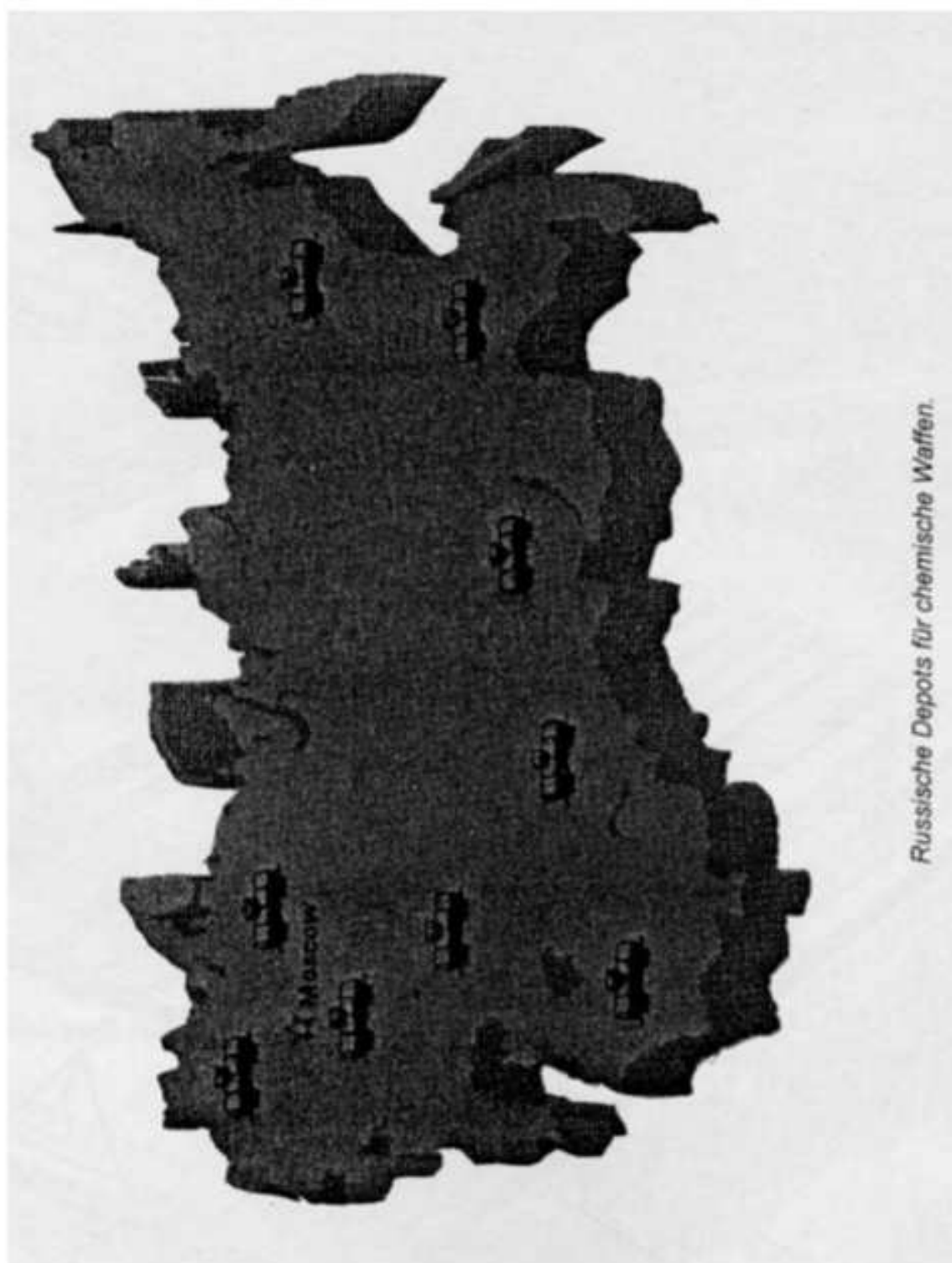
Rail Cars = Spezial Waggon

Chemical Agent Storage Drums = Fässer zur Lagerung von C-Waffen

Guard Tower = Wachturm

Typical Security Fences = Typische Sicherheitszäune





Russische Depots für chemische Waffen.

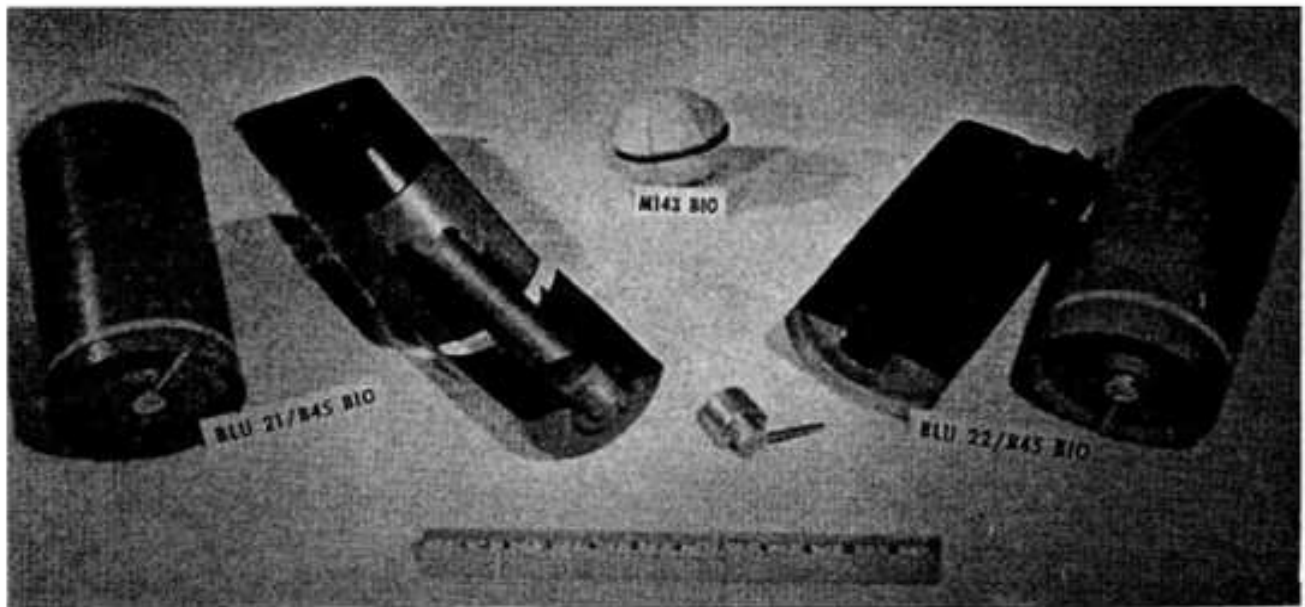


*Entseuchung eines
Kampfpanzers
nach einem Einsatz
in verseuchtem
Gebiet.*

*Bergung eines
verseuchten
Soldaten nach
einem Kampf-
stoffangriff.*



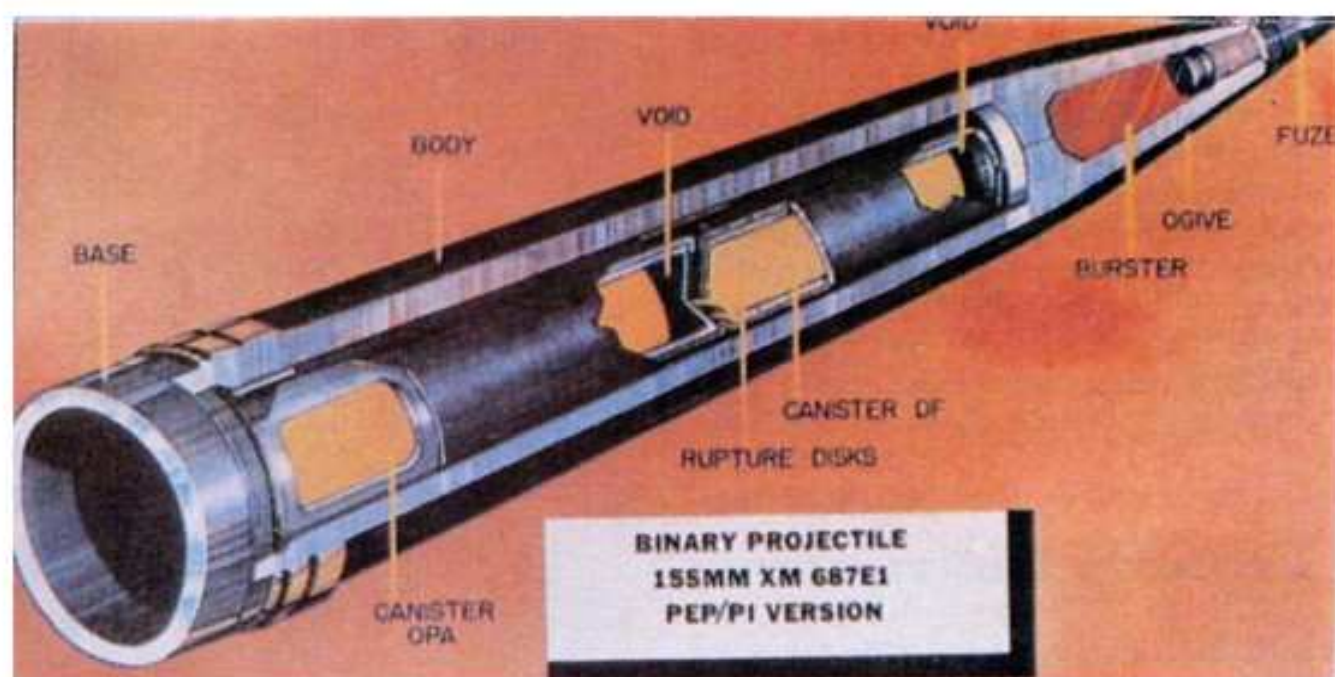
*Durch chemischen
Kampfstoff schwer-
verletzter Soldat
im Lazarett.*



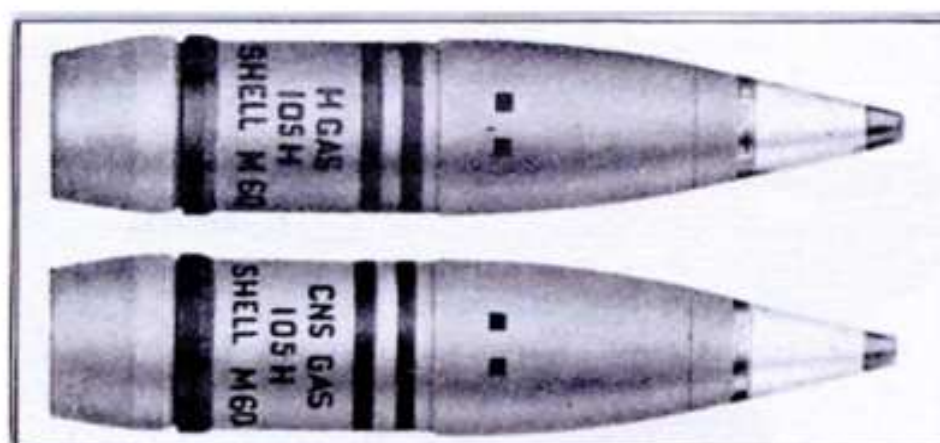
*U.S. Kleinbomben
mit Kampfstoff Typ BLU 20 + 21.*



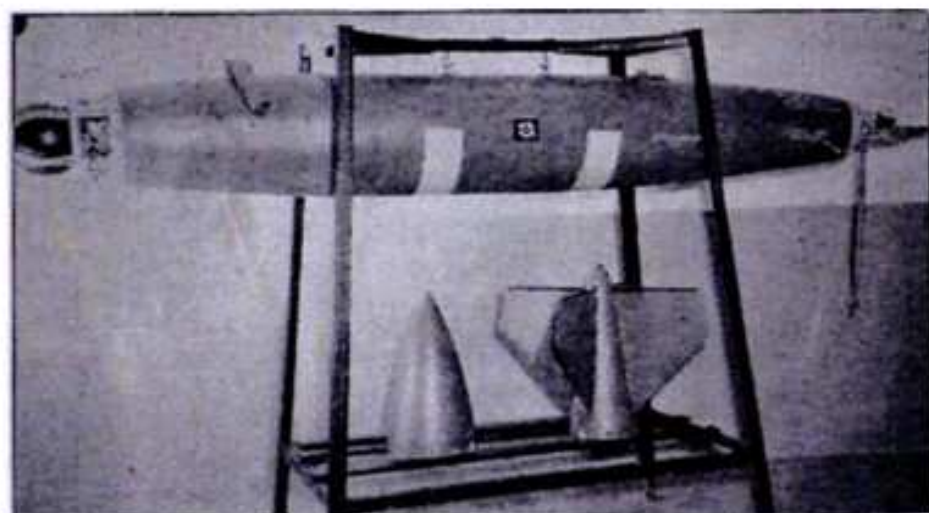
*Kleinbombe M 114
mit chemischem Kampfstoff.*



*Amerikanische 155 mm Granate M-687
mit binärem Kampfstoff*



*Amerikanische Kampfstoffgranaten
Kaliber 15,5 cm
mit Reizkampfstoff (oben)
mit Hautkampfstoff (unten)*



*Flugzeug-
Spraytank mit
biologischem
Kampfstoff
der
US-Armee
Typ AIB 45Y-1*



*Amerikanische
Binäre
Kampfstoffbombe
BIG EYE*

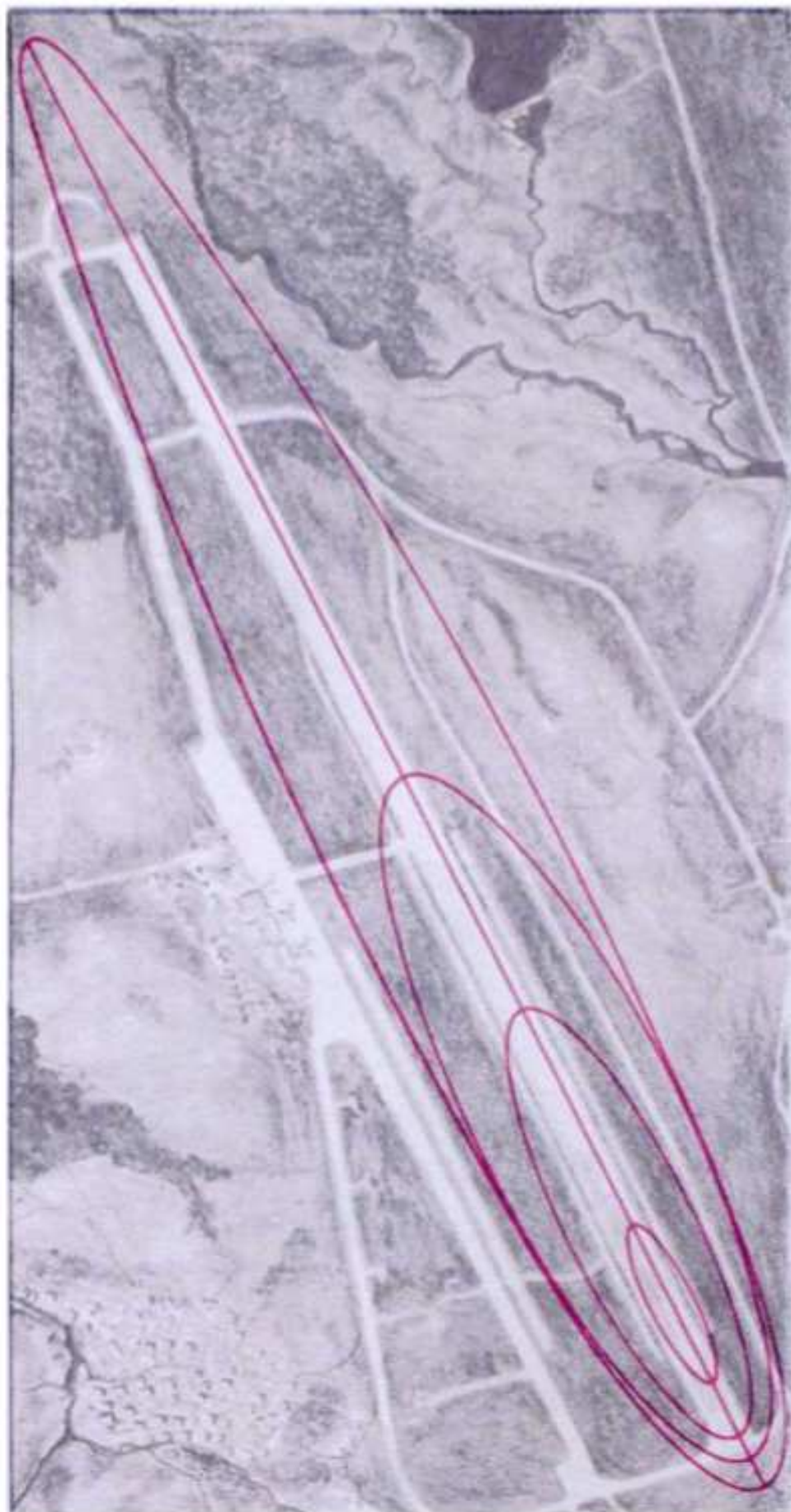




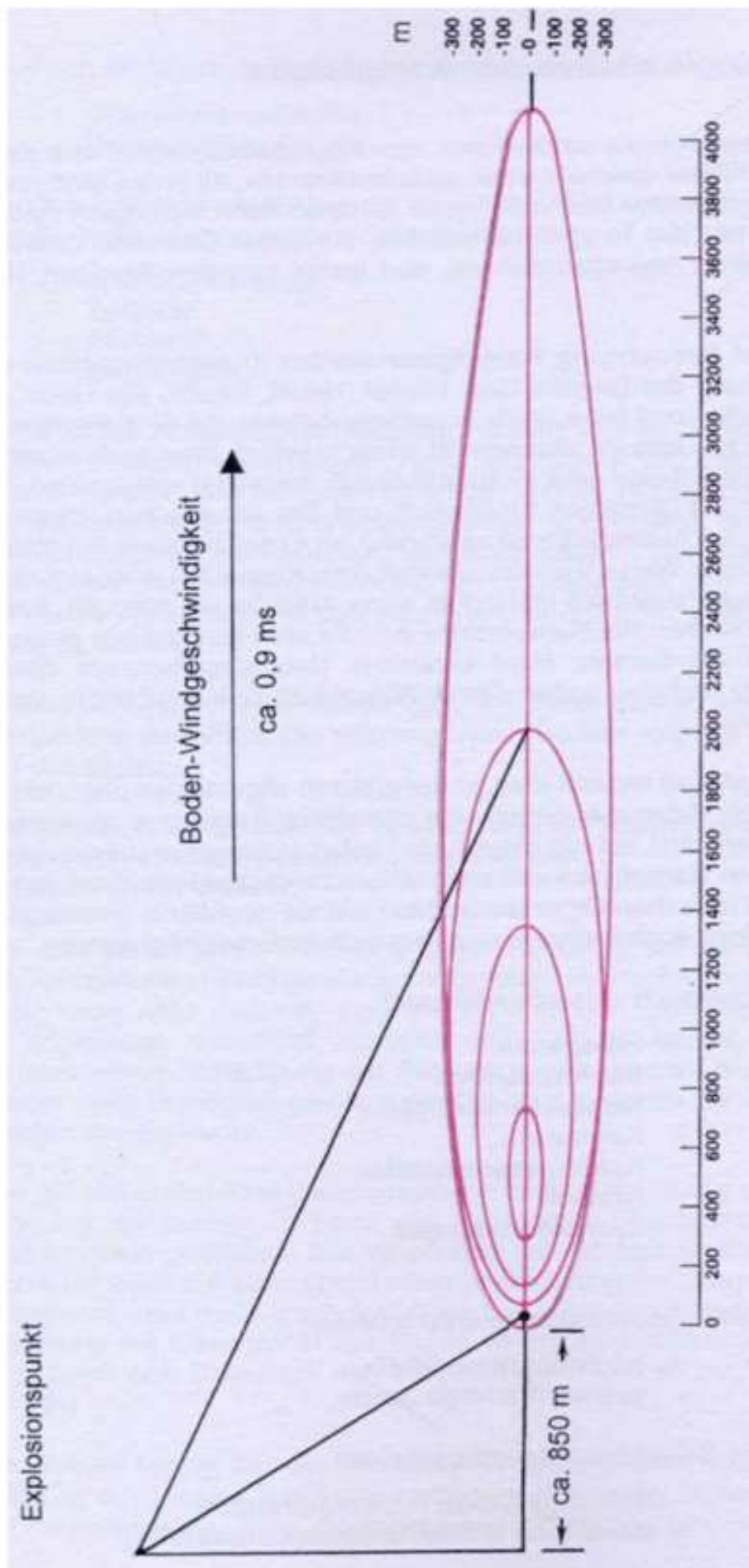
*Kampfstoff-
spürpanzer im
Moment der
Probenahme in
verseuchtem
Gelände. Sehr gut
sichtbar ist die ge-
schützte Hand des
Probennehmers.*



*Schutzbekleidung
für Kampftruppen*



Verseuchte Zone durch chemischen Kampfstoff nach dem Einschlag einer Boden/Boden-Rakete SCUD der russischen Armee auf einen Flugplatz.
Es ist davon auszugehen, dass mehrere Raketen eingesetzt werden, um ein möglichst grosses Gebiet zu verseuchen



Toxikologie chemischer Kampfstoffe

Mit Gas bezeichnen wir die Form, den Aggregatzustand, in dem sich ein chemischer Körper oberhalb einer ganz bestimmten, für jeden Stoff charakteristischen Temperatur befindet. Dieser Zustand kann sich durch Änderung des Druckes und der Temperatur wandeln, d.h. jedes Gas kann in einen der beiden anderen Aggregatzustände, den festen und den flüssigen, übergeführt werden.

Unter der Bezeichnung Kampfgase werden in wissenschaftlich unrichtiger Vermischung der Begriffe Gas, Dampf, Nebel, Rauch, alle Gase, aber auch Flüssigkeiten und feste Stoffe zusammengefasst, die für Kampfw Zwecke in der Luft oder im Gelände entweder in reiner Gasform oder auch in sehr fein verteilten Flüssigkeits- oder Festpartikelchen verbreitet werden und organische Schäden und Störungen für Mensch und Tier verursachen. Diese feine Verteilung in der Atmosphäre ist notwendig zur Erzielung einer Schädigung; denn nur auf diese Weise wird der Giftstoff dem Körper mit der eingeatmeten Luft zwangsläufig zugeführt und erfüllt seine Aufgabe als Atemgift. Eine Sonderstellung nehmen die Kampfstoffe ein, die als Flüssigkeit in ätzender Weise auch auf die äussere Haut einwirken. Hauptangriffspunkte sind also die Atemwege und die Lungen. Diese Wirkung ist für Kampfstoffe als typisch zu bezeichnen.

Die Kampfgase rechnet man zu der grossen allgemeinen pharmakologischen Gruppe der Reizgase, denen eine chemische Ätzwirkung gemeinsam ist, die sich vornehmlich auf die oberen und tiefen Luftwege erstreckt. Aber die verschiedenen Kampfgase wirken in unterschiedlicher Weise auf den menschlichen und tierischen Organismus. Man teilt sie deshalb in Sondergruppen ein, wobei jedoch auch andere Gesichtspunkte berücksichtigt werden.

So wird chemisch unterschieden nach

- **Halogenen**
- **Säurechloriden**
- **halogenierten Estern**
- **Ketonen**
- **Kohlenwasserstoffen**
- **Arsinen**
- **Zyanverbindungen**

usw.

Physikalische Gesichtspunkte unterscheiden

- **leichtflüchtige Stoffe**
- **schwerflüchtige Stoffe**

Militärische Gesichtspunkte unterscheiden

- **flüchtige Stoffe (Luftkampfstoffe)**
- **sesshafte Stoffe (Geländekampfstoffe)**

Diese decken sich im allgemeinen mit dem militärischen Einsatzbereich

- **Offensivkampfstoffe**
- **Defensivkampfstoffe**

Pharmakologisch-toxikologisch können die einzelnen Stoffe eingereiht werden in lokalreizende Stoffe oder resorptiv wirkende Gifte, d.h.

- **erstickende Gase**
- **Zellgifte**
- **Blutgifte**
- **Nervengifte**

Bei allen chemischen Kampfstoffen muss die Wirkung auf die verschiedenartigsten Körperbestandteile wie Lungen, Haut, Blut, Lipoid- und Eiweisssubstanzen geprüft werden. Von Interesse ist ferner, welche Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung einer Verbindung und ihrer Wirkung auf den Organismus bestehen. Man kann sagen, dass jeder feste oder flüssige Körper, der mit der Innenwand der Luftwege oder den Lungenbläschen in Berührung kommt und dort wasserentziehend wirkt, geeignet ist, als Kampfstoff zu dienen.

So sind zahlreiche chemische Verbindungen, die leicht Säuren freisetzen, wichtige Kampfstoffe geworden. Die Wirkung dieser Säuren vollzieht sich auf folgende Art und Weise:

- a) **sie neutralisieren die alkalischen Bestandteile der Körperzellen;**
- b) **sie fällen deren Eiweiss, besonders das Globulin;**
- c) **sie entziehen ihnen Wasser.**

Die einfache und verständliche Einteilung nimmt Rücksicht auf die von den chemischen Kampfstoffen hervorgerufenen auffälligsten Erscheinungen. Die Mehrzahl der Gase wirkt dadurch, dass im Verlaufe der Erkrankung dem Körper der notwendige Sauerstoff entzogen wird. Dies ist einmal möglich durch eine unmittelbare Schädigung der Atemwege und Lungen, die zur Atmung entweder völlig untauglich gemacht werden oder in denen der Gasaustausch erheblich gestört wurde.

Dann finden wir die ersten Krankheitssymptome bedingt durch die unmittelbare Schädigung der Lungen in Form von Hustenreiz, Brustbeklemmung, Atemnot und Erstickungsanfällen. Die Verarmung des Körpers an Sauerstoff muss jedoch nicht allein auf einer krankhaften Veränderung der Lungen beruhen. Es ist bekannt, dass das Kohlenoxyd rasch und leicht den Sauerstoff aus seiner Verbindung mit Hämoglobin des Blutes verdrängt, Kohlenoxydhämoglobin bildet, damit dem Sauerstoff den Träger entzieht und so zur "inneren Erstickung" führt.

In ähnlicher Weise kommt bei der **Blausäurevergiftung** eine Schädigung ohne Beteiligung der Lungen zustande durch eine Hemmung fermentativer, oxydativer Prozesse in den Zellen, die infolge der **Giftwirkung** den Sauerstoff

aus dem Blute nicht mehr aufzunehmen vermögen, obwohl es den Sauerstoff in normalen Mengen enthält. In diesen Fällen der **Giftgaswirkung** ohne Lungenschädigung treten die ersten Krankheitserscheinungen in dem Organ auf, das besonders hohen Sauerstoffbedarf hat und den Mangel am empfindlichsten spüren muss, im Gehirn und Zentralnervensystem. Wir finden dann zuerst Kopfschmerz, Übelkeit, Schwindel, Verwirrung, Benommenheit, Bewusstlosigkeit.

Aus den ersten Krankheitsanzeichen können wir also schon im allgemeinen schliessen, ob es sich um eine **Gasvergiftung** mit oder ohne Beteiligung der Lunge handelt. Dies ist ein nicht unwesentliches Hilfsmittel für die Diagnose und wichtig vor allem für die erste Hilfeleistung und Behandlung, wie wir später sehen werden. Diese Unterscheidung muss namentlich bei Vergiftung mit Gasgemischen gemacht werden, wo sich die Grenzen verwischen und die Symptome ineinander überfließen oder sich überdecken. Aber man darf besonders für die Belehrung des Laien daran festhalten, dass die lungenschädigenden Gase zuerst auch Erscheinungen seitens der Lunge und des Atemwegs auslösen, während die nicht lungenschädigenden Gase zunächst Krankheitsanzeichen hervorrufen, die vom Zentralnervensystem ausgehen. Die grobe Einteilung der Gase in solche mit und solche ohne Lungenschädigung entspringt also einem praktischen Bedürfnis und kann und soll keineswegs die übliche Einteilung nach physiologischen Gesichtspunkten beiseite lassen.

Die **chemischen Kampfstoffe** können wir ohne Ausnahme zu den lungenschädigenden Gasen rechnen, wie wir bereits gesagt haben. Gerade die ersten und hervorstechendsten äusseren Anzeichen haben zu einer weiteren Differenzierung geführt, ähnlich wie es mit der Teilung in zwei grosse Hauptgruppen für alle Gase nach den ersten augenfälligen Erscheinungen versucht haben.

Allgemein üblich ist heute die folgende Einteilung:

1. **Blasenziehende (ätzende) Kampfstoffe**

Sie schädigen in flüssigem, festem oder dampfförmigen Zustande jeden Teil des Körpers, mit dem sie in Berührung kommen. Die typischen Wirkungen bestehen in Verätzung der Schleimhäute der oberen Atemwege und der Lungen, in einer Zerstörung der Hautzellen mit Bildung von Blasen und eitrigen Entzündungen und schliesslich in einer entzündlichen Schädigung der Schleimhaut und der Hornhaut des Auges.

2. **Lungenreizende Gase**

Sie wirken meist als echte Gase auf die tieferliegenden Atemwege, insbesondere auf die Lungen, in denen akutes toxisches Ödem entsteht. Mit wenigen Ausnahmen bleibt die Wirkung dieser Gase eine örtlich beschränkte, resorptive Erscheinungen fehlen.

3. **Reizmittel des Sensoriums (Nasen-Rachen-Reizstoffe)**

Die Schwebestoffe dieser Gruppe üben intensivste Reizwirkung aus auf Augen, Nase und obere Atemwege. Daneben greifen sie die sensiblen Nerven an, so dass es zu Hautjucken, zu Würg- und Brechreiz, auch zu Verwirrungs- und Angstzuständen aller Art kommen kann.

4. **Augenreizstoffe (Tränenerregende Kampfstoffe)**

Sie verursachen in schwächerer Konzentration Augentränen und können in stärkerer Verdichtung die Erscheinungen der lungenreizenden Gase nach sich ziehen. Man kann sie praktisch demnach mit diesen zusammen besprechen.

5. **Die als Nervengift wirkende Blausäure**

Sie hat aus später erörterten Gründen keine grosse Bedeutung im Gaskampf erlangt. Als Blutgift reiht man ihr das Kohlenoxyd an, das als Kampfgas jedoch keine Anwendung fand. Das häufige Auftreten von Kohlenoxydgas im Felde als Detonations- und Explosionsgas veranlasst uns, es kurz zusammen mit den andersartig wirkenden Nitrosegasen zu besprechen.

Während des Weltkrieges hat man in Deutschland in Anlehnung an die äusserliche Markierung der Geschosse die Kampfstoffe in drei Hauptgruppen gesondert, die den unter 1. bis 3. genannten Kampfstoffen entsprechen. Man unterschied **Gelb-, Grün- und Blaukreuzkampfstoffe**. Auch heute noch erscheint diese Einteilung praktisch, weil die einzelnen Gruppen hinsichtlich Wirkung auf den Organismus, Therapie und Schutz sich voneinander unterscheiden und jeder Kampfstoff unschwer nach seinen Hauptmerkmalen einer dieser Gruppen zugewiesen werden kann.

Man soll freilich nicht vergessen, dass diese Einteilung eine ungenaue ist. Denn der grösste Teil der chemischen Kampfstoffe besitzt, je nach Konzentration, zu gleicher Zeit auch die eine oder die andere Eigenschaft der zweiten oder dritten Gruppe. Das Einreihen in eine besondere Gruppe bedeutet nur, dass der Kampfstoff in der feldmässigen Anwendung eine physiologische Wirkung besonders und augenfällig zeigt. Die Einteilung in die genannten drei Gruppen entspricht also mehr der Ordnung unseres Gedächtnisses denn den Erfordernissen der Wirklichkeit. Wenn wir von einer **Blau-, Grün- und Gelbkreuzerkrankung** sprechen, sind wir uns demnach bewusst, dass das Bild der einzelnen Erkrankung im Felde oft nicht so typisch, abgegrenzt klar und eindeutig uns vor Augen treten wird, wie wir es hier schildern. Schon die gleichzeitige Anwendung mehrerer Kampfstoffe wird das Bild der einzelnen Kampfstoffkrankung verwischen oder überdecken.

Gifte mit örtlicher Wirkung

Zellgifte		Reizgifte
Lungenwirkend	Hautgewebewirkend	Tränenerreger
Suffocants	vésicants	lacriments
Chlor/Phosgen	Yperit	Nasen-Rachenreizstoffe
		reizende Arsine

Gifte mit allgemeiner Wirkung

Blausäure	Kohlenoxyd
-----------	------------

Während des Weltkrieges sind annähernd 50 Stoffe zu Kampfzwecken zum Einsatz gekommen, die aber zu Kriegsende auf ein knappes Dutzend zusammengeschmolzen sind.

Alle Kampfgase sind schwerer als Luft. Die Gaswolke wird sich meist in Bodennähe bewegen und im allgemeinen nicht in grössere Höhen aufsteigen. Das Verhalten der Kampfstoffe in Verbindung mit Wasser kann zudem die Wirkung auf den Organismus beeinflussen und ihre Anwendung unter Umständen von der Wetterlage abhängig machen. Den durch Hydrolyse im Körper entstandenen Produkten, insbesondere den vielfach dabei gebildeten Säuren, kommt ein grosser Teil der toxischen Wirkung zu.

Da die Kampfstoffe zur Erzielung ihrer Wirkung möglichst fein in der Atmosphäre verteilt dem Gegner zugeführt werden müssen, gewinnt der Siedepunkt des Stoffes erhebliche Bedeutung. Je niedriger nämlich der Siedepunkt liegt, desto leichter lässt sich ein Kampfstoff vergasen. So können infolge ihres niedrigen Siedepunktes **Chlor, Phosgen, Chlorcyan, Cyanwasserstoff (Blausäure)** ohne besondere umsetzende Apparate als reine Gase im Gaskampf eingesetzt werden: Sie treten in den gasförmigen Zustand über, sobald sie der Luft ausgesetzt werden.

Bei den meisten Kampfstoffen liegt jedoch der Siedepunkt erheblich über der Durchschnittstemperatur. Zur Entwicklung ihrer Eigenschaften müssen sie künstlich fein verteilt werden: sie werden verstäubt oder vernebelt. Es entstehen also auch durch hochsiedende chemische Verbindungen auf diese Weise Kampfstoffwolken, die freilich keine echten Gaswolken, sondern Nebel und Staubgebilde sind. Wenn wir fast immer von Kampfgasen usw. sprechen, sind wir uns oft nicht bewusst, dass es sich vielfach um gar keine Gaswolken handelt. Die Wirkung freilich entspringt lediglich aus der feinen Verteilung und es bleibt belanglos, ob diese als Gas oder in einer anderen Form erfolgt. Im Weltkrieg wurden zur Erhöhung der Wirksamkeit und zur Erschwerung des Schutzes häufig Stoffgemische angewandt. Man hat schon bald danach gestrebt, zahlenmässig Anhaltspunkte für die Wirkung der Kampfstoffe ausfindig zu machen. Die sogenannte *Habersche* Formel ermöglicht, für Kampfstoffe einen hinreichend genauen Vergleich ihrer Wirkungen. Das Produkt aus Gaskonzentration c und Einwirkungszeit t ergibt den Wirkungsgrad w bzw. das Tödlichkeitsprodukt T , welches für Reizgase vom Typus des Phosgens einen

annähernd konstanten Wert besitzt. Mit Hilfe dieses Produktes $c \cdot t$, wollte man also unter bestimmten, stets gleichbleibenden Versuchsbedingungen den Wirkungsgrad der einzelnen Giftgase zahlenmässig wiedergeben und vergleichen.

Wenn also z.B. für Katzen der $c \cdot t$ -Wert des **Phosgens** mit 900 angegeben wird, heisst das, dass Katzen infolge der Giftstoffwirkung zugrunde gehen werden (aber nicht unbedingt müssen), wenn sie 20 Minuten lang in einer Atmosphäre atmen, die 45 mg **Phosgen** pro Kubikmeter enthält. Es bedeutet jedoch auch, dass die Wirkung letzten Endes immer dieselbe ist, ob nun der c -Wert gross und der t -Wert klein ist oder umgekehrt. Eine hohe Konzentration kurze Zeit eingeatmet führt zum gleichen Ergebnis wie eine niedrige Konzentration lange Zeit eingeatmet. Dadurch wird uns auch zum Teil der unterschiedliche Grad der Erkrankung nach Kampfgaseinatmung erklärt. Wir haben es mit leichten Fällen zu tun, wenn beide Faktoren (c und t) klein waren, mit schweren, rasch zum Tode führenden Fällen, wenn c und t hohe Werte erreichten.

Nicht bei allen Gasen lässt sich der Tödlichkeitswert auf diese Weise und mit dieser Formel ohne weiteres feststellen, und es muss davor gewarnt werden, etwa auf Grund von so ermittelten Zahlen zwischen Gasen verschiedenster Gruppen Vergleiche ziehen zu wollen. Insbesondere nehmen die **Blut- und Nervengifte** wie **Blausäure** und **Kohlenoxyd** eine andere Stellung ein, die unter anderem bedingt ist durch teilweise Entgiftung oder Bindung der Stoffe im Körper sowie durch teilweise Wiederausscheidung.

In einer längeren Abhandlung "Über das missverstandene Wirkungsprodukt $c \cdot t$ " haben Flury-Zernik ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Geltungsbereich der Formel $c \cdot t$ begrenzt ist und dass die in der Literatur niedergelegten $c \cdot t$ -Zahlen nicht als absolut feststehende toxikologische Werte für die einzelnen Gase zu betrachten seien. Es sind dies meist Minimalwerte, die nur für bestimmte Versuchstiere und Versuchsbedingungen aufgestellt wurden. Solche Minimalwerte sind grundsätzlich für die Beurteilung der Giftigkeit eines Stoffes praktisch von geringerer Bedeutung als der höchste $c \cdot t$ -Wert, bei dem ein Versuchstier noch am Leben bleibt.

Für den feldmässigen Gebrauch sind die Stoffe mit niedrigen $c \cdot t$ -Werten natürlich am vorteilhaftesten, was die toxische Wirkung anbelangt. Die $c \cdot t$ -Werte der wichtigsten Kampfstoffe werden z.B. für eine Katze wie folgt angegeben:

Phosgen	900
Perstoff	1000-1100 und höher
Dichlordiäthylsulfid	1500
Chlorpikrin	3000-3500
Diphenylchlorarsin	4000
Xylylbromid	6000 (!)
Chlor	7500

Diese Zahlen gelten - wir betonen es nochmals - als mittleres Tödlichkeitsprodukt für die gegen Reizgase besonders empfindliche Katze. Zuverlässige Zahlen über die Wirkung auf den Menschen liegen nicht vor (**Phosgen** etwa 800-1500).

Bei den Giftgasen von Art der **Blausäure** und des **Kohlenoxyds** hängt die Wirkung hauptsächlich ab von der Konzentration c. Als Kampfgase müssen diese ausserordentlich flüchtigen Stoffe daher stark in den Hintergrund treten, ja überhaupt ausscheiden, weil in der freien Atmosphäre eine zur Giftwirkung ausreichende Konzentration nicht herzustellen ist.

Eine Bewertung nach anderer Richtung erfahren die Gaskampfstoffe durch Ermittlung der Unerträglichkeitsgrenzen. Die hierfür angegebenen Werte sind natürlich ganz verschieden von den Zahlen der Tödlichkeitsprodukte, weil zwischen der Stärke der Reizwirkung und der Giftigkeit eines Gases keinerlei Zusammenhänge bestehen, aber sie sind ebenso wichtig für die Beurteilung eines Kampfgases, da in vielen Fällen ja nicht das Ziel der Tötung oder Vergiftung gesucht wird, sondern nur ein starker Reiz gesetzt werden soll. Aus psychologischen Gründen bezeichnet M i e l e n z diese Unerträglichkeitswerte als «Erträglichkeitsgrenzen», d.h. als obere Grenze der Erträglichkeit.

Erträglichkeitsgrenzen chemischer Kampfstoffe

Dabei handelt es sich um die höchste Konzentration, die vom Normalmenschen während einer Minute ertragen werden kann. Geringere Konzentrationen reichen oft zur Kampfunfähigkeit aus.

	mg/m ³ Luft
Diphenylcyanarsin	0,25
Diphenylchlorarsin	1-2
Chloracetophenon	4-5
Äthylchlorarsin	12
Xylylbromid	15
Bromaceton	30
Chlorpikrin	90-100
Chloraceton	100
Chlor	175-220

Erst in hohen, bereits tödlichen Konzentrationen merkliche Reize verursachen die Gase:

Dichlordiäthylsulfid
Blausäure
Phosgen

Alle diese Zahlen können natürlich nicht unverrückbar sein, da sie auf Versuchsergebnissen basieren. Biologische Vorgänge können niemals als starre Zahlensysteme dargestellt werden. Man ist allzu leicht geneigt, die Schwierigkeiten und Schwankungen des Tierversuches bei Ermittlung von Zahlenwerten nicht in Rechnung zu stellen, die vorwiegend in der Disposition des Versuchstieres begründet sind. Die individuelle Empfindlichkeit nach Konstitution, Rasse, Geschlecht, Alter ist ausserordentlich verschieden, früher überstandene Krankheiten, derzeitiger Gesundheitszustand, Lebensgewohnheiten des Tieres müssen berücksichtigt werden. Es wäre deshalb falsch, die bei einem Tier oder einer Tierart gewonnenen Versuchsergebnisse ohne weiteres auf andere oder den Menschen übertragen zu wollen. Die Wichtigkeit und Unentbehrlichkeit des Tierversuchs wird dadurch in keiner Weise beeinträchtigt (Reihenversuche !)

Die Flüchtigkeit spielt bei allen **Kampfstoffen** eine grosse Rolle. Wir verstehen darunter diejenige Gewichtsmenge, die bei bestimmter Temperatur in 1 m³ Luft bis zur Sättigung verdampfen kann. An Stelle des Begriffes «Flüchtigkeit» hat Mielenz «Sättigungskonzentration» vorgeschlagen und damit die Menge des betreffenden Stoffes in Dampfform in Milligramm bezeichnet, die bei einer bestimmten Temperatur im Kubikmeter höchstens enthalten sein kann. Die Zahlenwerte dieser Sättigungskonzentrationen sind ausserordentlich verschieden. Die Flüchtigkeit eines **Kampfstoffes** ist demnach abhängig von der Temperatur und um so grösser, je höher die Temperatur ist. Um die Flüchtigkeit von **Kampfstoffen** miteinander unter ähnlichen Umständen vergleichen zu können, bezieht man sie auf die mittlere Temperatur von 20°C.

Sättigungskonzentrationen bei +20°C:

Clark 1	0,35 mg/m ³
Clark 2	0,15 mg/m ³
Perstoff	26 mg/m ³
Lost	541 mg/m ³

Die Wirkungsdauer der Kampfstoffeinwirkung ist bedingt durch die Zeitdauer der Kampfstofflieferung in die Luft (Schweldauer, Abblasezeit, Verdampfungszeit), auf die wiederum u.a. Temperatur, Verteilung, Windgeschwindigkeit, Geländebeschaffenheit Einfluss haben. Befürchtungen über chronische Vergiftungsmöglichkeiten, d.h. Vergiftung durch aller kleinste Einzeldosen, die in geringster, an und für sich unschädlicher Konzentration eingeatmet werden und erst nach langer Zeit von Tagen und Wochen infolge der Daueraufnahme durch Summation oder Kumulation Schädigungen verursachen könnten, sind verschiedentlich laut geworden. Für Reizgase vom Typus des **Phosgens** dürfte diese Möglichkeit der chronischen Vergiftung unrealistisch sein.

Nach Versuchen von W. Wirth, fällt die erste anatomisch, wenn auch klinisch nicht nachweisbare Schädigung bei kleinsten Dosen, die eingeatmet werden, zusammen mit der Geruchsschwelle der Wahrnehmbarkeit. Diese Schädigung besteht im wesentlichen in einer geringfügigen entzündlichen Hyperämie, die sich wieder behebt. Auf diese Weise trifft eine wiederholte und spätere Einatmung von Giftstoff in den Lungen - immer kleinste Mengen vorausgesetzt - annähernd einen Normalzustand an, so dass eine Summation von Schädigung und eine Aneinanderreichung von Läsionen unwahrscheinlich erscheint.

Auch für **Gelbkreuzkampfstoff** dürfte eine chronische Vergiftung im Sinne einer Speicherung des Giftes auszuschliessen sein.

Tierversuche (Muntsch) haben aber bestätigt, dass nach chronischer Einatmung kleinster Konzentrationen von **Gelbkreuzkampfstoff** erheblichere Schädigungen auftreten als sie die einmalige Einatmung einer kleinen gleich hohen Konzentration mit sich bringt, d.h. die örtlich gesetzten Schädigungen summieren und verdichten sich zu einer zunehmend schwerer werdenden Erkrankung.

Toxizität der Kampfstoffe

Kampfstoffe	LC ₅₀
1. Lungenkampfstoffe	
Chlorgas	19 000 mg/m ³ × min
Phosgen (CG)	3 200 mg/m ³ × min, 500 ppm × min [24]
Diphosgen (DP)	3 200 mg/m ³ × min
Chlorpikrin (PS)	500 mg/m ³ × min
2. Blutkampfstoffe	
Arsenwasserstoff (SA)	5 000 mg/m ³ × min, 0,1 g, 2 mg/kg KG
Blausäure (AC)	Konzentrationsabhängig:
Dampf	2 000 bei 200 mg/m ³
	4 500 bei 150 mg/ m ³
geschl. Räume	300 ppm
Flüssigkeit	50 mg
Chlorzyan (CK)	7 000 mg/m ³ × min
3. Hautkampfstoffe	
I Arsenhaltige Verbindungen	
Mehtylarsindichlorid (MD)	3 000 mg/m ³ × min
Ethylarsindichlorid (ED)	3 000 - 5 000 mg/m ³ × min (Inhalation)
Phenylarsindichlorid (PD)	2 600 mg/m ³ × min (Inhalation)
2-Chlorvinylarsindichlorid	1 200 - 1 500 mg/x min (Inhalation)
(Lewisit, L)	100 000 mg/m ³ × min (perkutan, akkumul.)
II S-Lost; N-Loste	
Senfgas (HD)	1 500 mg/m ³ × min (Inhalation), 233 ppm/10molar (Inhalation) 10 000 mg/m ³ × min (perkutan) 34 mg/kg (perkutan)
N-Lost (HN-3)	1 500 mg/m ³ × min (Inhalation), 10 000 mg/m ³ × min (perkutan)
N-Lost (HN-2)	3 000 mg/m ³ × min (Inhalation)
N-Lost (HN-1)	1 500 mg/ m ³ × min (Inhalation) 20 000 mg/ m ³ × min (perkutan)
4. Nervenkampfstoffe	
Tabun (GA) (Flüssigkeit)	400 mg/m ³ × min (Inh., okulär) 1,0- 1,5 g bei 0,01 mg/kg (perkutan)
Sarin (GB)	70 mg/m ³ × min (Inhalation) 12 000 mg/m ³ × min perkutan) 0,01 mg/kg (peroral)
Soman (GD)	100 mg/m × min (Inhalation), 0,01 mg/kg (peroral)
VX	100 mg/m × min (Inhalation) 0,001 g (peroral)

Toxizitätswerte einiger ausgewählter chemischer Kampfstoffe

Kampfstoff	Erträglichkeitsgrenze mg/m ³ · min	mittlere letale Konzentration LC ₅₀ mg/m ³ · min.	mittlere kampfunfähig machende Konzentration IC ₅₀ mg/m ³ · min
Bis(2-chlorethyl)-sulfid (S-Lost)	-	1.500 (letale Dosis dermal: 40-60 mg/kg)	150-200
2,2'-Bis(2-chlorethylthio)-diethylether (O-Lost)	-	200 - 400	50
Blausäure	-	2.000	-
Brombenzylcyanid	5	3.500 - 8.000	30-90
Chloracetophenon	4,5	10.000- 14.000	80
o-Chlorbenzylidenmalodinitril (CS; nach 1945)	6	10.000-61.000	10-20
Chlorzian	50	11.000	7.000
Chlorpikrin	50-100	20.000	um 200 (IC ₁₀₀)
2-Chlorvinylarsindichlorid (Lewisit)	-	1.200- 1.300 (letale Dosis dermal: 20 mg/kg)	300
3-Chinuclidinylbenzilat (nach 1945)	-	200.000	110
Dibenz(b,f)-1,4.oxazepin (nach 1945)	-	-	>CS
Dimethylaminocyanphosphorsäureester (Ethyl-(dimethylamido)-cyanphosphat/Tabun)	-	400	100-300
Diphenylarsinchlorid (Clark I)	1	15.000	10-15
Dipheylarsincyanid (Clark II)	0,25-1	10.000	10-25
Diphosgen	40	3.200	1.600
Ethylarsindichlorid (Dick)	5-10	3.000 -4.000	5-10
O-Ethyl-methylphosphonsäurethiocholinester (O-Ethyl-S-(N,N-diisopropylaminoethyl)-methyltiolphosphonatA/X; nach 1945)	-	10 100	10-50
Fluorphosphorsäure-diisopropylester (Diisopropylfluorophosphat/DFP)	-	um 250	-
N-Methyl-bis(2-chlorethyl)-amin (N-Yperit)	-	3.000	100
Methylfluorphosphonsäureisopropylester (Isopropyl-methylfluorophosphonat / Sarin)	-	70-100	40-75
Methylfluorphosphonsäure-pinakolyester (Pinakolyl-methylfluorophosphonat / Soman)	-	70-100	25-35
Phenarsazinchlorid (Admasit)	0,4	10.000- 15.000	10-30
Phenylarsindichlorid (Pfiffikus)	16	1.300	-
Phosgen	-	3.200	1.600
Tris(2-chlorethyl)-amin (N-Lost)	-	1.500	200

1) bei vergrössertem Atemvolumen liegen die Werte niedriger (das Minutenvolumen eines Soldaten in Bereitschaft beträgt etwa 5 bis 10 Liter, beim Sturmangriff jedoch 70 bis 90 Liter)

Militärtoxikologischer Wert

Habersches Tödlichkeitsprodukt: je kleiner der Wert (w) desto toxischer ist der Kampfstoff

Kampfstoff	w
Soman	80
Sarin	150
Tabun	450
Chlorzyan	4000
Phosgen	5000
Diphenylchlorarsin	15000
Trichlornitromethan	20000

Militärtaktische Einteilung

Tödlich wirkende Kampfstoffe, ohne Latenzzeit, wenige min.

Flüchtige Kampfstoffe.

- **Organophosphorverbindungen, Blausäure, Phosgen**
zeitweilig ausser Gefecht setzend, mit Latenzzeit von einer bis mehreren Stunden.

Sesshafte Kampfstoffe

- **Phosgen, Yperit, Reizkampfstoffe, Psychogifte, Soman, V-Kampfstoffe**

Einteilung nach Anwendungsart

- | | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| - Offensivkampfstoffe | - Entblätterungskampfstoffe |
| - Defensivkampfstoffe | - Pflanzenvernichtende Stoffe |
| - Diversions- und Sabotagegifte | - Material zerstörende Kampfstoffe |
| - Hinterhaltkampfstoffe | - Aerosolkampfstoffe |
| - Geländekampfstoffe | |

Reizkampfstoffe als sogenannte Maskenbrecher

Giftige Augenreizstoffe

- | | |
|--|---------------------------|
| - Bromaceton | - Diphenylzianarsin |
| - Trichlornitromethan (Chlorpikrin) | (Blaukreuzstoff) |
| - Halogenzyane | - Adamsit |
| - Diphenylchlor (Blaukreuzstoff) | - Chloracetophenon |

Besondere Bedeutung zur Terrorisierung und demoralisierende Wirkung auf rückwärtige Dienste, Versorgungseinheiten, Ruhezonen, der Besatzungsmacht.

Militärtoxikologische Daten
Schwellenwerte
Die Schwellendosis bzw. Schwellenkonzentration gibt die geringste Menge (bzw. Konzentration pro Zeitabschnitt) eines Kampfstoffes an, durch welche die ersten erkennbaren Wirkungen hervorgerufen werden. Die Schwellendosis wird für orale Aufnahme (d.h. über Mund und Magen-Darm-Trakt) und Penetration durch die Haut (dermale Aufnahme) in Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht angegeben (bei hautschädigenden Stoffen auch in Milligramm pro Quadratzentimeter Hautoberfläche); die Schwellenkonzentration für vergiftete Luft und vergiftetes Wasser in Milligramm pro Kubikmeter bzw. Milligramm pro Liter. Es handelt sich um relative Werte, da zum einen die individuelle Empfindlichkeit von Mensch zu Mensch schwankt, zum anderen nicht alle beginnenden Vergiftungssymptome ohne klinische Untersuchung erkannt werden können.
Erträglichkeitsgrenze (Unerträglichkeitsgrenze)
Diese Grenze legt fest welche Höchstkonzentrationen eines Kampfstoffes ein Mensch eine Minute lang ohne nachweisliche körperliche Schäden ertragen kann. Wegen der unterschiedlichen Empfindlichkeit rechnet man mit einer Schwankungsbreite bis zu 20%. Trotzdem hat auch dieser Wert nur relative Bedeutung, da er mögliche Spätfolgen (z.B. Krebserkrankungen, Nervenschädigungen, Organschäden) nicht berücksichtigt.
Kampfunfähig machende (oder niederhaltende) Konzentration/Dosis
Die mittlere kampfunfähig machende Konzentration (IC_{50}) bzw. Dosis (ID_{50}) entspricht der Konzentration in Milligramm pro Kubikmeter Luft und Minute bzw. Menge in Milligramm pro Mensch (mittleres Körpergewicht 70 kg), die 50% des Personalbestandes kampfunfähig macht.
Letale Dosis (LD)
Die letale Dosis ist die absolut tödlich wirkende Menge eines in den Organismus gelangten Kampfstoffes. Die Angabe erfolgt in Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht. Im Tierversuch wird im allgemeinen die mittlere letale Dosis LD_{50} verwendet. Sie gibt die Menge des Giftstoffes an, die eine 50%ige Mortalität zur Folge hat. Da die LD-Werte von der Applikationsart abhängen, wird diese ebenfalls mit angeführt (bei Kampfstoffen dermal und oral).
Letale Konzentration (LC)
Die letale Konzentration gibt im allgemeinen die Toxizität bei Inhalation eines Kampfstoffes an, wobei die Expositionszeit berücksichtigt werden muss. Zumeist wird die mittlere letale Konzentration bei einer Einwirkungszeit von einer Minute (LC_{50}) in Milligramm pro Kubikmeter und Minute angegeben, die zu einer 50%igen Mortalität führt. Diese Angabe ist auch als Tödlichkeitsprodukt oder Haber-Produkt geläufig. Für relativ kurze Expositionszeiten ist das Produkt aus Konzentration (C) und Einwirkungszeit (t) konstant, bei sehr geringen Konzentrationen oder hohen Expositionszeiten sind die ct-Werte grösser. Sie sind allerdings kein Mass für die vom Organismus resorbierte Menge, sondern für die Intensität der Einwirkung. Letale Konzentrationen werden des weiteren auch für vergiftetes Wasser angegeben.

Gemäss den Brüsseler Verträgen wurden chemische Waffen wie folgt definiert:

Als chemische Waffen gelten alle Einrichtungen oder Geräte, die eigens dazu bestimmt sind, die erstickenden, toxischen, reizerregenden, lähmenden, wachstumsregelnden, die Schmierwirkung zerstörenden und katalytischen Eigenschaften irgendeiner chemischen Substanz für militärische Zwecke auszunutzen.

Unter Zugrundelegung einer solchen Definition sollten auch die haut- und augenschädigenden und sogar krebserregenden oder krebserfördernden Polizeitränengase weltweit verboten werden.

Erkenntnisse aus dem 1. Weltkrieg über die Wirkung chemischer Kampfstoffe

Grünkreuzgruppe (Phosgen, Perstoff, Chlorpikrin)

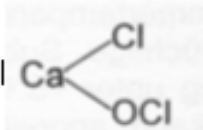
Die zur Grünkreuzgruppe gezählten Kampfstoffe werden auch als «Lungenreizstoffe», besser als **«erstickende Kampfstoffe»** bezeichnet, die französische Benennung **Gaz asfixante** oder **suffocante** deckt sich nicht mit der deutschen ärztlichen Nomenklatur. Wir verstehen unter «Stickgasen» die chemisch indifferenten Gase wie Stickstoff, Wasserstoff, Methan, die durch Verdrängung des Sauerstoffs aus der Atmosphäre zur Erstickung führen. Zu den Stickgasen rechnen wir ferner die chemisch aktiven Gase des **Kohlenoxyds** und der **Blausäure**, die den Transport und die Verarbeitung des Sauerstoffes im Körper störend beeinflussen. Die pharmakologische Gruppe der Reizgase (einschliesslich Ätzgase), zu denen man sämtliche Kampfstoffgruppen rechnen kann, zeigt als charakteristische Eigenschaft die örtliche Wirkung auf die lebende Zelle. Die Wasserlöslichkeit dieser «Reizgase» spielt für den Wirkungsmechanismus eine bedeutende Rolle.

Der militärische Begriff des «Reizstoffes» ist viel enger begrenzt und umfasst lediglich die Augenreizstoffe sowie die Nasen-Rachenreizstoffe (**Blaukreuz**). Um Verwechslungen auszuschalten, kann jeweils der Hauptangriffspunkt des Reizgases im Namen zum Ausdruck kommen: Wir sprechen also von «Lungenreizstoffen» usw.

Die wichtigsten **Kampfstoffe** der **Grünkreuzgruppe** sind:

Chlor

gelbgrünes Gas von kratzendem Geruch. Mol. Gew. = 70,9; spez. Gew. 2,47 (Luft = 1); lässt sich leicht verflüssigen; bei gewöhnlicher Temperatur wird es bei einem Druck von 6-8 Atmosphären flüssig. 1 Liter flüssiges Chlor bei 0°C und 760 mm liefert ca. 460 Liter gasförmiges Chlor. Löslich in Wasser, Tetrachlorkohlenstoff, Chloroform u.a. Lässt man Chlor durch eine verdünnte, kalte Alkalilauge perlen, bildet sich Chlorid und Hypochlorit; z.B. mit Natronlauge $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{Eau de Labarraque}$; mit Kalium entsprechend = Eau de Javelle; mit Kalzium erhält man die Verbindung,

der die Formel  zukommt = **Chlorkalk**.

Chlorkalk ist eigentlich ein Stoffgemenge: $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})(\text{OCl})$, $\text{CaCl}(\text{OCl})$ (u.a. nach Erdmann, Anorganische Chemie 1906, 544).

Über die Giftwirkung auf den Menschen macht das englische Manual of treatment of gas casualties nachstehende Angaben:

Wirkung	Dauer der Einatmung	Originalangabe	Entspr. Teilen Gas in 1 Mio. Teilen Luft	Entsprechend mg/l
Unschädlich	beliebig lange	1 : 175 000	5,7	0,0165
Unerträglich	2 Minuten	1 : 10 000	100	0,29
	10 Minuten	1 : 40 000	25	0,07
Tödlich	2 Minuten	1 : 2 000	500	1,45
	10 Minuten	1 : 10 000	100	0,29

Die hier wiedergegebenen tödlichen Konzentrationen entsprechen etwa einem Tödlichkeitswert $c \cdot t = 3000$, der aber als Minimalwert anzusehen ist. Die erträglichen Konzentrationen und noch mehr die unschädlichen sind erheblich höher als bisher angegeben.

Phosgen

Karbonylchlorid, COCl_2 , das Chlorid der Kohlensäure, Mol.-Gew. 98,9; spez. Gew. bei $0^\circ\text{C} = 1,43$; bei gewöhnlicher Temperatur farbloses Gas von moderndem Geruch nach faulem Obst oder Heu, etwa 9mal giftiger als Chlor, 3,5mal schwerer als Luft, ausserordentlich empfindlich gegen Wasser. Löslich in organischen Lösungsmitteln (Benzol, Toluol, Aceton u.a.). Entsteht am Licht aus CO und Chlor, daher der Name.

Die Giftwirkung auf den Menschen (nach Flury-Zernik)

	Dauer der Einwirkung	Teile in 1 Mio.	mg/l
Höchste erträgliche Menge	längere Zeit	1	0,004
Schwerer Reiz, kampfunfähig	wenige Sek.	10	0,04
Lebensgefährlich	30 Minuten	12,5	0,05
Tödlich	30 Minuten	25	0,1

Darstellung durch Oxydation von Chloroform oder auch durch Einwirken von rauchender Schwefelsäure auf siedenden Tetrachlorkohlenstoff (ital. Verf.). Nachweis mit Anilinwasser oder mit Dimethylaminobenzaldehyd-Diphenylamin-Reagenzpapier. Infolge des tief liegenden Siedepunktes und des schon bei Zimmertemperatur verhältnismässig hohen Dampfdruckes eine sehr flüchtige Substanz. Gasförmiges **Phosgen** lässt sich durch Abkühlung unter $+8^\circ\text{C}$ zu einer farblosen Flüssigkeit kondensieren, die Eisen kaum angreift. Daher die Anwendung in eisernen Flaschen im Blasverfahren (Frankreich).

Perstoff

Chlorameisensäuretrichlormethylester, farblose Flüssigkeit (bei gewöhnlicher Temperatur), weniger flüchtig als **Phosgen**, mit süßlich-säuerlich-stechendem Geruch nach Essigpflaumen, stärkerer Reizwirkung, ähnlicher Giftwirkung wie **Phosgen**, Mol. Gew. = 197,8; spez. Gew. bei 15°C = 1,65; löslich in Benzol, gegenüber Wasser sich wie **Phosgen** verhaltend.

Der Chlorameisensäureester muss nach Hollemann als Chlorkohlensäureester aufgefasst werden, der aus **Phosgen** mit Alkohol bei gewöhnlicher Temperatur entsteht $\text{ClCO} \cdot \text{Cl} + (\text{HO})\text{R} = \text{ClCO} \cdot \text{O} \cdot \text{R} + \text{HCl}$, $\text{R} = \text{CCl}_3$). Nachweis mit Silbernitratlösung.

Die Giftwirkung auf den Menschen (Vedder)

	Teile Dampf in 1 Mio.	mg/l
Kampfunfähig in wenigen Sekunden	5	0,04
schwere Schädigung nach 1-2 Min.	20	0,16
Tödlich nach 30 Minuten	30	0,25

Schnelldiagnose der Kampfstoffe

Schematische Darstellung

Mit Hautverätzung	Auftreten von Blasen nach Latenzzeit			Senfgas
	Rötung und Schwellung	bei erträglichem Jucken und von Erscheinungen an den oberen Luftwegen begleitet		Senfgas
		bei starkem Brennen und von stärksten Reizerscheinungen an Nase, Augen und Luftwegen begleitet		Arsine
ohne Hautverätzung	mit Beteiligung der Lungen	Reizerscheinungen an den Augen	süßlich stechender Geruch	Chlor
			Übelkeit, Erbrechen	Chlorpikrin
		seltener und nur geringer Augenreiz	Erstickungserscheinung vorherrschend	Phosgen
	ohne Beteiligung der Lungen	meist mit Augenreizung	Rachenbeteiligung vorherrschend	Senfgas
		nur Reizung der Augen und oberen Luftwege		Bromazeton, Chlorazeton
		Kopfschmerz, Schwindel, geistige Störungen		Kohlenoxyd
		Krämpfe, Ohnmacht, Nervenerscheinungen		Blausäure

Zur Beachtung !

Bei Gaskranken zu vermeiden: Morphin, Kokain (Augenranke) !

Bewusstlosen ist niemals irgendeine Flüssigkeit einzugeben !

Sofortmassnahmen bei Vergiftungen durch chemische Kampfstoffe

Merke ! Bei allen Unfällen und Vergiftungen ist sofort ein Arzt beizuziehen !

Handle schnell, leite sofort die Massnahmen der Ersten Hilfe ein ! Nicht in jedem Falle ist der Grad der Vergiftung sofort einzuschätzen. Bei hochtoxischen Verbindungen geht es um das Leben des Betroffenen.

Alle nachfolgenden Massnahmen sind nur eine Erste Hilfe und ersetzen keinesfalls eine ärztliche Behandlung. Eine weitere Gifteinwirkung ist sofort zu verhindern durch

- Entfernen aus dem vergifteten Raum.
- Ablegen der vergifteten Bekleidung.
- Beseitigen des Giftstoffs von der Körperoberfläche.
- Anlegen der Schutzmittel und dergleichen.

Vergiftungen durch phosphororganische Verbindungen

Intramuskuläre Injektionen möglichst hohe Dosen von Atropin und PAM. Künstliche Beatmung erst nach Verabreichung von Atropin und PAM.

Haut	Waschungen mit 5- bis 10%iger NaHCO_3 -Lösung oder Ammoniakwasser, Behandlung mit Kupferchelat-Entgiftungssalbe oder -lösungen.
Augen	2- bis 3%ige NaHCO_3 -Lösung, danach 1 bis 2 Tropfen einer Homatropinlösung mit 0,4% Novesin.
Magen	Magenspülung, grosse Mengen Aktivkohle.

Vergiftungen durch fluororganische Verbindungen

Erbrechen herbeiführen, Magenentleerung, Gurgeln und Mundspülen mit Permanganatlösungen. Intravenös 20 cm^3 Kalziumglukonat. Hochprozentiges Äthanol verabreichen.

Vergiftungen durch Zyanverbindungen

Alle 2 Minuten (bis zu 8mal) über 30 s Amylnitrit einatmen lassen. Künstliche Atmung. Intramuskuläre Injektion von 0,01 mg Lobelin. Starken Kaffee verabreichen, Warm halten.

Haut	5- bis 10%ige NaHCO_3 -Lösung.
Magen	Magenentleerung herbeiführen. Zuführung einer Mischung aus 2g FeSO_4 und 20g MgO in 100 cm^3 Wasser.

Vergiftungen durch Phosphor- und Arsenwasserstoff

Sauerstoffzufuhr.

PH₃-Vergiftung wie bei Zyanverbindungen.

AsH₃-Vergiftung 1,5 bis 3 mg je Kilogramm Körpermasse 3mal stündlich
Dithioglyzerin "Rodleben".

Vergiftungen durch lungenschädigende Verbindungen

Völlige Ruhigstellung in Rückenlage. Warm halten, eventuell heisse Getränke verabreichen. Gaben von 3g Hexamethylentetramin als Urotropin. Sauerstoffzufuhr *ohne* Druck, reizlindernde Inhalationsmittel (Äther, Menthol usw.).

Vergiftungen durch Bleitetraäthyl

Hautoberfläche mit Petroleum reinigen. Intravenöse Injektion von Ca-EDTA. Hohe Dosen Vitamin B₁.

Vergiftungen durch hautschädigende Kampfstoffe

Haut	Monochloramin-, Kaliumpermanganat- oder Wasserstoffperoxidlösungen (Eintauchen, feuchte Umschläge), bei Yperit auch Hexamethylentetraminlösung. Zum Baden 1 %ige Kaliumpermanganatlösung, anschliessend mit Warmwasser und Seife waschen.
Augen	2%ige NaHCO ₃ -Lösung, 3%iges Borwasser, mit alkalischer Augensalbe einstreichen.
Atmungsorgane	Gurgeln mit Hexamethylentetramin- oder Kaliumpermanganatlösung, Inhalation atmungserleichternder Substanzen.
Magen	Grosse Mengen Aktivkohle.

Vergiftungen durch Reizstoffe

Augen	3-bis 5%ige NaHCO ₃ - oder 3%ige Borsäurelösung, mit alkalischer Augensalbe einstreichen.
Atmungsorgane	Gurgeln mit alkalischen Lösungen, Inhalation atmungserleichternder Mittel (Menthol, Eukalyptus), auch Gurgeln mit kleinen Mengen Spirituosen.

Letale Konzentration einiger Kampfstoffe

A = Affe, M = Maus, R = Ratte; H = Hund, K = Katze, Ka = Kaninchen, Z = Ziege					
Verbindung	Tierart	Konzentration in mg/l		Exposi- tionszeit in min.	Tod in
Bis-(2-chloräthyl)-thioäther	H	LC	0,01	fortl.	8 h
	H	LC	0,5	fortl.	5 min
Chlorzyan	M	LC	0,7	7,5	
	R	LC	1,4	10	
	H	LC	0,8	7,5	
	Z	LC	2,2	7... 10	
	Z	LC	5,1	1... 2	
Diäthoxyphosphorylfluorid	M	LC ₅₀	0,5	10	1 h
Dimethylphosphorylfluorid	M	LC ₅₀	0,3	10	6 h
Dipropoxy-(2)-phospho- rylfluorid (DFP)	M	LC ₅₀	0,44	10	2 h
	M	LC ₅₀	2,7	2	2 h
	M	LC ₅₀	5	1	2 h
	R	LC ₅₀	0,36	10	2 h
	R	LC ₅₀	1,8	2	2 h
	R	LC ₅₀	4,2	1	2 h
Dimethylamino- äthoxyphosphorylzyanid (Tabun)	M	LC ₅₀	0,02	30	
Dizyklohexophosphoryl- fluorid (DCHF)	M, R	LC ₅₀	0,11		
	Ka	LC ₅₀	0,14		
Phosgen	R	LC ₅₀	0,2 ... 0,3	30	14 h
	K	LC	0,05	20	
	K	LC	0,1	20	
	H	LC	0,3 ... 0,4	30	24 h
Propoxy-(2)-methylphos- phorylfluorid (Sarin)	M	LC	0,005	30	
	R	LC ₅₀	0,03		
Trichlornitromethan	K	LC	0,8	20	14 h
	Ka	LC	0,8	20	3 h
	Ka	LC	5	fortl.	30 min
Zyan Wasserstoff	K	LC	0,2	fortl.	5-10 min
	K	LC	0,35	fortl.	sofort
	H	LC	0,2	fortl.	5-10 min
	H	LC	0,35	fortl.	sofort
	A	LC	0,2	fortl.	5-10 min
	A	LC	0,35	fortl.	sofort

Letale Dosen (LD) einiger Kampf- und Giftstoffe

Verbindung	Tierart	Applikationsart	LD ₅₀ in mg/kg
Akonitin	Ratte	i.v.	0,11
Arsen(III)-oxid	Ratte Hund	or. or.	138 + 13 30 ... 70
Äthoxy-S-(2-äthylaminoäthoxy)- äthylthiophosphinoxid	Ratte	or.	0,25
äthoxy-S-(2-äthylaminoäthoxy)- mehtylthiophopsinoxid	Ratte	or.	0,25
Äthoxy-methylphosphorylthiocholin	Maus	i.p.	0,03
Äthyl-bis-(2-chloräthyl)-amin	Maus Maus Ratte Ratte	kut. s.c. kut. s.c.	13 1,2 17 1
Atropin	Maus Maus Maus Ratte	or. s.c. i.v. or.	400... 800 900 90 750
Bis-(2-chloräthyl)-thioäther	Maus Maus Maus Ratte Ratte	kut. s.c. i.v. kut. i.v.	92 ⁹ 26 ⁹ 8,6 ⁹ 18 0,7 ⁹
Bis-(dimethylamino)-phosphorylfluorid (Dimefox)	Maus Maus Ratte Ratte Hund	i.p. s.c. i.p. or. i.m.	1,4 (5) 1... 1,5 5 7,5 17 (5...10)
Bleitetraäthyl	Ratte Kaninchen	i.p. i.v.	10 ⁹ 22... 47
Bufotoxin	Katze	i.v.	0,27... 0,41
Chlorpikrin (s. Trichlornitromehtan)			
Chlorzyan	Maus Ratte	s.c. s.c.	39 20
Diäthoxyphosphorylthiocholin	Maus Maus Kaninchen	i.p. s.c. i.v.	0,14 0,26 0,31
Diäthylamino-äthoxyphosphorylzyanid	Maus	i.p.	4
Diäthyl-S-(2-äthylaminoäthyl- thiophosphat (Amiton)	Ratte Maus	or. i.p.	3,5 0,5
Diäthyl-2-(äthylthio)-äthyl- thionophosphat (Thionosystox)	Maus Ratte	s.c. or.	15 30
Ditäthyl-2-(äthylthio)-äthylthiophosphat (Thiolsystox)	Maus Ratte	s.c. or.	6 1,5
Diäthyl-S-2-(äthylthio)-äthylthiono- thiophosphat (Disyston)	Maus Ratte	i.p. or.	5,5... 6,5 3... 12

Verbindung	Tierart	Applikations- art	LD ₅₀ in mg/kg
Diäthyl-S-(äthylthio)-methylthiono- thiophosphat (Thimet)	Ratte Ratte	kut. or.	2,5... 6 1,1... 2,3
Diäthyl-bis-(dimethylamino)- pyrophosphat (asym.)	Maus Ratte Ratte	i.p. i.p. or.	4,7... 4,9 2,4... 2,7 3,8
Diäthyl-bis(dimethylamino)- pyrophosphat (sym.)	Maus Ratte Ratte	i.p. i.p. or.	17 10... 11,5 12,4
Diäthyl-S-(2-triäthylammoniumäthyl)- thiophosphat-jodid	Maus	i.p.	0,17
Diäthyl-4-nitrophenylphosphat (Paraoxon)	Maus Ratte Kaninchen	s.c. or. kut.	0,6... 0,8 3 5
Diäthyl-(4-nitrophenyl)- thionophosphat (Parathion)	Maus Maus Ratte Ratte Pferd	i.p. or. i.p. or. or.	5,5 25... 26 4... 7 4... 13 5
Dimethylamino-äthoxy- phosphorylzyanid (Tabun)	Maus Maus Ratte Ratte Ratte Hund Hund	s.c., i.p. i.v. s.c. i.v. or. i.v. or.	0,6 0,15 0,35 0,06 3,7 0,08 0,2
Dimethylamino-iso- propylaminophosphorylfluorid	Ratte	or.	7,5
Dimethylamino-methoxyphosphoryl- zyanid	Maus	i.p.	1,9
Dimethylamino-methoxyphospho- rylfluorid	Maus	i.p.	2,5
Dimethyl-S-[2-(S'-äthyl-S'-äthylthio- äthyl-sulfonium)-äthyl]-thiophosphat	Ratte	i.v.	0,004... 0,005
3.3-Dimethylbutoxy-(2)- methylphosphorylfluorid (Soman)	Maus	s.c.	0,04... 0,1
4.6-Dinitro-2-methylphenol	Maus Ratte Ratte	s.c. s.c. or.	24,2 24,6 26... 30
Dipropoxy-(2)-phosphorylfluorid (DFP)	Maus Maus Maus Ratte Ratte Hund Hund	s.c. i.v. or. i.m. or. i.v. s.c.	5 0,4 36,8 1,8 7,7... 13,5 3,4 3
Dipropoxy-(2)-phosphorylfluorid	Ziege	i.v.	0,8

Verbindung	Tierart	Applikations- art	LD ₅₀ in mg/kg
(DFP)	Ziege Affe Affe	s.c. i.v. s.c.	1 0,25 + 0,3 1
Kokoigift	Maus		0,2 µg/kg
Methyl-bis-(2-chloräthyl)-amin	Maus Maus Maus Maus Ratte Ratte Ratte Ratte	s.c. i.v. kut. or. s.c. i.v. kut. or.	2,6 2 29 20 1,9 1,1 22 10
Methylfluorophosphorylcholin	M, Ka Maus	i.v. i.p.	0,01 0,1
Methylfluorophosphorylhomocholin	M, Ka Maus	i.v. i.p.	0,006 0,05
Methylfluorophosphoryl-2-methylcholin	M, Ka Maus	i.v. i.p.	0,008 0,03 (0,07)
Methoxy-4-nitrophenoxy- methylphosphinsulfid	Ratte	or.	1
Natriumfluorazetat	Ratte Hund Schaf Pferd	or. or. or. or.	6,9 0,07 0,7 1
Nikotin	Maus Maus Hund	i.v. or. i.v.	7,1 24 ²⁾ 5
Propoxy-(2)-methylphosphorylfluorid (Sarin)	Maus Maus Ratte Ratte Ratte Ratte	s.c. i.v, i.p. s.c. i.m. i.v. or.	0,05... 0,2 0,2 0,12 0,17 0,05 0,6
Tetraäthylpyrophosphat	Maus Maus Ratte Katze	i.p. or. or. s.c.	0,85 7 1,2... 2 2,5... 3
Tetramethylpyrophosphat	Maus	i.p.	1,7
Triäthylbleichlorid	Ratte	i.p.	5 ²⁾
Trichlornitromethan	Katze Kaninchen	s.c. i.v.	10 104 ²⁾
Tris-(2-chloräthyl)-amin	Maus Maus Ratte Ratte Hund	kut. s.c. kut. i.v. kut.	7 2 4,9 0,7 1

¹⁾ Mit einem Lösungsmittel

²⁾ Minimale letale Dosis

Kenntnis der Entgiftungsmittel

Natürliche Kräfte und Stoffe

Witterungseinflüsse

C-Kampfstoffe können nach genügend langer Einwirkungszeit durch die natürlichen Einflüsse der Witterung zur Verdunstung oder zum Zerfall gebracht werden. Mit diesem einfachen Verfahren der Kampfstoff-Beseitigung ist aber meistens keine restlose Entgiftung zu erreichen, da feste oder flüssige Kst-Reste an witterungsgeschützten Stellen oder in tieferen Erd- und Materialschichten mitunter noch jahrelang voll wirksam bleiben können. Entgiftende Witterungseinflüsse sind im wesentlichen:

Luftbewegung, Luft- und Oberflächenwärme und Niederschlagsfeuchtigkeit.

Bewegte Luft fördert die Entgiftung. Gase und Schwebestoffe werden durch die Luftbewegung verwirbelt und hinwegbefördert, flüssige Kampfstoffe zu schneller Verdunstung gebracht.

Die *Erwärmung* der Luft und der vergifteten Oberflächen durch die Strahlung der Sonne steigert die Verdunstungsgeschwindigkeit der C-Kampfstoffe sehr erheblich. Auch bei kaltem Wetter kann die Oberflächenwärme der Erde und des Materials höher als die Luftwärme sein. Mit der erwärmten Luft steigen Gase und Schwebestoffe in höhere Luftschichten.

Niederschlagsfeuchtigkeit bewirkt eine Hydrolisierung (chemische Zersetzung) vieler C-Kampfstoffe. Die Hydrolisierungsgeschwindigkeit ist - neben der Temperatur und anderen Ursachen - von der Kampfstoff-Art und der Zusammensetzung von Kampfstoff-Gemischen wesentlich abhängig. Niederschläge in Form von Regen fördern die Entgiftung durch Abschwemmen der Kampfstoffe von Oberflächen und Versickern im Erdreich. Nachteilig wirken sich dagegen das Einsickern der Vermischungen von Regenwasser mit C-Kampfstoffe in poröses Material und das Zusammenschwemmen von Kampfstoff-Tropfen in Vertiefungen aus.

Starke Schneeschichten bedecken Geländevergiftungen und behindern die Verdunstung der Kampfstoffe.

Feuer

Das Feuer ist ein einfaches und schnell anwendbares Mittel, um C-Kampfstoffe zu vernichten oder zu schneller Verdunstung zu bringen. Einige C-Kampfstoffe verbrennen im Feuer und werden dadurch in verhältnismässig harmlose Stoffe umgewandelt.

Wenn C-Kampfstoffe durch Feuer beseitigt werden, enthalten die von der Brandstelle aufsteigenden Rauchwolken nicht verbrannte, gasförmige Kampf-

stoff-Reste. Ferner verursacht die vom Feuer ausstrahlende Wärme eine starke Verdunstung von C-Kampfstoffen, die zu lebensgefährlichen Konzentrationen in der Umgebung der Brandstelle - besonders in Windrichtung - führen kann. Günstig für Kampfstoff-Verbrennungen sind heisse Tage, an denen die Luft schnell aufsteigt und die giftigen Abgase in höhere Luftschichten führt, wo sie bald verdünnt werden.

Wärme

Die Wärme ist eines der wichtigsten Mittel und Hilfsmittel der Entgiftung. Da im grössten Teil der Beschreibungen der Entgiftungsmittel und Verfahren wird auf die Anwendung der Wärme hingewiesen. Deshalb wird an dieser Stelle nicht näher eingegangen. Es ist aber in jedem Fall wichtig, bei der Wärmeanwendung möglichst wirtschaftlich zu verfahren, d.h. aus der zur Verfügung stehenden Wärmeenergie den grössten Nutzen zu ziehen. Hierbei kommt es vor allem auf die *Übertragung der Wärme* von der Wärmequelle auf das zu erwärmende Material an.

Am wenigsten wirtschaftlich ist die Übertragung von Strahlungswärme durch die Luft auf ein Objekt, da die Luft der schlechteste Wärmeleiter ist. Wesentlich günstiger ist es, heisse Luft auf ein Objekt wirken zu lassen, da dann jedes einzelne Luftteilchen bei Berührung mit dem Objekt seine Wärme an dieses abgeben kann. Am besten ist die Wärmeübertragung durch Wasser, da z.B. Wasser von 20° die Wärme zwanzigmal so schnell weiterleitet wie Luft von 20°. Ebenso günstig ist die Wirkung von heissem Wasserdampf.

Wasser (siehe Witterungseinflüsse)

Erde

Der - mit Ausnahme der felsigen Teile - fast die ganze Festlandsoberfläche bedeckende Erdboden besteht aus verschiedenen Bodenarten, die je nach ihrer Zusammensetzung entweder zu Entgiftungszwecken oder als Abdeckmaterial benutzt werden können. Bodenarten die aus Kies (Korngrösse über 2 mm) und Sand (unter 2 mm) bestehen oder überwiegend Kies- und Sandbestandteile enthalten, nehmen leicht Feuchtigkeit und ebenso auch flüssige C-Kampfstoffe auf. Sie können infolge ihrer stark zerklüfteten Körnchenoberflächen verhältnismässig grosse Mengen adsorbieren, d.h. anlagern und festhalten, ohne dass die C-Kampfstoffe sich dabei chemisch verändern. Damit ist auch die Tatsache zu erklären, dass vergifteter Erdboden sehr schwer zu entgiften ist.

Grundsätzlich gilt die Regel: Je reiner der Sand, desto besser ist seine Adsorptionsfähigkeit. Dies gilt auch gegenüber Gasen; daher ist es möglich, sogenannte Grobsand-Schutzfilter (Grobsand-Korngrössen 0,5-1,0 mm) für Schutzzräume mit Schichtstärken bis 1m zu benutzen, die hindurchgesaugte Luft von giftigen Gasbeimischungen befreien.

Die überwiegend Ton- oder Lehmbestandteile enthaltenden Bodenarten sind weniger adsorptionsfähig, dafür aber besser als Abdeckmaterial für vergiftete Oberflächen verwendbar.

Eine besondere Erdart ist *Kieselgur* (Diatomeenerde), die ein so starkes Aufsaugvermögen besitzt, dass sie das Fünffache ihres Gewichtes an Flüssigkeiten aufnehmen kann. Kieselgur ist im Rohzustand ein hellgraues Pulver und zeigt nach dem Ausglühen eine rötliche Färbung. Der Stoff ist unbrennbar und chemisch sehr widerstandsfähig. Er wird als aufsaugendes Material zur sicheren Verpackung von Glasgefäßen mit gefährlichem Inhalt, als Mittel zur Wärme- und Schallisolierung und als Filtermaterial zur Entkeimung von Wasser verwendet (Berkefeld-Filter). Die feinen aber sehr scharfkantigen Einzelteilchen des Kieselgurs ergeben bei der Verwendung als Scheuerpulver eine kräftige Reinigungswirkung. Infolge dieser vielartigen Verwendungsmöglichkeiten kann Kieselgur bei der Entgiftung gute Dienste leisten.

Chemische Entgiftungsmittel und Lösungsmittel

Chemische Entgiftungsmittel (Egm) bewirken - wenn sie sachgemäss richtig angewandt werden - eine Umwandlung der C-Kampfstoffe in ungiftige oder weniger giftige Stoffverbindungen, die dann nicht mehr die charakteristischen Kampfstoff-Eigenschaften besitzen. Die meisten chemischen Egm werden in flüssiger Form als Lösungen oder Vermischungen mit Lösungsmitteln angewandt, ausserdem sind die Lösungsmittel zur Erfüllung weiterer, wichtiger Aufgaben bei der Entgiftung unentbehrlich. Aus diesen Gründen erscheint es zweckentsprechend, die Lösungsmittel mit den chemischen Egm zusammengefasst zu beschreiben. Nach ihrer Art und Wirkung können die Egm und die Lösungsmittel in folgende Gruppen eingeteilt werden:

Chlorhaltige Egm	z.B. Chlorkalk, Kalziumhypochlorit, Chloramine usw.
Alkalische Egm	z.B. Ätznatron, Soda, Ammoniak, Natriumsulfid usw.
Oxydierende Egm	z.B. Salpetersäure, Wasserstoffperoxyd, Kaliumpermanganat usw.
Spezial Egm	z.B. Natriumhydrogensulfat
Anorganische Lösungsmittel	z.B. Wasser
Organische Lösungsmittel	z.B. Tetrachlorkohlenstoff, Dichloräthan, Alkohol usw.

Bereitstellung wichtiger Entgiftungslösungen

Kampfstoff	Entgiftungslösung
Phosphororganoverbindungen	10%ige NaOH in 30%igem Methanol oder als wässrige Lösung mit 1% Emulgiermittel; 10%ige wässrige oder alkoholisch-wässrige Ammoniaklösung.
Halogenierte Thioäther	10%igewässrige oder wässrig-alkoholische Monochloraminlösung; 20%ige Dichloraminlösung in Dichloräthan; gesättigte Natriumthiosulfatlösung
Halogenierte tertiäre Amine	20%ige Dichloraminlösung in Dichloräthan; gesättigte Natriumthiosulfatlösung
Halogenierte aliphatische Arsine	20%ige wässrige oder wässrig-alkoholische NaOH
Halogenierte aromatische Arsine	5%ige Kaliumpermanganatlösung 10%ige H ₂ O ₂ -Lösung konzentrierte
Halogenierte Ketone, Nitroalkane, Brombenzylcyanid	20%ige Alkalisulfidlösung mit Alkoholzusatz oder 1% Emulgiermittel
Zyanverbindungen	10%ige NaOH unter Zusatz von und Emulgiermittel.

Schema für Hilfeleistung bei Kampfgaserkrankungen

Giftgase und chemische Kampfstoffe	Wirkung und Hauptscheinungen
Reizstoffe a) Augenreizstoffe (Tränenstoffe) Bromaceton (B-Stoff), Brommethyläthylketon (Bn-Stoff), Brombenzylcyanid, Chloraceto-phenon	Starke Reizung der Augen; in geringerem Masse auch der oberen Luftwege, Giftwirkung nur in hohen Konzentrationen.
b) Nasen- und Rachenreizstoffe (Blaukreuzgruppe) Diphenylchlorarsin (Clark 1), Diphenylcyanarsin (Clark 2) Diphenylaminchlorarsin (Adamsit)	Sträkste Reizung an allen Schleimhäuten, insbesondere der Atemwege (Husten, Niesen, Übelkeit, Atemnot, angstvolle Beklemmung) Verätzungen der Haut, ähnlich wie Gelbkreuz (bei besserem Heilerfolg).
Erstickende Kampfstoffe (Grünkreuzgruppe) Chlor Phosgen Chlorameisensäuretrichlor-methylester (Perstoff) Chlorpikrin (Klop)	Oft nur geringe Reizung der Augen und oberen Luftwege. Heftige Giftwirkung: Schädigung der tieferen Luftwege und der Lungen, die oft erst nach Stunden bemerkbar wird (Latenzzeit). Lungenödem. (Husten, Erbrechen, Atemnot, Cyanose, Erstickung)
Ätzende Kampfstoffe (Gelbkreuzgruppe) Dichlordiäthylsulfid (Lost , Senfgas , Yperit) Chlorvinylchlorarsin (Lewisit) Äthylchlorarsin (Dick) Stickstofflost	Lost: Schweres Zell- und Kapillargift, Verätzung der Haut mit Blasenbildung und Zerstörung nach mehrstündiger Latenzzeit. Augenschädigung (Hornhautschädigung) mit Sehstörungen. Lewisit: Wirkung wie Lost, nur fehlt die Latenzzeit, also sofortiger Reiz. Heilverlauf günstiger als bei Lostverätzung. Dick: Hautschädigung weniger stark, charakteristische Empfindlichkeit des Nagelbettes. Allgemein: Entzündliche Reizung der oberen und tieferen Atemwege mit nachfolgenden Lungenerkrankungen (Pneumonie und Bronchopneumonie).
Kohlenoxyd	Mattigkeit, Ohrensausen, Kopfschmerz, Übelkeit, Bewusstlosigkeit, Atemstillstand. Geruch-, reiz- und farbloses Gas!
Nitrose Gase	Geringe Reizung an Augen und Luftwegen, Kopfschmerz, Übelkeit, Bewusstlosigkeit (Erstickungerscheinungen, Lungenödem) nach oft mehrstündiger Latenzzeit

Tabellenteile auf den nächsten 2 Seiten ankleben !

Erste Hilfeleistung durch Laien	Erste Hilfeleistung durch den Arzt
Augen: Borwasser (3%), Alkalische Augensalbe	Augen: Borwasser, Alkalische Augensalbe
Luftwege: Gurgeln mit Natriumbikarbonatlösung (3-5%). Einatmen geringster Chlormengen (Riechen an Chlorkalkpuder) Einatmen von Alkohol-Chlorform-Ammoniak-Äther-Gemisch	Luftwege: Gurgeln mit alkalischen Flüssigkeiten. Inhalation von alkalischen Flüssigkeiten. Innerlich: Brom Atophan. Augen: Novokain
Vollkommene Ruhe! Kleiderwechsel, Wärme. Sauerstoffzufuhr ohne Druckapparat. Keine künstliche Atmung! Liegender, schonender Transport. Starker Kaffee.	Heiz- und Kreislaufmittel (Strophanthin, Kampfer). Ausgiebiger Aderlass. Sauerstoffzufuhr. Kalziumglukonat. Ruhe! Wärme! Kodein, Eukodal. Wegen der Gefahr der Atemlähmung kein Morphin!
Vorsichtiger Kleiderwechsel. Haut: Abwaschen mit Chlorkalkbrei oder Seifenlösung (gegen Stickstofflost nur letztere). Augen: Spülungen mit Salzwasser oder Natriumbikarbonatlösung (3-5%), Alkalische Augensalbe. Atemwege: Gurgeln mit Natriumbikarbonatlösung (3-5%) oder Kaliumpermanganatlösung (1‰)	Haut: Chloraminteilbäder (1-2%), Borsalbe, Vaseline, Kaliumpermanganatschläge (1:4000). Sterile Behandlung! Tetanusserum. Augen: Alkalische Augensalbe. Atropin. Kein Kokain. Novokain erlaubt. Lungen: Herzmittel, Sauerstoffzufuhr. Kodein. Eukodal Inhalationen, Expektorantien.
Verbringen in frische Luft. Künstliche Atmung (bis zu mehreren Stunden). Lobelin (0,01 subkutan). Sauerstoffzufuhr. Reizmittel (Reiben der Brust und Glieder).	Künstliche Atmung. Lobelin 0,003 intravenös. Sauerstoffzufuhr. Herzmittel
Ruhe! Wärme! Liegender, schonender Transport! Sauerstoffzufuhr ohne Druck. Keine künstliche Atmung.	Ruhe! Wärme! Herzmittel! Aderlass! Sauerstoffzufuhr! Kalziumglukonat. Wegen der Gefahr der Atemlähmung kein Morphin!

Zweiter Tabellenteil

Behandlung im Krankenhaus
Symptomat. Behandlung der einzelnen Erscheinungen.
Herz- und Kreislaufmittel, Sauerstoffzufuhr. Aderlass. Kalziumglukonat. Traubenzuckerlösung. Eukodal, Kodein. Beruhigungsmittel (Brom- und Baldrianpräparate). Jodkali. Solvochin-Transpulmin. Sympt. Behandlung von Nachkrankheiten.
Haut: Bäder mit Chloramin (1-2%), Rivanol ($\frac{1}{2}\%$), Carell-Dakinlösung. Reizkörpertherapie (Tetanusserum). Später granulierende Salben. Augen: Symptomatische Behandlung. Dunkelbrillen. Lungen: Reizkörpertherapie, Herzmittel. Sauerstoffbehandlung. Symptomatische Behandlung. Psychische Beruhigung. Kräftigende Ernährung.
Sauerstoffzufuhr. Herzmittel. Bluttransfusion. Symptomatische Behandlung von Nachkrankheiten.
Herzmittel. Aderlass. Sauerstoffzufuhr. Kalziumglukonat. Eukodal. Kodein. Jodkali. Sympt. Behandlung von Nachkrankheiten.

Dritter Tabellenteil

Allgemeiner Hinweis für die Arbeit mit chemischen Kampfstoffen im Widerstand

Ihr müsst euch bewusst sein, dass Arbeiten zur Herstellung von Kampfstoffen im allgemeinen auch unter einer Besatzungsmacht eine gewisse Laborausrüstung mit entsprechenden Sicherheitsmassnahmen nötig ist. Die Arbeiten sollten im verdeckten Rahmen, nur von Personen des Widerstandes die über die erforderlichen Kenntnissen über toxische, chemische und physikalische Eigenschaften der Kampfstoffe verfügen. Auch Schutzmassnahmen und Erste Hilfekenntnisse sind eine wichtige Voraussetzung.

Vor Aufnahme der Arbeiten sind die Teilnehmer auf die obengenannten Punkte zu überprüfen.

Alle Arbeiten mit chemischen Kampfstoffen und ähnlich wirkenden Verbindungen sind im Abzugsschrank durchzuführen. Bei den Arbeiten mit phosphororganischen, bleiorganischen und hautschädigenden Verbindungen ist grundsätzlich Schutzbekleidung zu tragen. Schutzbekleidung, Schutzhandschuhe usw. sind bei Verschmutzung sofort, bei längeren Arbeiten von Zeit zu Zeit zu wechseln und zu entgiften.

Bei Inhalationsgiften ist eine Schutzmaske zu tragen.

Für das präparative Arbeiten gelten die üblichen Sicherheitsvorkehrungen. Bei der Herstellung (Darstellung) von Inhalationsgiften ist die Schutzmaske zu tragen. Die für die betreffenden Arbeiten erforderlichen Entgiftungslösungen zur Entgiftung der Schutzbekleidung, der Geräte usw. sind vor der Aufnahme der Arbeiten in geeigneten Gefässen anzusetzen. Es werden stets frisch zubereitete Entgiftungslösungen verwendet.

Eine Vergiftung des Arbeitsplatzes, der Schutzbekleidung ist zu vermeiden, da Neumaterial und Ausweichstellen sehr schwer bereitzustellen bzw. aufzufinden sind. Unbedingt zu vermeiden ist, dass sich Gift oder Giftreste im unmittelbaren Bereich des getarnten Labors sich ausbreitet. Sollten Tauben, Vögel, Hunde, etc. im Umkreis des Labors tot gefunden werden, könnte das zur Aufdeckung desselben durch die Besatzerführen. Es ist besser, sie durch eigene Leute zu beseitigen und einzusammeln.

Nach dem Arbeiten müssen deine Leute sich einer sanitären Behandlung unterziehen: Waschen der Hände mit entsprechenden Entgiftungsmitteln, mit warmem Wasser und mit Seife; unter Umständen macht sich ein Waschen des gesamten Körpers erforderlich (Baden, Abbrausen).

Der Gesundheitszustand der Beteiligten ist vor, während und nach den Arbeiten zu kontrollieren. Entsprechend der Dauer, dem Umfang der Arbeiten und besonders bei Arbeiten mit hochtoxischen Giften (phosphororganischen, psychochemischen und Fluorkarbonverbindungen) sind in bestimmten Zeitabständen ärztliche Untersuchungen über den Gesundheitszustand durchzuführen.

Bilddokumente

von Schädigungen durch

Kampfstoffe

Bildfolge 1

*Bild 1
Gelbkreuzschädigung an der Stirn.
Stadium der Verkrustung.*



*Bild 2
Schädigung des Auges durch
Gelbkreuzkampfstoff.
Schwere
Bindehautentzündung,
Hornhautrötung, ziliare
Injektion, Schwellung und
Rötung der Umgebung.*



Bild 3

Hautverätzung am Handgelenk durch Blaukreuzkampfstoff (Clark I) 12 Stunden nach dem Auftreffen. Stärkste Rötung und Entzündung, geringe Blasenbildung.



Bild 4

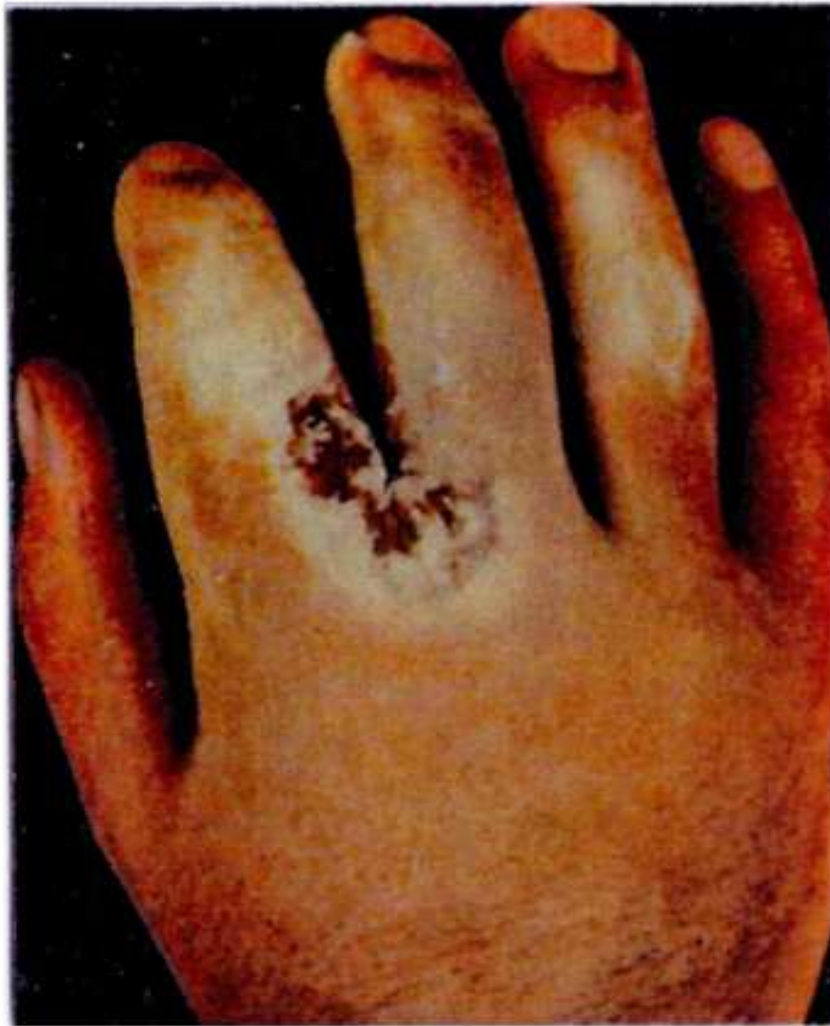
Gelbkreuzschädigung der Haut im Entzündungsstadium mit prall gefüllten Blasen.



*Bild 5
Gelbkreuzschädigung an der Hand im Stadium der Blasenbildung.*



*Bild 6
Hochgradige Bindehautentzündung durch
Einwirkung von Blaukreuzkampfstoff. Hornhaut
unbeteiligt.*



*Bild 7
Gelbkreuzschädigung am Handrücken im Stadium der
Eiterung.
Spasmus der Gefäße (Anämie im Wundbezirk), der auf die
Hyperämie folgt, hier besonders ausgesprochen.*

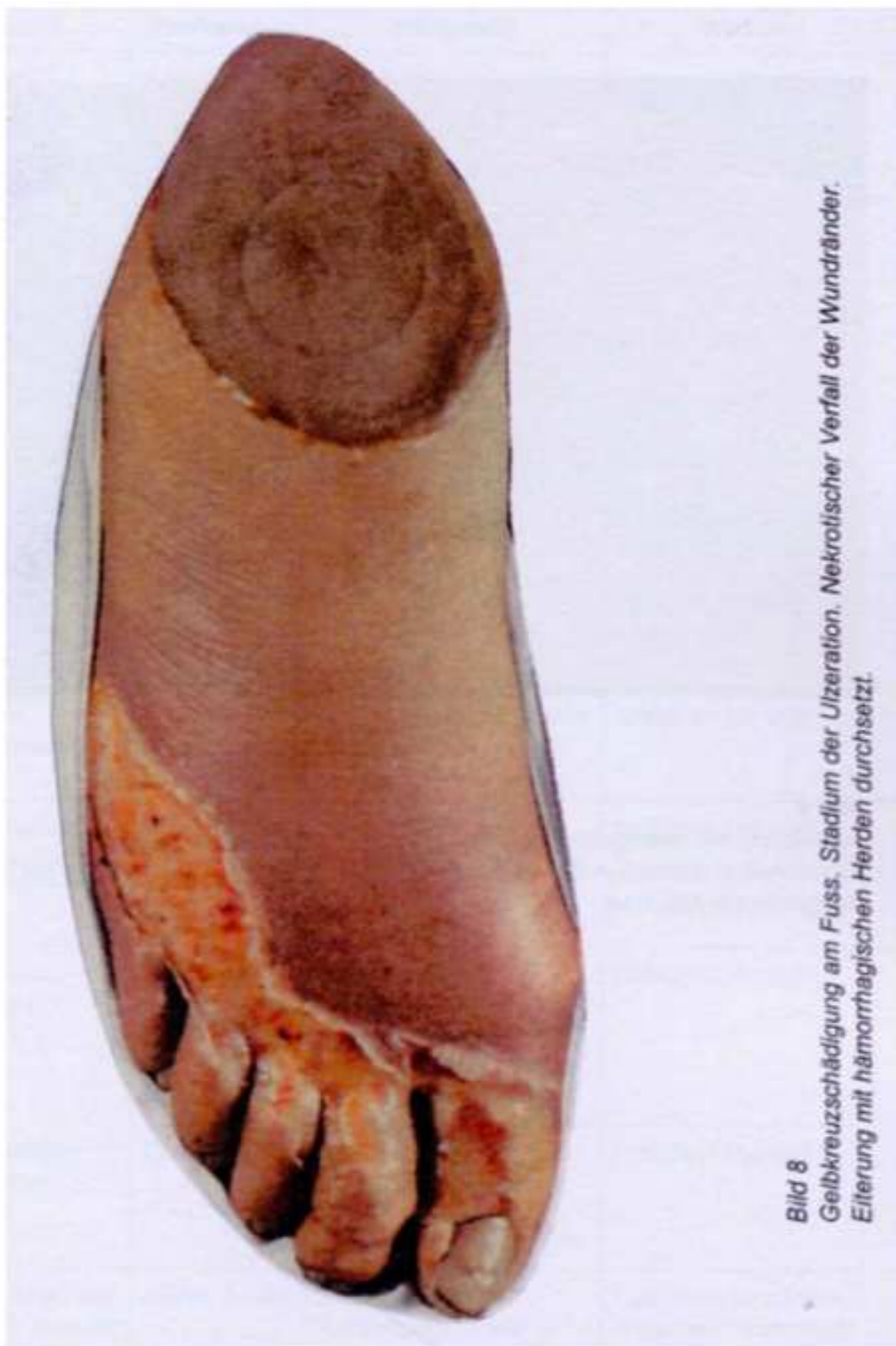


Bild 8
Gelbkreuzschädigung am Fuss. Stadium der Ulzeration. Nekrotischer Verfall der Wundränder.
Eiterung mit hämorrhagischen Herden durchsetzt.



Bild 9
Verletzung am Handgelenk nach 24 Stunden. Ohne therapeutisches
Einschreiten deutlicher Rückgang des Entzündungsprozesses. Keine tief- und
ausgreifende Nekrose.

Pfeilgifte

Rohstoff	Verbreitung	Wirkstoffe	Wirkung
Crotonbaum (<i>Croton tiglium</i>)	Asien	Crotonharz: Polyester von Diterpenalkoholen wie Phorbol	hautreizend, entzündungserregend
Eibe (<i>Taxus baccata</i>)	Europa, Kleinasien, Nordafrika	Blattextrakte: Alkaloide wie Tisine, Diterpene wie Taxcine	tödlich durch Kreislauf- und Atemlähmung
Weisser Germer (<i>Veratrum album</i>)	Europa, Asien	Blatt- und Wurzelex- trakte: Steroidalkaloide wie Protoveratrine und Germerin	tödlich durch Kreislauf- und Atemlähmung
Eisenhut-Arten wie <i>Aconitum napellus</i> und <i>Aconitum ferox</i>	Europa, Asien	Pflanzen-, Wurzel- und Samenextrakte: Alka- loide wie Aconitin	Herzrhythmusstörun- gen, Krämpfe, tödlich d. Kreislauf- und Herzstillstand
Fächerlilie (<i>Boöphane disticha</i>)	Südafrika	Extrakte der Zwiebel: Phenanthridin-Alka- loide wie Lycorin	tödliches Nerven- und Krampfgift
Upas-Baum (<i>Antiaris toxicaria</i>)	Java	Latex: Steroidglycoside wie Antiarin und Anti- allosid	tödliches Herzgift
Strophantus-Arten wie <i>Strophantus</i> <i>gratus</i> und <i>S.</i> <i>kombe</i>	Asien, Afrika	Samenextrakte: Steroidglycoside wie g- und k-Strophantin und Sarmentoside	tödliches Herzgift
Ouabaiobaum (<i>Acokanthera</i> <i>schimperi</i>) u. a.	Ostafrika	Pflanzenextrakt: Steroidglycoside wie Ouabain (chemisch identisch mit g- Strophantin)	tödliches Herzgift
Parquetina-Arten wie <i>Paquetina</i> <i>nigrescens</i>	Zentralafrika	Pflanzenextrakt: Steroidglycoside wie Strophantin, Convallatoxin	tödliches Herzgift
Strychnos-Arten wie <i>Stychnos nuxvomica</i> und <i>S. icaja</i>	Asien, Afrika	Pflanzenextrakt: Indolalkaloide wie Strychnin	tödliches, muskeler- regendes Krampfgift

Rohstoff	Verbreitung	Wirkstoffe	Wirkung
Strychnos-Arten wie <i>Strychnos toxifera</i>	Südamerika	Pflanzenextrakt: Kalebassencurare mit bisquaternären Indolalkaloiden wie Toxiferin	tödliches Lähmungsgift
Chondrodendron-Arten	Südamerika	Pflanzenextrakt: Tubocurare mit bisquaternären Bis-Isochinolinen wie Tuboccurarin	tödliches Lähmungsgift
Yigibiya-Baum (<i>Cariniana domestica</i>)	Südamerik	Pflanzenextrakt: Stoff mit Molmasse um 30.000	Störung der Blutgerinnung durch innere Verblutung
Giftblatt (<i>Dichapetalum cymosum</i>)	Südafrika	Pflanzenextrakt: Kaliumfluoracetat	zentralverwöse, kardiale und Krampfwirkung, Tod durch Erstickern
Pfeilgiftkäfer (<i>Diamphidia nigroornata</i>)	Südafrika	Extrakt: Proteine wie Diamphotoxin	hämolytisch, kardio- und neurotoxisch, tödlich durch Atemlähmung
Pfeilgiftfrosch (<i>Phylllobates aurotaenia</i>)	Südamerika	Hautdrüsensekret: Steroidalkaloide wie Batrachotoxin	Herz- und Lähmungsgift, tödlich durch Atemlähmung

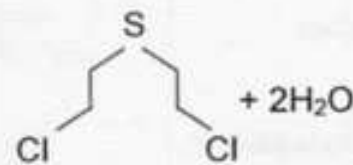
Einteilung der wichtigsten Kampfstoffe nach Hauptwirkung

Augenreizstoffe
Benzylbromid Bis(chlormethyl)-ether Bromaceton Brombenzylcyanid Bromessigsäureethylester Brommethylethylketon Chloraceton Chloracetophenon (Produktion angelaufen) Dianisidinchlorsulfonat N-Ethylkarbazol Ethylschwefelsäurechlorid (Chlorsulfonsäureethylester) Iodaceton Methylschwefelsäurechlorid (Chlorsulfonsäuremethylester) Monochlormethylchlorformiat (Chlorameisensäuremonochlormethylester) o-Nitrobenzolchlorid Phenylcarylaminchlorid Tetrachlorschwefelkohlenstoff (Perchlormethylmercaptan) Xylylbromid
Lungengifte
Carbonylchlorid (Kohlenoxydchlorid) Chlor Chlorameisensäuretrichlormethylester (Perchlorameisensäuremethylester) Trichlornitromethan (Chlorpikrin)
Nasen-Rachen-Reizstoffe (Sternuatoren)
Diphenylaminarsinchlorid (Phenarsazinchlorid) Diphenylarsinchlorid (Clark I) Diphenylarsincyanid (Clark II) Phenylarsindichlorid
Hautgifte
Bis(2-chlorethyl)-sulfid (Dichlordiethylsulfid, S-Lost) 2-Chlorvinylarsindichlorid (Lewisit) Ethylarsindichlorid
Blutgifte
Arsenwasserstoff Chlorcyan Cyanwasserstoffsäure (Blausäure)

Haut-Kampfstoffe / Hautgifte

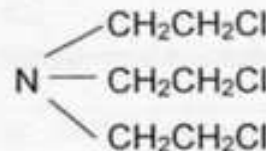
S-Lost

(Schwefel-Lost, Yperit, "Senfgas")



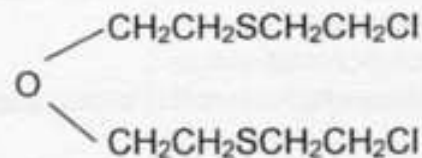
N-Lost (Stickstoff-Lost)

2.2'.2"-Trichlortriethylamin
(Tris(2-chlorethyl)-amin
[Deutschland]



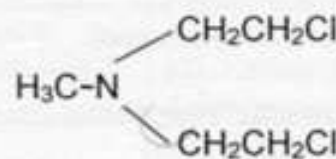
O-Lost (O-Yperit)

2.2'-Bis(chlorethylthio)-diethylether
[Deutschland, USA, Grossbritannien]



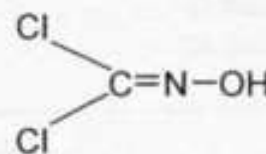
N-Yperit (Nitrogen Senfgas)

N-Methyl-dichlorethylamin
(N-Methyl-bis(2-chlorethyl)-amin,
nitrogen mustard)
[USA, Grossbritannien]



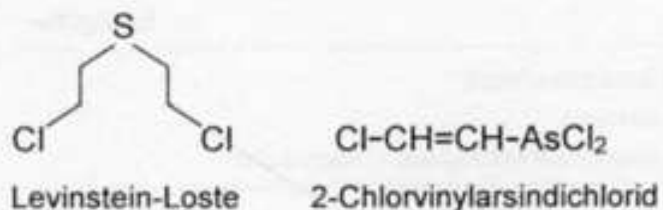
Rotkreuz

Phosgenoxim
(Dichlorformaldoxim)
[Deutschland]



Lewisit

Bis(2-chlorethyl)-
sulfid



Diese sowie Mischungen dieser Stoffe untereinander und mit anderen Stoffen gehören zu den ältesten C-Kampfmitteln, von denen der **S-Lost** schon im 1. Weltkrieg in grossen Mengen eingesetzt worden ist, und die dennoch nicht als veraltet oder durch die neuen Nerven-Kampfstoffe überholt gelten, sondern deren Verwendung auch in Zukunft als sehr *wahrscheinlich* angenommen wird.

Haut-Kampfstoffe können - vereinfacht ausgedrückt - in kleiner Menge eingesetzt aktionsunfähig machen und in grösserer Menge tödlich wirken. Ihr Name deckt nicht den ganzen Umfang ihrer Wirkung, da sie nicht nur als Zellgifte auf die Haut, Schleimhäute, Augen, Atmungsorgane sowie den Magen- und Darmtrakt einwirken, sondern nach Aufnahme in den Körper den gesamten Organismus, besonders das Nerven- und Herzgefässsystem schädigen.

Die auf Grund ihrer ebenfalls hautschädigenden Wirkung zur Gruppe der Haut-Kampfstoffe gerechneten "Nesselstoffe" (Oxime) zeigen eine bei der geringsten Berührung sofort einsetzende, sehr starke Reizwirkung und können daher auch als eine zwischen den Haut-Kampfstoffen und den Reizstoffen stehende Gruppe aufgefasst werden. Sie sind grösstenteils nicht lange lagerfähig und deshalb als Kampfstoffe weniger gut geeignet.

Als wichtigster Stoff der Haut-Kampfstoffgruppe wird der **S-Lost** angesehen, eine ölartige Flüssigkeit mit sesshaften Charakter. Da der **S-Lost** selbst ein gutes Lösungsmittel ist, kann er leicht mit anderen Stoffen, Lösungsmitteln, Schwerölen und klebstoffartigen Substanzen vermischt werden. Er erhält dann zusätzliche Eigenschaften, ohne dass seine Giftwirksamkeit dadurch wesentlich beeinträchtigt wird. Als Flüssigkeit dringt er in etwa einer Minute in die Haut ein, wobei eine Menge von 0,1 mg bereits zur Bildung kleiner Hautblasen führt. Bei Aufenthalt in einer gasförmigen Lost-Konzentration von 2mg/m^3 Luft (ohne luftdichten Körperschutz) wird nach drei Stunden Einwirkungszeit eine Hautrötung hervorgerufen. Nach Einatmung dieser Konzentration in derselben Zeit treten Vergiftungserscheinungen in der Lunge auf. Eine Konzentration von 200mg/m^3 Luft kann schon nach 15 Minuten Einatmungszeit tödlich wirken. Besonders beachtenswert ist die Tatsache, dass eine Hautbenetzung durch flüssigen Lost meist nicht bemerkt wird, da in diesem Fall kein Abkühlungsgefühl wie bei einer Wasserbenetzung entsteht.

Der **N-Lost** kommt dem **S-Lost** in seiner Giftwirkung fast gleich. **N-Lost** ist aber etwa zehnmal sesshafter und nicht mit den gleichen chlorhaltigen Entgiftungsmitteln unschädlich zu machen wie **S-Lost**. Der **N-Lost** dringt in poröses Material nicht so schnell ein wie **S-Lost**. Die Dämpfe des **N-Lost** wirken bei Einatmung stärker als **S-Lost**-Dämpfe. Wenn die Luft $15\text{-}20\text{mg/m}^3$ **N-Lost**-Dämpfe enthält, wird durch eine Einatmungszeit von einer Stunde eine schwere Vergiftung verursacht. Eine Konzentration von $6\text{-}7\text{mg/m}^3$ Luft führt schon nach 15 Minuten Einwirkungszeit auf die Augen zu Verletzungen.

Lewisit übt ähnliche Giftwirkungen aus wie **S-Lost**, aber die Hautschädigungen sind nicht so tiefgreifend und heilen auch besser ab. Im Gegensatz zu **S-** und **N-Lost** treten beim Eindringen von **Lewisit** in die Haut schon nach kurzer Zeit Hautreizerscheinungen auf. Die allgemeinvergiftende Wirkung von **Lewisit** wird durch das in diesem Stoff enthaltene Arsen verstärkt. Eine Konzen-

tration von gasförmigem **Lewisit** mit einer Menge von 400 mg/m^3 Luft kann schon nach fünf Minuten Einatmungszeit tödlich wirken. Ausserdem dringt **Lewisit** schneller als Lost in Naturgummi, verschiedene Kunststoffe, Anstriche und anderes Material ein.

Unter mehreren hautschädigenden Stoffen, die als weitere Haut-Kampfstoffe in Betracht kommen, besitzt vor allem das Phenylarsindichlorid lewisitähnliche Eigenschaften.

Lungen-Kampfstoffe

1. Halogenderivate der Kohlensäure
2. Halogenierte Nitroalkane
Fluorchlor- und Schwefelverbindungen

1a. Kohlensäuredichlorid PHOGEN (CG)

2a. Chlor-Kohlensäureester DIPHOGEN (DP)

Obwohl den Lungen-Kampfstoffen in heutiger Zeit eine geringere Bedeutung als den wirksameren Nerven-Kampfstoffen beigemessen wird, finden wir es notwendig, sich mit den Eigenschaften des wichtigsten Stoffes dieser Gruppe, dem **Phosgen** vertraut zu machen. Als Beimischung zu anderen Kampfstoffen ist es sehr gut geeignet für eine Widerstandsgruppe.

In der chemischen Industrie wird es in grossen Mengen hergestellt und dient als wichtiges Zwischenprodukt bei der Produktion von Farbstoffen, Kunststoffen, Medikamenten usw. Die Kenntnis der Eigenschaften des **Phosgens** kann daher auch bei Unfällen im Industriebereich nützlich sein. Nicht zu unterschätzen sind die Brandgase bei Kabelbränden, Isolierstoffen usw.

Weitere Stoffe dieser Gruppe sind das **Diphosgen**, auch **Perstoff** genannt, und das **Chlorpikrin**, das ausser Lungenschädigungen auch starke Reizwirkungen verursacht.

Chemische Formeln

Diphosgen (Grünkreuz)

Cl-CO-OCOCl_3

Trichlornitromethan (Chlorpikrin)

CCl_3NO_2

Wirkung von Phosgen

Im 1. Weltkrieg wurden Phosgrgranaten der Französischen Armee gegen Deutsche Truppen eingesetzt. Die Auswirkungen eines Phosgengasangriffes wurde von einem Arzt wie folgt beschrieben:

"Alle jene Fälle aber, die wir zwei oder drei Stunden nach dem Angriff in Stellung durch den Tod verlieren, bieten einen Anblick grössten Entsetzens. Atemnot und Hustenreiz steigern sich bis zum Erstickungsanfall. Der anfänglich zähe und spärliche Auswurf macht einem dünnflüssigen und schaumigen Auswurf Platz, der allmählich blutig gefärbt ist und schliesslich aus der Nase herausquillt. Das Aussehen des Vergifteten wird verfallen, und es tritt infolge Lungenödems der Tod bei fast vollem Bewusstsein ein."

Die Giftwirkung des Phosgens ist heimtückisch da es zu Beginn der Einwirkungszeit nur schwache Reizerscheinungen auslöst. Der Vergiftete fühlt sich wohl und ist voll handlungsfähig. Eine schwere Vergiftung macht sich nach Stunden bemerkbar. Der LC-Wert beträgt 500 mg/m^3 Luft bei einer Einwirkungszeit von zehn Minuten. Später tritt als Schutzreflex Hustenreiz, Kratzen und Brennen im Nasen/Rachenraum, leichte Störungen der Atmung und der Pulsfrequenz auf. Nach der Latenzzeit von ca. 4 bis 6 Stunden treten starke Hustenanfälle, Kurzatmigkeit, Atemnot, Herzklopfen, Kopfschmerzen, Verfärbung des Gesichts und der Lippen und ein allgemeines Schwächegefühl auf.

Bei körperlicher Anstrengung entwickelt sich schnell ein Lungenödem. Ein fortschreitendes Lungenödem führt zu stärkerer Atemnot und schmerzhaftem Druck im Brustkorb. Die Atemfrequenz steigt vom Normalwert von 18 bis 20 auf 30 bis 50 je Minute, im Endstadium auf 60 bis 70 je Minute. Der Vergiftete hustet grössere Mengen mit Blut vermischte Flüssigkeit. Eiweisshaltige Ödemflüssigkeit ist schaumig, viskos und behindert die Atmung. Es gehen ca. $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der Blutmenge in die Lunge über, die sich dadurch vergrössert. Die normale Lunge wiegt ca. 500 bis 600 g, eine Phosgenlunge hingegen bis 2500 g.

Sauerstoffmangel im Blut, Plasmaverlust, erhöhter Gehalt an Hämoglobin und Erythrozyten steigern die Viskosität des Blutes nahezu auf den doppelten Wert, diese Veränderungen verlangsamen den Blutkreislauf und führen zu einer gefährlichen Belastung der Herzmuskeln. Der Blutdruck sinkt auf geringe Werte ab. Der Vergiftete ist in heftiger Erregung, atmet geräuschvoll und ringt nach Luft.

Es treten auch Fälle auf, wo der Vergiftete jede unnötige Bewegung vermeidet und die zur Erleichterung der Atmung bequemere Stellung wählt. Bei diesen Vergifteten sind die Lippen grau gefärbt. Ihr Schweiß ist kalt und klebrig. Bei ihnen kommt es trotz keuchender Atmung zu keinem Auswurf der Ödemflüssigkeit. In derartigen Fällen verläuft das Versagen des Blutkreislaufes parallel zum Lungenödem. Der Tod tritt innerhalb eines Tages ein.

Besserungen des Zustands können im allgemeinen nach 2 bis 3 Tagen ein-

treten. Verschlimmerungen durch Sekundärinfektionen verlaufen danach gewöhnlich letal. Bei sehr hohen Konzentrationen entwickelt sich kein Lungenödem. Der Vergiftete macht tiefe Atemzüge, fällt zu Boden, krümmt sich und kämpft, seine Gesichtshaut verfärbt sich veilchen- bis schwarzblau, und er stirbt in ganz kurzer Zeit.

Die Sektion der verstobenen Soldaten zeigte Verätzungen der Schleimhäute, der Luftwege, bräunliche Verfärbung der Lungen mit herdförmiger Zerstörung des Lungengewebes, starke Vergrößerung der Lungen und vor allem Flüssigkeitsansammlungen in den unteren Lungenteilen sowie Ausblähungen. Diese toxischen Wirkungen sind typisch für Lungengifte.

Wirkung von Diphosgen

- **Perstoff, Grünkreuz**
- **DP**
- **Superpalite, Diphosgen**
- **Surpalite**

Toxische Eigenschaften:

Diphosgen wirkt als Inhalationsgift. Als Flüssigkeit dringt es nicht durch die Haut. Die auftretenden Reizerscheinungen auf der Hautoberfläche sind unbeträglich und nehmen kaum den Charakter von Ätzerscheinungen an.

Die Atemwege werden durch Diphosgendämpfe nur wenig gereizt. Das Krankheitsbild entspricht dem einer Phosgenvergiftung.

Für die Augenreizwirkung des Diphosgens wird die untere Reizgrenze mit 0,005 mg/l angegeben; 0,04 mg/l sind bei einer Aufenthaltsdauer von einer Minute noch erträglich. Konzentrationen von etwa 1 mg/l bei einer Expositionszeit von 5 Minuten sind tödlich. Für Expositionszeiten um 15 Minuten beträgt die tödliche Konzentration 0,5 bis 0,7 mg/l.

Halogenierte Nitroalkane

Diese wurden im 1 Weltkrieg als **Chlorpikrin** von den kriegsführenden Staaten in grossen Mengen eingesetzt. Hergestellt wurden sie in einem relativ schwierigen Verfahren aus *Pikrinsäure* und *Chlorkalk*. Chlorpikrin wird heute zur Herstellung von Schädlingsbekämpfungsmitteln eingesetzt.

Blut-Kampfstoffe

Unter der Kurzbezeichnung "Blut-Kst" wird eine Gruppe verschiedenartiger C-Kst zusammengefasst, die hauptsächlich in gasförmigem Zustand beim Einatmen Kst-haltiger Luft in das Blut gelangen. Sie wirken entweder als Blut- und Stoffwechselgifte, z.B. *Arsenwasserstoff*, oder als Nervengifte, die durch das Blut im Körper verbreitet werden, z.B. *Blausäure* und *Chlorcyan*. Sämtliche Faktoren ihrer verschiedenen Giftwirkungen sind bisher noch nicht völlig aufgeklärt worden. Ferner werden in der Fachliteratur noch einige weitere Substanzen zu dieser Gruppe gezählt, z.B. Kohlenmonoxyd, Bleitetraäthyl und Phosphorwasserstoff.

Der giftigste Stoff dieser Gruppe ist die *Cyanwasserstoffsäure*, auch *Blausäure* genannt. Sie ist in reinem Zustand infolge ihrer starken Flüchtigkeit als Kst wenig geeignet, aber es ist z.B. möglich, feste Stoffverbindungen einzusetzen, die nach und nach an der Luft zerfallen und dabei Blausäure freigeben. Auf diese Weise können besonders in bewachsenem Gelände mittlere bis starke Blausäure-Konzentrationen bis zu mehreren Stunden aufrecht erhalten bleiben. Andere Einsatzmöglichkeiten für diesen Stoff ergeben sich durch Vermischung mit S-Lost, Phosgen, Wasser, Alkohol und Äther. Ferner wird Blausäure bei der Zersetzung von Tabun in gefährlichen Mengen frei. Ein charakteristisches Merkmal der Blausäure ist ihr Bittermandelgeruch. Schwache Konzentrationen dieses Stoffes bis zu 50 mg/m^3 Luft wirken auf den Menschen nicht schädlich, bei 70 mg/m^3 Luft treten deutliche Vergiftungserscheinungen auf, z.B. Reizungen der Augen, des Rachens, der oberen Atemwege und ein metallischer Geschmack im Munde. Konzentrationen von $360\text{-}500 \text{ mg/m}^3$ Luft wirken schnell tödlich.

Chlorcyan ist der Blausäure in der Giftwirkung ähnlich, es ist jedoch nicht im selben Masse gefährlich und übt ausserdem eine starke Reizwirkung aus.

Arsenwasserstoff ist ebenfalls ein sehr giftiges Gas, das in einer Konzentration von 600 mg/m^3 Luft nach 15 Minuten Einatmungszeit tödlich wirken kann. Der Stoff riecht knoblauchartig. Es ist möglich, durch Einsatz von festem Kalzium-, Magnesium- oder Aluminiumarsenid bei genügender Luftfeuchtigkeit hohe Kampfstoff-Konzentrationen mehrere Tage lang im Gelände aufrecht zu erhalten.

Vorprodukte:

Natriumcyanid wird zur Extraktion von Gold und Silber aus Erzen verwendet, bei der Herstellung von Nylon, Begasungsmitteln etc.

Toxine

Die Meinungen über die Zurechnung der Toxine zu den C-Kampfstoffe sind zur Zeit geteilt. Wenn man von der Entstehung und vom Aufbau dieser Stoffe ausgeht, könnten sie als biologische Kampfmittel betrachtet werden. Da sie aber ebenso wie C-Kampfstoffe als Gifte einsetzbar und wirksam sind und ebenfalls mit Hilfe geeigneter Mittel und Verfahren entgiftet werden können, ist ihre Einbeziehung in die Reihe der C-Kampfstoffe nicht unberechtigt.

Unter Toxinen sind wasserlösliche Giftstoffe zu verstehen, die wahrscheinlich eiweissartig beschaffen sind. Sie werden von krankheitserregenden Bakterien ausgeschieden und gehören zu den stärksten Giften, die gegenwärtig bekannt sind. Ihre Entgiftung ist verhältnismässig leicht mit Hilfe von Hitze über 60°C und Formaldehyd auszuführen.

Formaldehyd ist ein Gas, das sich in Wasser lösen lässt. Eine 35-40%ige Lösung wird unter der Bezeichnung "Formalin" im Drogerienhandel geführt. Das Formaldehyd verbindet sich als sehr reaktionsfähige Substanz mit Eiweissstoffen aller Art und verursacht deren Gerinnung oder Verfestigung. Die mit diesem Mittel - einer verdünnten Lösung - behandelten Gegenstände sind daher sorgfältig nachzureinigen. Der Entgifter soll Schutzhandschuhe tragen, da seine Haut geschädigt wird, wenn sie mit unverdünntem "Formalin" benetzt wird.

Angaben und Einzelheiten über das Botulinus-Toxin usw. werden in einem anderen Teil des Buches behandelt.

Psycho-Kampfstoffe

Psycho-Kampfstoffe (Psychochemische Kst) sind Gifte, die nach Aufnahme in den Körper schon in äusserst geringer Menge die Gedanken, Wahrnehmung, Geisteshaltung und Stimmung des Menschen beeinflussen, d.h. so verändern, dass der Betroffene etwa wie ein Geistesgestörter wirkt und zu vernunftgemäsem Handeln nicht mehr fähig ist. Diese Stoffe wirken nicht tödlich, sondern ihre Wirkung hält mehrer Stunden an und verschwindet dann, ohne merkbare Schädigungen zu hinterlassen.

Zum Schutz gegen diese Kampfstoff-Gruppe genügt der Gebrauch der Schutzmaske, ausserdem sind wirksame Medikamente bekannt, durch deren Anwendung die Giftwirkungen schnell beseitigt werden können.

Von dem durch Missbrauch als "Tranquilizer" bekannt gewordenen Stoff LSD (Lysergsäurediäthylamid) genügt schon die winzige Menge von 0,0003 mg/kg Körpergewicht, um die genannten Erscheinungen hervorzurufen.

Aus verschiedenen Andeutungen in der ABC-Literatur ist zu entnehmen, dass sich neben den Psycho-Kampfstoffen noch andere, aktionsunfähigmachende Mittel in Entwicklung befinden, die vorübergehende Funktionshemmungen verschiedener Körperorgane, Muskelgruppen usw. bewirken.

Reizstoffe der Schleimhaut

Eine seit dem 1. Weltkrieg gebräuchliche Einteilung der Reizstoffe in zwei Untergruppen, Augenreizstoffe und Nasen-Rachenreizstoffe, ist heute nicht mehr ausreichend, da es jetzt noch eine dritte Untergruppe gibt, die auf Augen und Atemorgane etwa gleich stark wirkt. Für alle drei Untergruppen gemeinsam zutreffend und auf deren Haupt-Wirkungsrichtung hinweisend ist daher die neue Bezeichnung *Schleimhaut-Reizstoffe*.

Die besonders intensive und langdauernde Reizwirkung dieser Stoffe ist am besten dadurch zu erklären, dass sie hauptsächlich in Aerosolform eingesetzt werden. Da Aerosolteilchen grösser als Gasmoleküle sind, können sie an ihren Auftreffstellen auf den Schleimhäuten länger wirksam bleiben und nach und nach tiefer in das Schleimhautgewebe - wozu auch die Augenoberfläche gehört - eindringen. So ist es auch zu erklären, dass die Reizwirkungen dieser Stoffe sich nach ihrem Auftreffen zunächst steigern, auch wenn der Betroffene die Schutzmaske aufsetzt oder sich aus dem Wirkungsgebiet entfernt.

Ferner wurde festgestellt, dass Aerosolteilchen um so tiefer in die Atemorgane eindringen, je kleiner sie sind. Während sich die grösseren Teilchen schon im Nasen-Rachenraum festsetzen, können die kleinsten Teilchen bis in die Lungen eindringen. Dort können ihre Wirkungen die Ursache für die in den Bronchien und der Lunge auftretenden Schmerzen, Atemnotzustände und Lungenschädigungen sein, die den Schädigungen durch Lungen-Kst sehr ähnlich sind. Dass durch Rachenreiz oft Übelkeit und Erbrechen hervorgerufen werden, ist ebenfalls leicht erklärbar.

Die hauptsächlich Augenreizungen verursachenden Stoffe besitzen nur eine verhältnismässig geringe Giftwirkung und sind daher ohne Bedenken in schwacher Konzentration als Mittel zur Überprüfung des gasdichten Sitzes der Schutzmaske zu verwenden. Der Augenreizstoff *Chloracetophenon* (CN) verursacht schon in einer Konzentration von $0,5 \text{ mg/m}^3$ Luft starken Tränenfluss. Die Wirkungsdauer des Stoffes kann durch besondere Einsatzverfahren auf eine längere Zeit ausgedehnt werden.

Im Gegensatz zu den Augenreizstoffen wird den *Nasen-Rachenreizstoffen* grosse Bedeutung zugemessen. Zum Beispiel verursacht eine Konzentration von $0,2 \text{ mg/m}^3$ *Adamsit* in der Luft bei einer Einwirkungsdauer von zwei Minuten heftiges Niesen und weitere schmerzhafte Auswirkungen. Konzentrationen von 2 mg/m^3 Luft sind unerträglich. Der Stoff ist sehr sesshaft, er besitzt mit $0,02 \text{ mg/m}^3$ Luft bei 20°C die geringste Flüchtigkeit aller Stoffe dieser Art.

C-Kampfstoffe

Die folgenden zahlen- und sonstigen Angaben über die Kst sind aus mehreren Quellen bezogen und zusammengestellt worden. Daher ist es möglich, dass sich zum Teil Abweichungen von anderen vorhandenen Unterlagen ergeben können.

Erläuterungen zu den in den Kampfstoff-Tabellen gebrauchten Begriffen

(1) Schmelzpunkt (Abkürzung F = Fusionspunkt)

Der Schmelzpunkt ist die Temperatur, bei der ein kristallisch aufgebauter Stoff aus dem festen in den flüssigen Zustand übergeht. Dieser Temperaturpunkt ist von der Zusammensetzung des betreffenden Stoffes abhängig und gilt nur für ihn. Ungereinigte Stoffe und Stoffgemische besitzen meist keinen scharf ausgeprägten Schmelzpunkt, sondern sie werden beim Erreichen einer bestimmten Temperatur allmählich flüssig. Bei Gemischen aus zwei oder mehreren Stoffen liegt der Schmelzpunkt meist niedriger als beim reinen Stoff. Zum Beispiel kann reiner S-Lost im Winter nur im Gemisch mit anderen Stoffen als Flüssigkeit eingesetzt werden, da sein Schmelzpunkt bei 13,5°C liegt. Der Schmelzpunkt wird in den Tabellen in Grad Celsius angegeben.

(2) Siedepunkt (Abkürzung Kp = Kochpunkt)

Der Siedepunkt ist die Temperatur, bei der ein flüssiger Stoff in den gasförmigen Zustand übergeht. Im allgemeinen wird der Siedepunkt eines Stoffes bei einem Luftdruck von 760 mm Hg (neuerdings in bar) angegeben; bei anderem Druck verändert sich der Siedepunkt.

Die Angabe des Siedepunktes ermöglicht eine annähernde Beurteilung der Flüchtigkeit oder Sesshaftigkeit eines C-Kst. Je höher sein Siedepunkt liegt, desto grösser ist seine Sesshaftigkeit. Der Siedepunkt wird in den Tabellen in Grad Celsius angegeben.

(3) Dichte (Abkürzung = D)

Zur Beschreibung der Eigenschaften eines *einheitlichen* (homogenen) Stoffes gehört die Angabe seiner Dichte in Gramm pro Kubikzentimeter bei einer bestimmten Temperatur (meist 20°C). Da Wasser bei 20°C die Dichte von 0,99 g/cm³ hat, ergibt die Angabe der Dichte eines anderen Stoffes, ob er *leichter* oder *schwerer* als Wasser ist.

(4) Dampfdruck

Alle flüssigen und festen Stoffe haben das Bestreben, in gasförmigen Zustand überzugehen. An festen Stoffen ist es am besten bei Chloracetophenon, Kampfer, Naphtalin usw. zu beobachten. Diese Verdunstung findet nur an der Oberfläche statt und erzeugt eine Dampf- oder Gasschicht, die einen bestimmten Druck nach allen Seiten hin ausübt, den *Dampfdruck*, der in mm Quecksilbersäule (Hg) angegeben wird. Die

Höhe des Dampfdruckes ist nicht nur von der Art des Stoffes, sondern auch von der Temperatur abhängig, daher wird der Dampfdruck meist für die Temperatur von 20°C angegeben.

Dampfdruck Wasser	bei 20°C	17,5 mm Hg
Dampfdruck Äthylether	bei 20°C	444,4 mm Hg

Die Dampfdruckwerte der C-Kampfstoffe ergeben eine Grundlage für die

(5) Flüchtigkeit

Die Bezeichnung Flüchtigkeit wird neuerdings durch den Begriff Sättigungskonzentration ersetzt, d.h. es wird angegeben, wie viel Milligramm verdunsteter Kampfstoff in einem Kubikmeter stillstehender Luft bei einer bestimmten Temperatur aufgenommen wird, also welche *Kampfstoff-Konzentration* in diesem Falle möglich ist.

(6) Relative Dichte der Kampfstoff-Dämpfe

Der Zahlenwert der Relations-Dichte der Kampfstoff-Dämpfe gibt das Verhältnis der Dampfdichte zur Luftdichte bei gleicher Temperatur, gleichem Druck und gleichem Volumen an, d.h. es wird damit ausgedrückt, wie vielmals die Kampfstoff-Dämpfe *leichter oder schwerer als Luft* sind.

(7) Löslichkeit

Die Kenntnis der *Löslichkeitseigenschaften* der C-Kampfstoffe gegenüber Wasser, Lösungsmitteln und anderen C-Kampfstoffen ist für die Beurteilung von Vergiftungen und Entgiftungsmöglichkeiten von grosser Bedeutung. Im allgemeinen genügen die Unterscheidungsgrade leicht löslich, schwer löslich und nicht löslich.

Eine *Lösung* ist ein durch die ganze Masse hindurch gleichmässiges Gemisch (homogen) von zwei oder mehreren Stoffen, die sich *bis in ihre Moleküle* hinein zerteilt und vermischt haben, z.B. Salz oder Zucker mit Wasser. Dagegen ist die Vermischung von Chlorkalk mit Wasser keine Lösung, sondern eine *Aufschwemmung* (Suspension), da sich die Chlorkalkteilchen im Wasser grösstenteils nicht in ihre Moleküle aufgelöst haben.

Die Löslichkeit der Stoffe ist wesentlich von der Temperatur abhängig, sie steigt gewöhnlich mit Erhöhung der Temperatur an.

(8) Verhalten in Wasser

Unter dem Verhalten der C-Kampfstoffe in Wasser ist hauptsächlich ihre Widerstandsfähigkeit gegen die *Hydrolyse*, die chemische Zersetzung durch Wasser zu verstehen.

Besonders zu beachten sind die Fälle, in denen die Hydrolyse zum Entstehen giftiger Zersetzungsprodukte führt, z.B. Lewisit usw.

(9) Entgiftbarkeit

Die Angaben zur Entgiftbarkeit der C-Kampfstoffe sind zwar Hinweise auf die jeweils gegebenen Möglichkeiten, aber sie sind für die praktische Ausführung von Entgiftungsaufgaben *nicht allein* massgebend. Sie stellen in dieser Hinsicht nur einen Faktor dar, während der zweite in jedem Fall die Empfindlichkeit des zu entgiftenden Materials gegenüber den Einflüssen der Entgiftungsmittel ist.

(10) Entgiftungsmittel (Egm)

Es gibt keinen C-Kampfstoff, der nicht durch Anwendung *physikalischer* oder *chemischer* oder *physikalisch-chemisch-kombiniert* wirkender Mittel unschädlich gemacht oder beseitigt werden könnte, sofern es die Umstände erlauben.

DFP

Gruppe	Nerven-Kampfstoff
Gebräuchliche Bezeichnung	DFP (PP 3)
Chemische Bezeichnung	Fluorphosphorsäurediisopropylester
Aussehen	bewegliche, farblose Flüssigkeit
Geruch	fast geruchlos
Schmelzpunkt	- 82°C
Siedepunkt	+235°C
Dichte bei 20°C	1,055 g/cm ³
Dampfdruck bei 20°C	0,9 mm Hg
Flüchtigkeit bei 20°C	9200 mg/m ³
Rel.Dichte der Dämpfe	6,3 (Luft = 1)
Löslichkeit in Wasser	sehr gering, etwa 1,5% bei 25°C
Verhalten in Wasser	wird nur sehr langsam unter Bildung von Fluorwasserstoff hydrolisiert
Löslichkeit in andern Stoffen	gut löslich in organischen Lösungsmitteln
Entgiftbarkeit	wird durch konzentrierte Natronlauge vollständig zerstört.

Tabun (GA)

Gruppe	Nerven-Kampfstoff
Gebräuchliche Bezeichnung	Tabun
Chemische Bezeichnung	Dimethylaminocyanphosphorsäureäthylester
Aussehen	Flüssigkeit, farblos bis leicht bräunlich, ungereinigt rotbraun
Geruch	rein fast geruchlos, ungereinigt je nach Konzentration fruchtartig, bittermandelähnlich, fischartig
Schmelzpunkt	-48°C
Siedepunkt	+235°C bis +237°C, je nach Reinheit
Dichte bei 20°C	1,077 g/cm ³
Dampfdruck bei 20°C	0,073 mm Hg
Flüchtigkeit bei 20°C	600 mg/m ³
Rel.Dichte der Dämpfe	5,6 (Luft = 1)
Löslichkeit in Wasser	12% unter Hydrolyseerscheinungen (gering)
Verhalten in Wasser	wird nach neun Stunden zu 50% hydrolysiert, dabei entstehen giftige Zersetzungsprodukte
Löslichkeit in anderen Stoffen	gut löslich in Methanol, Dichloräthan, Tetra, Chlorbenzol, Aceton usw., schlecht löslich in Petroleum
Entgiftbarkeit	zersetzt sich bei Erwärmung über den Siedepunkt unter Abspaltung von Blausäure, wird durch Alkalilaugen oder Ammoniak vollständig zerstört, chlorhaltige Mittel sind zur Entgiftung nicht geeignet. Die Hydrolyse der Phosphorsäureester kann durch Zusatz von Metallchelatkomplexen des zweiwertigen Kupfers, die als Katalysatoren wirken, stark beschleunigt werden. Der wirksamste Stoff ist das Tetramethyläthylendiamin-Cu II-Chelat (Siehe Lohs).

Sarin (GB)

Gruppe	Nerven-Kampfstoff
Gebräuchliche Bezeichnung	Sarin
Chemische Bezeichnung	Methylfluorosphonsäure-isopropylester
Aussehen	Flüssigkeit, farblos, wasserähnlich, ungereinigt gelblich
Geruch	rein geruchlos, ungereinigt schwach fruchtartig
Schmelzpunkt	-57°C
Siedepunkt	+147°C
Dichte bei 20°C	1,094 g/cm ³
Dampfdruck bei 20°C	1,57 mm Hg
Flüchtigkeit bei 20°C	12000 mg/m ³
Rel.Dichte der Dämpfe	4,8 (Luft = 1)
Löslichkeit in Wasser	in jedem Verhältnis löslich
Verhalten in Wasser	wird langsamer hydrolisiert als Tabun, dabei entstehen giftige Zersetzungsprodukte
Löslichkeit in anderen Stoffen	wie Tabun, ferner in Alkohol und Äther
Entgiftbarkeit	wie Tabun, jedoch keine Blausäurebildung. Sarindämpfe haften in porösem Material wie Blausäuredämpfe.

Soman (GD)

Gruppe	Neigen-Kampfstoff
Gebräuchliche Bezeichnung	Soman
Chemische Bezeichnung	Methylfluorosphonsäure-pinakolyester
Aussehen	Flüssigkeit, farblos, ungereinigt gelbbraun
Geruch	schwach kampferartig, in niedriger Konzentration kaum wahrzunehmen
Schmelzpunkt	-80°C
Siedepunkt	etwa +200°
Dichte bei 20°C	1,013 g/cm ³
Dampfdruck bei 20°C	0,923 mm Hg
Flüchtigkeit bei 20°C	9000 mg/m ³
Rel.Dichte der Dämpfe	6,3 (Luft = 1)
Löslichkeit in Wasser	weniger als 1%, sehr gering
Verhalten in Wasser	wird noch langsamer als Sarin hydrolysiert, dabei entstehen giftige Zerfallsprodukte
Löslichkeit in anderen Stoffen	wie Sarin, auch in Ölen und Fetten
Entgiftbarkeit	wie Sarin, der Entgiftungsvorgang wird durch Zusatz von Alkohol beschleunigt.

Amiton wird chemisch bezeichnet mit Diäthyl-S-(2-diäthyl-aminoäthyl)-thiolphosphorsäureester, eine farblose bis gelbe Flüssigkeit, in Wasser begrenzt löslich, ferner löslich in den meisten organischen Lösungsmitteln. Es ist ein Insektenvertilgungsmittel, das mit beliebigen Alkylierungsmitteln in extrem toxische Verbindungen übergeführt werden kann.

Tammelinsche Ester sind Methylfluorosphonsäurecholinester. Ein Vertreter dieser Gruppe ist der Methylfluorosphonsäuredimethylaminoäthylester, ein farbloses, wasserlösliches Öl, das bei Raumtemperatur zu einer kristallinen Verbindung erstarrt. Es kann mit Methyljodid in eine kristalline, wasserlösliche Verbindung übergeführt werden. In dieser Form kann der Stoff auf Grund seiner besonders hohen Toxizität als einer der wirksamsten C-Kampfstoffe angesehen werden.

FEA

Gruppe	Nerven-Kampfstoff
Gebräuchliche Bezeichnung	Fluoräthanol FEA
Chemische Bezeichnung	2-Fluoräthylalkohol
Aussehen	Flüssigkeit, farblos, leicht beweglich
Geruch	schwach nach Äthylalkohol
Schmelzpunkt	-26,45°C
Siedepunkt bei 20°C	+103,35°C
Dichte bei 20°C	1,104 g/cm ³
Dampfdruck bei 20°C	nicht bekannt
Flüchtigkeit bei 20°C	nicht bekannt (flüchtig)
Rel.Dichte der Dämpfe	2,22 (Luft = 1)
Löslichkeit in Wasser	in jedem Verhältnis mischbar
Verhalten in Wasser	sehr beständig (siehe MFA)
Löslichkeit in andern Stoffen	in Äther löslich
Entgiftbarkeit	sehr schwierig, Natronlauge oder Chlorkalkaufschlämmungen zersetzen den Stoff sehr langsam. Gegen Oxydationsmittel sehr beständig, sogar Chromschwefelsäure oxydiert den Stoff nur geringfügig.
Bemerkung	Infolge der guten Löslichkeit und Beständigkeit in Wasser ist eine Trinkwasservergiftung möglich.

MFA

Gruppe	Nerven-Kampfstoff
Gebräuchliche Bezeichnung	Fluoracetat MFA
Chemische Bezeichnung	Fluoressigsäuremethylester
Aussehen	Flüssigkeit, wasserähnlich, farblos
Geruch	geruchlos (und geschmacklos)
Schmelzpunkt	-32°C
Siedepunkt	+104°C
Dichte bei 20°C	1,1744 g/cm ³
Dampfdruck bei 20°C	unbekannt
Flüchtigkeit bei 20°C	unbekannt (flüchtig)
Rel.Dichte der Dämpfe	3,2 (Luft = 1)
Löslichkeit in Wasser	etwa 15%
Verhalten in Wasser	sehr beständig, bei 25°C werden 50% erst nach 14 Tagen hydrolisiert. Die dabei freigesetzte Monofluoressigsäure ist ebenfalls sehr giftig. Daher auch Trinkwasservergiftung möglich
Löslichkeit in anderen Stoffen	wie FEA, sonst wenig bekannt, kann auch in Pflanzen eindringen
Entgiftbarkeit	starke Oxydationsmittel, z.B. Kaliumpermanganat oder Chromschwefelsäure zerstören den Stoff vollständig. Dagegen wirken Natronlauge oder Chlorkalkaufschlämmungen sehr langsam.
Bemerkung	Ein anderer Stoff der Fluoracetat-Gruppe, Fluoressigsäurefluoräthylester, wird als geruchlos und sesshaft bezeichnet. Die Fluoracetate werden durch die Haut in geringerem Masse aufgenommen als die Phosphorsäureester.

Blausäure

Gruppe	Blut-Kampfstoff
Gebräuchliche Bezeichnung	Blausäure
Chemische Bezeichnung	Cyanwasserstoff, Acidum hydrocyanicum
Aussehen	Flüssigkeit, wasserhell, leicht beweglich, ungereinigt meist dunkelbraun
Geruch	bittermandelartig
Schmelzpunkt	-13,4°C
Siedepunkt	+25,7°C
Dichte bei 18°C	0,6969 g/cm ³
Dampfdruck bei 20°C	623 mm Hg
Flüchtigkeit bei 20°C	873000 mg/m ³
Rel.Dichte der Dämpfe	0,93 (Luft = 1)
Löslichkeit in Wasser	in jedem Verhältnis mischbar
Verhalten in Wasser	reagiert mit Wasser unter Bildung verschiedener Verbindungen, die Hydrolyse ergibt zum Schluss Ameisensäure
Löslichkeit in anderen Stoffen	mit Alkohol und Äther, aber auch mit S-Lost, Phosgen usw. gut mischbar. Blausäuredämpfe werden vor allem durch poröses Material aufgenommen und sind dann durch Lüftung nur etwa zu 75% zu entfernen. Die Reste müssen durch Heissluftbehandlung oder Waschverfahren entfernt werden
Entgiftbarkeit	Infolge der hohen Flüchtigkeit ist eine Entgiftung im Freien kaum notwendig. Bei Behandlung der Blausäure mit Alkalien entsteht Cyankali, ein starkes Gift. Mit Chlor bildet die Blausäure das giftige Chlorcyan, mit Natriumthiosulfat setzt sie sich in Rhodanwasserstoffsäure um. Zur chemischen Entgiftung sind am besten Schwermetallsalze, z.B. Eisensulfat oder Kupfersulfat, geeignet.
Bemerkung	Unvermischte Blausäure ist wegen ihrer Flüchtigkeit als Kampfstoff ungeeignet. Es ist aber möglich, langdauernde Blausäurekonzentrationen zu erzielen, wenn der Stoff z.B. mit Kieselgur vermischt eingesetzt wird.

Phosgen

Gruppe	Lungen-Kampfstoff
Gebräuchliche Bezeichnung	Phosgen
Chemische Bezeichnung	Kohlenoxychlorid, Carbonylchlorid
Aussehen	farbloses Gas
Geruch	wie faulendes Obst oder Heu
Schmelzpunkt	-118°C
Siedepunkt	+8,2°C
Dichte bei 20°C	1,376 g/cm ³
Dampfdruck bei 20°C	1173 mm Hg
Flüchtigkeit	sehr flüchtig (siehe Dampfdruck)
Rel.Dichte der Dämpfe	3,4 (Luft = 1)
Löslichkeit in Wasser	wird bei Berührung mit Wasser sofort zersetzt
Verhalten in Wasser	wird hydrolisiert, dabei entstehen Kohlen- säure und Salzsäure
Löslichkeit in andern Stoffen	leicht löslich in Benzin, Benzol, Tetra, Di- chloräthan, dagegen nicht in Fetten und Ölen. Gut mischbar mit S-Lost, Lewisit, Chlorpikrin usw. und mit Nebelstoffen. Es dringt schnell in Naturgummi und verschiedene Kunststoff- arten ein
Entgiftbarkeit	wegen der hohen Flüchtigkeit ist eine Entgif- tung im Freien meist nicht notwendig. Flüs- sige Phosgenreste sind am besten mit Alkali- laugen zu entgiften, da die entstehende Salzsäure dann sofort neutralisiert wird. Fer- ner ist Natronkalk auf der Erdoberfläche gut anwendbar. Mit Ammoniak verbindet sich Phosgen unter Bildung von Harnstoff. Auch Urotropin ist ein gutes Entgiftungsmittel. Durch hohe Temperaturen wird Phosgen in Kohlenmonoxyd und Chlor zerlegt.
Bemerkung	Für die Entgiftung von Diphosgen (Perstoff) gelten dieselben Grundsätze mit der Aus- nahme, dass es in Wasser unlöslich ist. Der Stoff wird ebenfalls durch Alkalilaugen zer- stört. Diphosgen ist wenig flüchtig, Dampf- druck bei 20°C nur 10,3 mm Hg.

Chlor

Chlor wird nicht mehr als Kampfstoff verwendet, ist aber Bestandteil vieler Kampfstoffe und Entgiftungsmittel und ein gutes Desinfektionsmittel. Seine Eigenschaften müssen daher bekannt sein.

Gebräuchliche Bezeichnung	Chlor, Chlorgas
Chemische Bezeichnung	Chlor, - Cl -
Aussehen	gelbgrünes Gas
Geruch	stechend
Schmelzpunkt	-101,5°C
Siedepunkt	-35°C, Chlorgas lässt sich durch Abkühlung auf -50°C zu einer gelben Flüssigkeit kondensieren. Es wird in diesem Zustand in Stahlflaschen oder Kesselwagen vom Hersteller geliefert
Dampfdruck bei 20°C	6,6 at (in geschlossenen Behältern) (?at als Masseinheit veraltet)
Flüchtigkeit bei 20°C	aus 1 l flüssigem Chlor entstehen 500 l Chlorgas
Rel. Dichte der Dämpfe	2,5 (Luft = 1)
Löslichkeit in Wasser	in 1 l Wasser lösen sich 2,3 l Chlorgas, es entsteht eine 0,4 bis 0,5%ige Chlorwasserlösung. Sie ist wenig stabil und muss bei der Aufbewahrung vor Licht geschützt werden
Verhalten in Wasser	reagiert mit Wasser unter Bildung von flüssiger Salzsäure und unterchloriger Säure. Letztere zerfällt - besonders unter dem Einfluss des Sonnenlichtes - in Salzsäure und Sauerstoff. Dieser Sauerstoff ist im Stadium des Entstehens besonders aggressiv, daher können viele Stoffe mit Chlor + Wasser sowohl chloriert als auch oxydiert werden. Zum Beispiel Entgiftungsvorgang. Bleichvorgang, Zerstörung tierischer und pflanzlicher Gewebe usw.
Verhalten mit anderen Stoffen	nach dem Fluor weist Chlorgas unter allen nichtmetallischen Elementen die höchste Reaktionsfähigkeit auf. Es verbindet sich <i>direkt mit den meisten Elementen</i> mit Ausnahme von Sauerstoff.

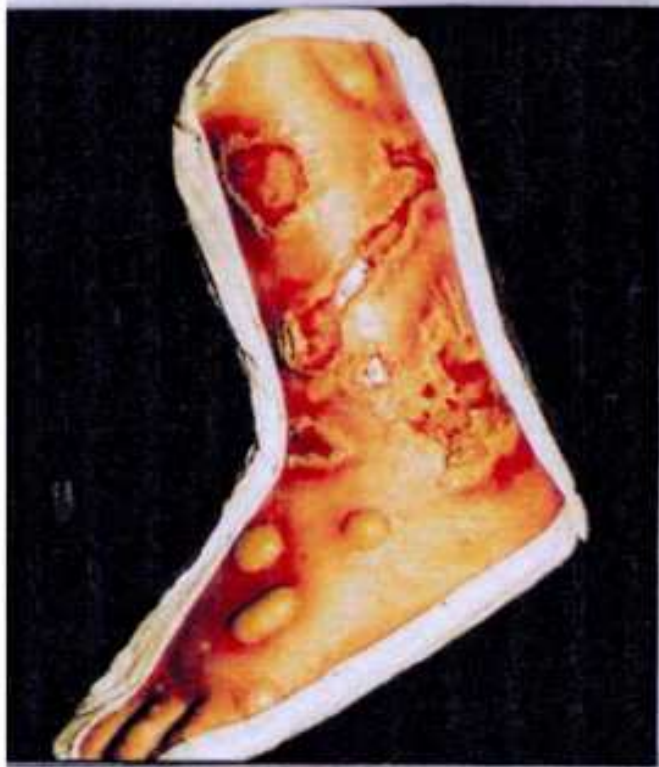
Bilddokumente

von Schädigungen durch

Kampfstoffe

Bildfolge 2

Senfgasschädigung
im Gesicht



Senfgas-Blasen am Fuss
und an der Hand



Hautschädigung durch Gelbkreuz am Fuss.
Stadium des Platzens der Blasen,
hochgradige Entzündung.



S-Lost

Gruppe	Haut-Kampfstoff
Gebräuchliche Bezeichnung	Schwefel-Lost, Mustardgas, Senfgas (Gelbkreuz/Yperit)
Chemische Bezeichnung	Dichlordiäthylsulfid
Aussehen	Flüssigkeit, ölarzig, farblos, ungereinigt gelb bis dunkelbraun
Geruch	rein etwa wie Rizinusöl, ungereinigt nach Senf, Meerrettich, Knoblauch
Schmelzpunkt	13,5°C
Siedepunkt	217°C (dabei Zersetzung)
Dichte bei 20°C	1,28 g/cm ³
Dampfdruck bei 20°C	0,115 mm Hg
Flüchtigkeit bei 20°C	625 mg/m ³
Rel. Dichte der Dämpfe	5,5 (Luft = 1)
Löslichkeit in Wasser	etwa 0,4-0,5 g/l, sehr gering
Verhalten in Wasser	wird in viel Wasser sehr langsam hydrolysiert, dabei entsteht Salzsäure. Der Vorgang kann durch Zusatz von Ätzalkalien oder Soda und ausserdem durch Erwärmung erheblich beschleunigt werden (Koch-Waschverfahren)
Löslichkeit in anderen Stoffen	leicht löslich in Benzol, Äther, Chloroform sowie in tierischen und pflanzlichen Ölen und Fetten. Gut mischbar mit Sarin, Soman, N-Lost, Phosgen, Chlorkiprin usw. In Alkohol, Benzin und anderen Kohlenwasserstoffen nur wenig löslich. Flüssiger S-Lost und seine Dämpfe dringen leicht in poröses Material, z.B. Textilien, Holz, Mauerwerk, ferner in Asphalt, Naturgummi usw., ein
Entgiftbarkeit	wird durch längere Hitzeeinwirkung langsam zerstört. Bei 180°C bilden sich ein tränenreizendes Gas und Salzsäure, bei 500°C zerfällt der Stoff vollständig. Das gebräuchlichste Entgiftungsmittel ist Chlorkalk. Es wirkt teils oxydierend, teils chlorierend und reagiert daher äusserst heftig unter starker Wärmeentwicklung, die zur Entflammung führen kann. Mit Wasser gemischt reagiert der Chlorkalk weniger heftig. Zur Entgiftung der Haut und der Textilbekleidung ist Chloramin T in Breiform am besten geeignet, da es in dieser Form sehr milde

Persistenz

wirkt. Ein weitere Vorzug ist seine gute Lagerbeständigkeit. Textilien können auch durch Ammoniak-Heissdampf-Behandlung entgiftet werden.

Die bei der Zersetzung des S-Losts unter anderem entstehende Salzsäure macht eine Nachbehandlung und Reinigung des entgifteten Materials unbedingt erforderlich.

hoch, im Winter ein Monat, in gemässigtem Klima einige Tage. Kühle Temperaturen können den Eindruck von Gefahrlosigkeit wegen fehlender Verdampfung vermitteln, aber Gefahr kann auftreten bei höheren Temperaturen. Die Verbrennung kontaminierter Materialien kann zu einer grossen Gefahr werden. 15 Jahre nach Explosion der Gelbkreuzwerke waren bei Aufräumarbeiten von Zementblöcken und Ziegelsteinen noch Hautschädigungen durch Gelbkreuz aufgetreten.

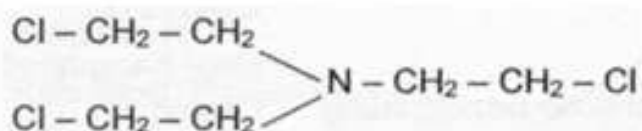
Lost wird als Aerosol, als Flüssigkeit oder als Zäh-Lost eingesetzt, welcher durch beigefügte Kunstharze an Haut, Kleidung und Material haften bleibt.

N-Lost

Gruppe	Haut-Kampfstoff
Gebräuchliche Bezeichnung	N-Lost, Stickstoff-Lost, Nitrogen-Mustard-Gas
Chemische Bezeichnung	Trichlortriäthylamin
Aussehen	Flüssigkeit, ölartig, farblos, ungereinigt gelb bis braun
Geruch	fast geruchlos, ungereinigt geranienartig, aber nicht wie Lewisit
Schmelzpunkt	-4°C
Siedepunkt	+230°C (dabei Zersetzung)
Dichte bei 20°C	1,2348 g/cm ³
Dampfdruck bei 20°C	0,007 mm Hg
Flüchtigkeit bei 20°C	70 mg/m ³
Rel. Dichte der Dämpfe	7,0 (Luft = 1)
Löslichkeit in Wasser	0,16 g/l, sehr gering
Verhalten in Wasser	wird noch langsamer als S-Lost hydrolysiert, dabei entsteht auch Salzsäure, die sich mit Zwischenprodukten zu giftigen, wasserlöslichen Salzen verbindet
Löslichkeit in anderen Stoffen	gut löslich in Tetra, Benzol, Aceton und Äther, ferner mit vielen flüssigen Kampfstoffen mischbar. Dringt nicht so schnell wie S-Lost in das betroffene Material ein
Entgiftbarkeit	wird durch längere Erhitzung über den Siedepunkt zersetzt. Chlorhaltige Entgiftungsmittel reagieren bei gewöhnlicher Temperatur nicht mit N-Lost, auch starke Oxydationsmittel, z.B. Chromsäure, Kaliumpermanganat, Wasserstoffperoxyd wirken nur sehr langsam. Das beste Entgiftungsmittel ist Natriumhydrogensulfat, in Wasser gelöst oder in kristalliner Form aufgestreut und mit Wasser angefeuchtet. Die entstehende wässrige Lösung ist noch giftig, sie ist mit Chlorkalk endgültig zu entgiften.
Bemerkung	Wenn ein sesshafter Kampfstoff eingesetzt worden ist, muss stets geprüft werden, ob eine Beimischung von N-Lost vorliegt.

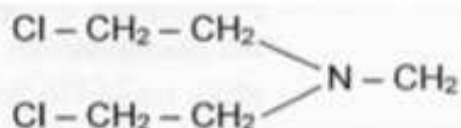
Persistenz

HN-3



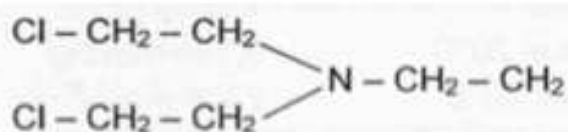
einige Tage unter gemässigten Bedingungen,
Undefinierte Dauer bei extremer Wintersituation.

HN-2



ein Tag bei gemässigten Bedingungen, bei
extremer Kälte einige Tage.

HN-1



ein Tag unter gemässigten Bedingungen,
weniger in trockenen Wüstengebieten, eine
Woche bei Schnee.

Lewisit

Gruppe	Haut-Kampfstoff
Gebräuchliche Bezeichnung	Lewisit
Chemische Bezeichnung	Chlorvinylarsindichlorid, ungereinigt ein Gemisch von Chlorvinylarsindichlorid, Dichlorvinylarsindichlorid und Trichlortrivinylarsin
Aussehen	Flüssigkeit, ölarzig, farblos, ungereinigt braun bis dunkelviolett
Geruch	stark nach Geranien
Schmelzpunkt	-13°C
Siedepunkt	+190°C (dabei Zersetzung)
Dichte bei 20°C	1,8855 g/cm ³
Dampfdruck bei 20°C	0,395 mm Hg
Flüchtigkeit bei 20°C	2300 mg/m ³
Rel. Dichte der Dämpfe	7,1 (Luft = 1)
Löslichkeit in Wasser	0,5 g/l, sehr gering
Verhalten in Wasser	wird durch Wasser oder feuchte Luft schnell hydrolysiert, wobei u.a. auch Salzsäure entsteht. Diese Zersetzung wird durch Wärme beschleunigt, es entstehen dann giftige Arsenverbindungen im Wasser
Löslichkeit in andern Stoffen	gut löslich in organischen Lösungsmitteln, z.B. Benzin, Benzol, reinem Alkohol und verschiedenen Ölen. Vermischbar mit S-Lost, Diphosgen und Chlorpikrin. Lewisit dringt schneller als S-Lost in Material ein, z.B. wird eine 0,5 mm starke Gummischicht von S-Lost in 20-30 min. durchdrungen, von Lewisit in 10-15 min. Die Entgiftung von derart durchdrungenem Gummi ist nicht mehr möglich
Entgiftbarkeit	wird durch chlorhaltige Mittel, 15%ige Natronlauge und Natriumsulfid-Lösungen zerstört, aber in jedem Fall müssen die Zerfallsprodukte sorgfältig entfernt werden. Es gibt noch mehr lewisitähnliche Kampfstoffe, die als Bestandteile von Kampfstoff-Gemischen auftreten können.

Adamsit

Gruppe	Reiz-Stoff (Nasen-Rachen)
Gebräuchliche Bezeichnung	Admsit
Chemische Bezeichnung	Diphenylaminarsinchlorid, Phenarsazinchlorid
Aussehen	fest, gelb, kristallsich, ungereinigt dunkelgrünes Pulver
Geruch	etwas muffig
Schmelzpunkt	+195°C
Siedepunkt	+410°C
Dampfdruck bei 20°C	äusserst gering
Flüchtigkeit bei 20°C	0,02 mg/m ³ (wird als Aerosol eingesetzt)
Dichte bei 20°C	1,65 g/cm ³
Löslichkeit in Wasser	nicht löslich
Verhalten in Wasser	wird durch Wasser nur sehr langsam angegriffen
Löslichkeit in anderen Stoffen	löst sich gering in organischen Lösungsmitteln, z.B. Tetra, Benzol usw. Ebenso gering ist seine Löslichkeit in flüssigen Kampfstoffen. Vollständig löslich in konzentrierter Schwefelsäure und Arsentrichlorid
Entgiftbarkeit	im Freien ist eine Entgiftung meist nicht notwendig. Niederschläge des Stoffes sind mit Alkalilaugen schnell zu beseitigen. Nicht luftdicht verpackte Lebensmittel werden durch Niederschläge des Stoffes vergiftet und sind nicht mehr entgiftbar.

LSD

Gruppe	Psycho-Kampfstoff
Gebräuchliche Bezeichnung	LSD
Chemische Bezeichnung	d-Lysergsäurediäthylamid LSD25 = d-Lysergsäurediäthylamid-d-Tartrat = Delysid (Sandoz, Basel) Novartis??
Aussehen	fest, kristallin, farblos
Geruch	nicht bemerkbar, da als Aerosol geruchlos und unsichtbar
Schmelzpunkt	+83°C (Beginn der Zersetzung)
Löslichkeit in Wasser	sehr schwer löslich, daher wird der Stoff in Form des LSD 25 als leicht wasserlösliches Tartrat eingesetzt. (Tartrate sind Salze der Weinsäure)
Löslichkeit in anderen Stoffen	löslich in Natronlauge und in verdünnten Lösungen von Salzsäure
Entgiftbarkeit	durch Chlorkalk, Kalziumhypochlorit, Kaliumpermanganat und Haut-Entgiftungsmittel.

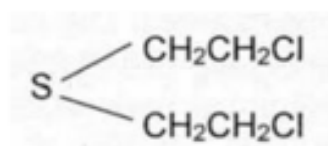
CN-Stoff

Gruppe	Reiz-Stoff (Augen)
Gebräuchliche Bezeichnung	CN-Stoff
Chemische Bezeichnung	Chloracetophenon, Chloracetylphenylketon
Aussehen	Kristalle, weiss bis gelblich
Geruch	aromatisch
Schmelzpunkt	+58°C
Siedepunkt	+247°C
Dampfdruck bei 20°C	0,02 mm Hg
Flüchtigkeit bei 20°C	105 mg/m ³
Dichte bei 20°C	1,32 g/cm ³
Löslichkeit in Wasser	nicht löslich
Verhalten in Wasser	bleibt in kaltem Wasser oder bei Luftfeuchtigkeit stabil. In kochendem Wasser nur äusserst langsam zu hydrolisieren.
Löslichkeit in anderen Stoffen	sehr gut löslich in organischen Lösungsmitteln und vielen flüssigen Kampfstoffen
Entgiftbarkeit	im Freien keine Entgiftung notwendig, Niederschläge des Stoffes verdunsten langsam, auch Bekleidung ist durch Lüften entgiftbar. Falls notwendig, kann der Stoff mit alkoholischer Alkalilauge völlig entgiftet werden. Ebenso wirkt wässrige oder alkoholische Natriumsulfidlösung.

Anwendung, Darstellung und Merkmale der Kampfstoffe

1 Bis-(2-chloräthyl)-thioäther

(2,2'-Dichlordiäthylthioäther, 2,2'-Dichlordiäthylsulfid,
 β,β' -Dichlordiäthylsulfid, 1-Chlor-2-(2-chloräthylthio)-äthan)



- (D) **Schwefelyperit**
Yperit
Lost
Gelbkreuz
Senfgas
- (GB) **Mustard Gas**
Mustard
Yellow Cross liquid
HS
- (US) **Mustard**
HD
HS (jetzt H)
G. 34 (erster Weltkrieg)
M. 0 (erster Weltkrieg)
- (F) **Yperite**
Gas Moutarde
Yc
Yt

1.1 Anwendung

Der Bis-(2-chloräthyl)-thioäther wurde zum erstenmal in der Nacht vom 12. zum 13. Juli 1917 in der Flandernschlacht bei Ypern als sogenannter Gelbkreuzkampfstoff mit der Bezeichnung Lost von deutscher Seite eingesetzt. Seine besondere Bedeutung lag nicht allein in der Herbeiführung einer längeren Kampfunfähigkeit bei den Verletzten. Mit diesem neuen Kampfstoff wurde ein Mittel eingeführt, das den gegenüber den bisherigen Kampfstoffen vollkommenen Atemschutz umging. Die Angegriffenen wurden auf Grund der besonderen Eigenschaften des Schwefelyperits, schnell durch die Bekleidung und durch das Schuhwerk zu dringen und bereits in kleinen Mengen Hautschädigungen hervorzurufen, gezwungen, den gesamten Körper vor der Einwirkung dieses Kampfstoffes zu schützen.

Die chemische Stabilität und die vorzüglichen physikalischen Eigenschaften, die eine gute Sesshaftigkeit des Schwefelyperits gewährleisteten, machten diese Verbindung zu einem Defensivmittel, das die arg bedrängte deutsche Armee den offensiven Absichten der Alliierten längere Zeit wirksam entgegenstellen konnte.

Allein im März 1918 sollen die deutschen Truppen gegen die 3. englische Armee etwa 250000 Yperitgranaten verschossen haben. Den Alliierten gelang es erst im Juni 1918 Schwefelyperit eigener Produktion gegen die deutschen Linien anzuwenden.

Die Verluste, die durch Yperit hervorgerufen wurden, waren bedeutend höher als die durch andere chemische Kampfstoffe. Nach englischen Angaben betrugen die Yperitverluste 80% ihrer Gesamtkampfstoffvergifteten. Die restlichen 20% verteilten sich auf die durch lungenschädigende und durch nasen- und rachenreizende Kampfstoffe Geschädigten.

1.2 Darstellung

Der von MEYER 1886 rein dargestellte Bis-(2-chloräthyl)-thioäther war bereits vor ihm von anderen Chemikern hergestellt worden, 1882 in Frankreich durch DESPRETZ, 1860 in England durch GUTHRIE und in Deutschland durch NIEMANN. Sie erhielten die Verbindung durch Einwirken von Äthen auf Schwefelmonochlorid bzw. -dichlorid. Bereits Guthrie und Niemann erkannten die physiologische Wirksamkeit dieser Verbindung, obwohl sie diese nur unrein erhielten. Beide wiesen auf die blasenziehende Wirkung der Flüssigkeit und ihrer Dämpfe hin. 1891 berichtete der deutsche Augenarzt TH. LEBER über seine mit dieser Verbindung durchgeführten Versuche an Augen und über die dabei entstandenen Entzündungen.

Kurz vor dem ersten Weltkrieg untersuchte der Engländer H.T. CLARKE, ein Schüler EMIL FISCHERS, im chemischen Institut der Berliner Universität mit dem von ihm selbst dargestellten Bis-(2-chloräthyl)-thioäther einige Reaktionen dieser Verbindung.

Seitdem das Schwefelyperit als militärisches Kampfmittel bekannt geworden ist, ist es Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Die Darstellungsmethoden haben sich bis auf technische Veränderungen im Prinzip nicht wesentlich verändert. Die von Meyer, Guthrie und anderen mitgeteilten Darstellungsmethoden sind für die industrielle Herstellung modifiziert und weiterentwickelt worden.

Nachdem von der italienischen Armee bei der Okkupation Äthiopiens Yperit angewandt und während des zweiten Weltkrieges grosse Mengen dieses Kampfstoffes von allen kriegsführenden Mächten bereitgestellt worden sind, hat dieser Giftstoff trotz wirksamerer Kampfstoffe keineswegs seine militärische Bedeutung verloren. Seine Einsatzmöglichkeiten im modernen Gefecht zur Sicherung und Erschwerung von Handlungen sowie zur Anlage von Sperren sind vielfältiger geworden, besonders auch durch modernere Einsatzmittel.

Das **Schwefelyperit** zählt zu den wichtigsten chemischen Kampfstoffen. Es gehört zu den strukturmässigen Kampfmitteln, der kriegsführenden Truppen.

Die bereits vorhandenen Vorräte werden durch die ständige Produktion laufend vergrössert.

Darstellung im Labor

Die Darstellung des Bis-(2-chloräthyl)-thioäthers erfolgt im Laboratorium nach der direkten Synthese aus **Schwefelmonochlorid** und **Äthen**. Das Schwefelmonochlorid darf nicht überchloriert sein, und das Äthen muss die grösstmögliche Reinheit haben. Es wird entweder hergestellt oder einer Stahlflasche entnommen.

Gereinigt und getrocknet wird das Äthen (es ist zweckmässig, auch das aus Stahlflaschen entnommene Gas zu reinigen) durch konzentrierte Schwefelsäure, 20%ige Natriumhydroxidlösung und wiederum durch konzentrierte Schwefelsäure, die in hintereinander angeordneten Waschflaschen enthalten sind. Als Reaktionsgefäss verwendet man einen Dreihalsrundkolben (250 ml), der mit einem Gasableitungsrohr versehen ist und in einem Wasserbad steht.

Der Reaktionskolben wird mit 20 bis 30 g des Schwefelchlorids gefüllt, und das Wasserbad wird auf etwa 50°C erwärmt. Die Reaktionstemperatur soll 60°C nicht übersteigen. Das Äthen wird in einem konstanten Strom durch das Chlorid hindurchgeleitet (etwa 60 l/h). Die Absorption des Äthens erfolgt nicht unmittelbar, sondern nach etwa 1 bis 2 Stunden. Nach dieser Zeit kann man durch den Tropftrichter etwa 10g Schwefelmonochlorid zugeben, mit dem Fortgang der Reaktion weitere 10 bis 20 g.

Die Reaktion dauert mehrere Stunden und ist beendet, wenn das Schwefelmonochlorid verbraucht ist und keine Absorption mehr stattfindet. Nachdem das Reaktionsgemisch einige Zeit gestanden hat, filtriert man den kolloidalen Schwefel ab. (Achtung, bei Verwendung von Filterpapier saugt sich dieses voll Schwefelyperit !) Man kann dieses technische Produkt für weitere Versuche verwenden.

Den reinen Bis-(2-chloräthyl)-thioäther erhält man durch Vakuumdestillation. Hochgereinigtes Schwefelyperit lässt sich durch Auskristallisieren aus verdünnten alkoholischen oder petrolätherischen Lösungen bei -75°C herstellen. Ein derartiges Produkt soll zur Erhaltung der Reinheit unterhalb seiner Schmelztemperatur aufbewahrt werden.

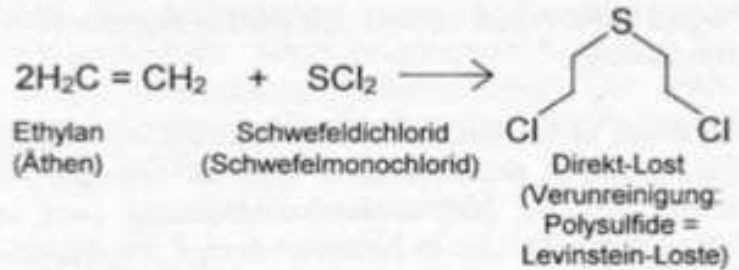
Die reinen, farblosen Bis-(2-chloräthyl)-thioäther erhält man auch durch Behandlung des Bis-(2-hydroxyäthyl)-thioäthers mit gesättigter Chlorwasserstoffsäure bei -6°C; bei 0°C scheidet das Schwefelyperit aus

Klassisches Verfahren

nach Despretz und Guthrie

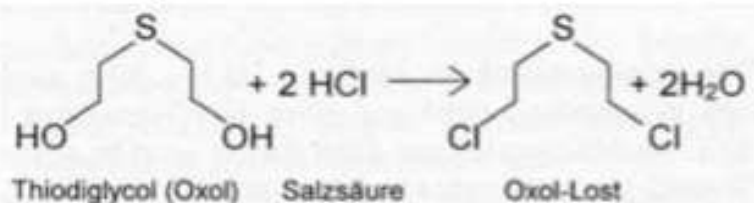


Bis-(2-chloräthyl)-thioäther



Klassisches Verfahren

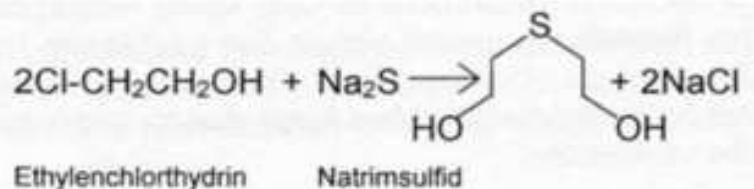
nach Meyer



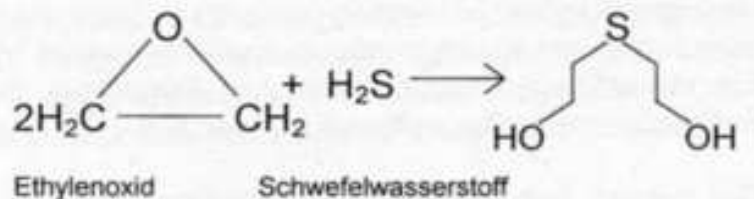
Herstellung von

Thiodiglycol

Klassisches Verfahren



modernes Verfahren



Die Sättigungskonzentration des Schwefelyperits, die bei 20°C etwa 0,6 mg/l beträgt, deutet eine gute Sesshaftigkeit des Kampfstoffes an. Das Schwefelyperit ist von den gebräuchlichen Kampfstoffen der sesshafteste. Seine Beständigkeit im Gelände beträgt mindestens 1½ Tage bis zu mehreren Tagen. So ist es nach amerikanischen Vorschriften untersagt, ein mit 10 bis 50 g/m² vergiftetes Gelände (Wiese oder ähnliches) bei gewöhnlichen Temperaturen vor Ablauf des ersten Tages ohne Schutzbekleidung, Waldgelände vor Ablauf des vierten Tages mit aufgesetzter Schutzmaske (!) länger als 2 h zu betreten.

Die Sesshaftigkeit des Schwefelyperits ist wie bei jedem Kampfstoff von den meteorologischen Verhältnissen abhängig. Mit Anstieg der Lufttemperatur verringert sie sich sehr stark. Sie ist bei Temperaturen um 20°C 2- bis 3mal geringer als bei etwa 5°C. Gegenüber Windstille verringert sie sich bei Windgeschwindigkeiten um 6 m/s um das 4fache.

Obwohl mit zunehmender Luftwärme die Sesshaftigkeit abnimmt, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit des Kontakts mit Schwefelyperit verringert, wird durch Verdampfen des Schwefelyperits die Atmosphäre reicher an Yperitdämpfen. An heissen Tagen ohne Luftbewegung entwickelt sich fast das 50fache der sonst notwendigen toxischen Konzentration. Selbst bei einer Windgeschwindigkeit um 2 m/s und einer Vergiftungsdichte von etwa 5 g/m² sind die Yperitdämpfe noch 3 bis 4 h in offenem Gelände wirksam.

Bei Temperaturen unter 15°C wird die Vergiftung, besonders in bewachsenem oder gar waldigem Gelände, mehr als eine Woche anhalten. Unterhalb 4°C und bei Windgeschwindigkeiten über 8 m/s sind die Yperitdämpfe in der Atmosphäre nicht mehr wirksam.

Um die Sesshaftigkeit und die Haftfähigkeit und damit die Wirksamkeit zu erhöhen, werden dem Schwefelyperit Zusätze beigegeben, die seine Viskosität erhöhen (sogenanntes Zähyperit). Diese Zusätze garantieren nicht nur eine längere Wirkungsdauer, sie erschweren auch die Entgiftung, die dann mit wässrigen Entgiftungslösungen kaum noch möglich ist. Die Erhöhung der Viskosität dient zugleich der Tröpfchenbildung beim Absprühen aus Flugzeugen und verhindert die sonst dabei auftretende Nebelbildung.

Als Zusätze eignet sich eine ganze Anzahl von Polymerisaten, unter anderen Methylmethakrylatpolymerisate mit Molekülmassen von 40 000 bis 50 000; sie werden zu 4 bis 8% zugesetzt. Die Viskosität dieser Mischungen liegt zwischen 30 cP und 600 cP (10°C). Derartige Gemische sind besonders zum Versprühen aus grossen Höhen geeignet, da die Tropfenform erhalten bleibt und das Absprühen von der Erde aus kaum zu bemerken ist.

Grössere Zusätze führen zu unelastischen Gemischen, die in Granaten und Bomben mit relativ intensiven Sprengladungen angewandt werden müssen. Durch Schwermetallsalze, besonders durch FeCl₂, wird die Viskosität vermindert oder aufgehoben. Zugaben korrosionsinhibierender Verbindungen verhindern die Viskositätsminderung.

Die Löslichkeit des Bis-(2-chloräthyl)-thioäthers in Wasser ist gering, sie beträgt etwa 0,8 g/l. In organischen Lösungsmitteln wie Halogenalkanen, Benzol, Chlorbenzol löst er sich ebenso gut wie in pflanzlichen und tierischen Ölen. Während im absoluten Äthanol die Löslichkeit oberhalb 16°C fast 100%ig ist, löst 92%iges Äthanol kaum 25% des Kampfstoffes.

Mit Lösungsmitteln wie Petroleum und Dieselöl ist er nur begrenzt mischbar. Es bilden sich Mischungslücken. Die kritische Lösungstemperatur für Petroleum-Schwefelyperit liegt bei etwa 30°C. Oberhalb dieser Temperatur bildet

sich eine homogene Lösung. Bei niedrigen Temperaturen zur Lösung von Schwefelyperit können nur niedrigsiedende Fraktionen verwendet werden, z.B. Leichtbenzin oder Petroläther, die ausgezeichnete Extraktionsmittel für Schwefelyperit sind.

Die Löslichkeit des Schwefelyperits in verschiedenen organischen Lösungsmitteln kann zur Erniedrigung seines Erstarrungspunktes ausgenutzt werden. Dadurch erst wird die Anwendung des Kampfstoffes unterhalb seiner Schmelztemperatur möglich. Als geeignete Lösungsmittel kommen Chlorbenzol, Nitrobenzol, Benzol, Tetrachlormethan und andere in Betracht, die dem Kampfstoff bis zu 25% zugesetzt werden.

Der Bis-(2-chloräthyl)-thioäther mischt sich unbegrenzt mit vielen gebräuchlichen Kampfstoffen. So sind Mischungen mit Diphosgen, Chlorpikrin, Lewisit und anderen als Kampfstoffe geeigneten Alkyldichlorarsinen, mit phosphororganischen Kampfstoffen wie DFP, Sarin und Soman möglich. In Deutschland wurde während des zweiten Weltkrieges unter anderen ein Gemisch aus Schwefelyperit und dem sogenannten Sauerstoffyperit hergestellt. Infolge seines starken Diffusionsvermögens durchdringt das Schwefelyperit schnell eine Reihe von Materialien und Werkstoffen.

Durch Textilien, Leder, Pappe, Papier und dünnen Gummi schlägt flüssiges Yperit in kurzer Zeit durch. Der Kampfstoff dringt schnell in poröse, nicht-homogene Materialien wie Ziegel, Beton, unbearbeitetes Holz und alte, rissige Ölfarbanstriche ein. Auf Werkstoffen mit homogenen Oberflächen bereitet er sich aus, z.B. auf Glas, glasierten Ziegeln, Fliesen, rissfreien Ölfarbanstrichen. Er wird aber durch solche Stoffe aufgenommen, die durch den Kampfstoff gelöst werden, z.B. Gummi und Wachse.

Relativ widerstandsfähige Materialien, die schon in Millimeterstärke den Kampfstoff für Stunden und Tage zurückhalten, sind bestimmte Neoprentypen und andere Polymere wie Polyvinylalkohol, Fluorkautschuk, Oppanol, Polyäthylen, Thiokol. Derartige Stoffe werden zur Herstellung von Schutzstoffen verwendet.

1.3 Einsatz

Seine hohe Bedeutung für den Widerstand liegt nicht allein in der Herbeiführung längerer Kampfunfähigkeit, in den Schwierigkeiten der Erkennung kleiner, aber wirksamer Mengen und der Erfordernis, den ganzen Körper zu schützen, sondern auch in der die innere Widerstandsfähigkeit des Feindes zermürbenden Wirkung. ... Der Feind machte bald die Erfahrung, dass in gelbkreuzbegifteten Bereichen niemand ohne Gefahr essen, trinken, schlafen oder auch nur sich niedersetzen kann, dass die Grenzen vergifteter Bezirke sich verlagern können und daher nicht stets ohne weiteres festliegen, und dass der Stoff zudem sehr beständig und daher sesshaft ist. Senfgas oder Lost haftet in Haaren, wird von Kleidern aufgenommen und durchdringt diese, gleichgültig, ob die Einwirkung als Flüssigkeit oder in Dampfform erfolgt. We-

der Leder noch Gummi bieten einen Schutz von unbegrenzter Dauer. Er vermag mit ihm benetzte Gegenstände zu durchsetzen, ohne sie zu zerstören und stets sinnfällige Spuren zu hinterlassen ... Auch der harmloseste Gegenstand in vergifteten Bereichen birgt möglicherweise eine versteckte Gefahr. Brennholz, zum Trocknen auf Öfen gebracht, war oft die Quelle krankmachender Konzentrationen. Erkrankungen folgen, wenn Kleider in vergiftetem Wasser gewaschen werden; Kleidung, Taschentücher, Kopfhaut und Mützen, mit Senfgas oder Lost verschmutzt, bilden in warmen Räumen schädliche Konzentrationen. Die Häufigkeit unbemerkter Verschleppung des Kampfstoffes an vom Feind unzweifelhaft nicht vergiftete Orte erzeugt lähmende Unsicherheit auch bei nicht eingesetzten Truppen.

Häufig wird der Stoff von der lostbenetzten Hand an andere Körperstellen gebracht, z.B. Augen und Geschlechtsorgane, und erzeugt qualvolle Erkrankungen. Diese Unsicherheit und die ständig wirksamen Aufregungen müssten früher oder später die innere Widerstandsfähigkeit der Truppe untergraben. (Die Gefährlichkeit steigt mit zunehmender Luftwärme und schwachem Wind ... An heißen Tagen ist die Entwicklung einer fünfzigfachen (3,66 mg/l), an kühlen Tagen (13,9°C) der zehnfachen ... tödlichen Konzentration möglich ... Senfgas und Lost kann sich als Flüssigkeit im Freien Tage und Wochen halten, unter Erdoberflächen und in Gegenständen liegen, ohne den Verdacht zu erwecken, dass sie vergiftet sind.

Für Kälteregeonen oder im Winter wird ein spezieller **Winterlost** verwendet, eine Mischung von Lewisit-Schwefel-Lost.

1.4 Wirkung

Das Gift wird aufgenommen über Augen, Haut, Respirationstrakt und den Magen-Darm-Trakt. Es besteht eine starke Haftfähigkeit. Dank der ausgeprägten Diffusionsfähigkeit vermag es sogar dicke Schuhsohlen zu durchdringen. Von Haut und Schleimhäuten wird es schnell resorbiert und durch den Blutkreislauf rasch im Organismus verteilt.

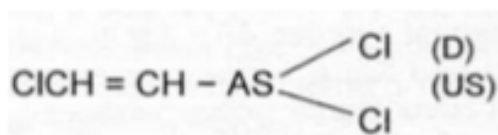
Senfgas und seine Derivate gehören zu den «alkylierenden» Substanzen. Als Alkylantien geben sie Alkyl-Gruppen an nukleophile Reaktionspartner (O, S und N) ab, die Bestandteile von Aminosäuren, Nukleotiden, Nukleosiden, Coenzymen (NAD⁺), Proteinen, RNS, DNS sind. Der Alkylierung der DNS kommt eine grosse Bedeutung zu. Die Substitution von Guanin an Stickstoff macht etwa 90% der DNS-Alkylierungen aus. Senfgas verursacht ein cross-linking der beiden Komplementärstränge der DNS-Moleküle durch bifunktionale Alkylation der N-Basen. Dieses cross-linking beugt der Separation der Stränge vor, welches für eine normale Replikation der DNS-Moleküle nötig ist und stört Synthese und Zellteilung. Der untoxische Vorgang der Alkylierung wird gefährlich, wenn Teilungsvorgänge in stark proliferierenden Gewebszellen betroffen sind (Knochenmark, Haut, Darmschleimhaut, Lymphknoten). In der Haut werden vor allem die sich teilenden Basalzellen angegriffen. Etwa 10 % der S-Lost-Menge, die in die Haut eindringt, wird in den Zellen gebunden und lässt sich dort lange nachweisen.

Schliesslich werden sämtliche Organe von der Vergiftung betroffen, am schwersten die sich teilenden Zellsysteme, vor allem das blutbildende Knochenmark, die Keimdrüsen und die Schleimhaut des Magen-Darm-Kanals. Infolge der drastischen Verminderung aller Blutzellen kommt es zu schwersten Blutungen und dem Auftreten vielfältiger, oft unbeherrschbarer Infekte, die dadurch erheblich verstärkt werden, dass die Funktionen des gesamten Immunsystems unterdrückt werden (Immunosuppression). Infolge der mutagenen und immunosuppressiven Wirkung sind diese Stoffe krebserregend, die Latenz kann Jahrzehnte dauern.

Bei vorsichtiger Dosierung und organgerichteter Anwendung lassen sich bestimmte Lost-Derivate wegen ihrer wachstumshemmenden Wirkung aber auch als Zytostatika einsetzen (z.B. Chlorambucil = Leukeran, Cyclophosphamid = Endoxan, Chlornaphazin = Aleukon, Melphalan = Alkeran). Die Wirkung von Lost wird als radiomimetisch (die Wirkung von Strahlung imitierend) bezeichnet.

2 2-Chloräthyldichlorarsin (LEWISIT)

(2-Chlorvinyldichlorarsin, 2-Chlorvinylarsindichlorid,
β-Chlorvinyldichlorarsin, β-Chlorvinylarsindichlorid, 2-Chloräthendichlorarsin.



Lewisit

Lewisite

M-1 (zweiter Weltkrieg)

L

2.1 Anwendung

Das Lewisit wurde gegen Ende des ersten Weltkrieges von den Amerikanern als chemischer Kampfstoff bereitgestellt, gelangte aber nicht mehr zum Einsatz. Es war ein stark verunreinigtes Produkt und bestand aus einem Gemisch des primären, sekundären und tertiären Dichlorarsins, der sogenannten **Lewisite A, B und C**.

Die Arbeiten an den Chloräthylarsinen wurden 1917 sowohl in den USA als auch in Deutschland aufgenommen. Die Bezeichnung Lewisit geht auf den amerikanischen Chemiker W. LEE LEWIS zurück, dessen Untersuchungen letztlich das Chloräthylarsin als Kampfstoff in die engere Wahl rückten, während man in Deutschland die gegenteilige Meinung vertrat.

Die US-Militärs setzten grosse Hoffnungen auf das Lewisit, besonders hinsichtlich seiner schnellen und heftig hautschädigenden Wirkung. In kurzer Zeit erbauten sie 1918 in einer Vorstadt von Cleveland eine Produktionsanlage.

Wegen der Möglichkeit, den Kampfstoff durch Absprühen aus Flugzeugen anzuwenden, erhielt er den vielversprechenden Namen **Todestau**". Die Instabilität des damals hergestellten Produkts zwang die Amerikaner, ihre Bestände (etwa 150 t) nach dem Krieg durch Versenken im Meer zu beseitigen.

Die Untersuchungen um diese Verbindungen und die Suche nach besseren technologischen Verfahren wurden nach dem ersten Weltkrieg nicht eingestellt. Die US-Armee verfügte ebenso wie die deutsche Wehrmacht während des zweiten Weltkrieges über beträchtliche Lewisitvorräte. In Anbetracht wirkungsvollerer Kampfstoffe, deren physikalisch-chemische Eigenschaften wesentlich besser sind, nimmt das Lewisit unter den Kampfstoffen keine vorrangige Stellung mehr ein. Bestechend allerdings ist seine relativ schnelle und auch billige Herstellung, so dass es für Staaten mit einer nicht so umfangreichen chemischen Industrie noch eine gewisse Bedeutung haben kann.

2.2 Darstellung im Labor

Die Darstellung erfolgt aus Arsen(III)-chlorid und Äthin, als Katalysator dient Aluminium(III)-chlorid.

In das Reaktionsgefäss (20-ml-Kolben), das mit einem Rührer, einem Gas-einleitungsrohr und -ableitungsrohr versehen ist, werden 45 g AsCl_3 und 15 g wasserfreies AlCl_3 gegeben. Unter Rühren und Kühlen leitet man durch das Reaktionsgemisch 6 bis 8 l Äthin, welches zuvor durch Schwefelsäure gereinigt und durch Kalziumchlorid getrocknet wurde. Die Reaktionstemperatur soll 35°C nicht übersteigen. Das Reaktionsprodukt wird in etwa 200 ml Chlorwasserstoffsäure mit einer Temperatur unter 0°C langsam eingegossen und anschliessend etwa 10 bis 15 min gerührt. Es empfiehlt sich, nochmals mit Chlorwasserstoffsäure zu waschen. Die ausgebildete ölige Schicht wird unter vermindertem Druck bei 101 bar destilliert. Die 1. Fraktion bis 60°C enthält Arsen(III)-chlorid; bei 80 bis 100°C geht als 2. Fraktion das 2-Chloräthyldichlorarsin über, während als 3. Fraktion bei 120 bis 140°C das sekundäre und über 140°C das tertiäre Nebenprodukt übergehen.

2.3 Einsatz

Von den hautschädigenden Kampfstoffen wurden bisher nur das Schwefelyperit, das Methyl- und das Äthyldichlorarsin in grösseren Mengen im ersten Weltkrieg militärisch eingesetzt. Das Schwefelyperit wurde auch später bei kriegerischen Handlungen, besonders beim italienischen Überfall auf Äthiopien angewandt.

Das Schwefelyperit wurde durch Artillerie, gelegentlich auch durch sogenannte Gas- und Minenwerfer verschossen. Bereits im ersten Weltkrieg setzt man dem Schwefelyperit zur Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten Lösungsmittel wie Nitro- und Chlorbenzol oder Tetrachlormethan zu. Es ist ein für taktische Gemische geeigneter Kampfstoff, zumal damit eine Anwendung über einen grossen Temperaturbereich, selbst bei tiefen Temperaturen, gewährleistet wird.

Die neutralen Lösungsmittel wurden im zweiten Weltkrieg durch eine Anzahl giftiger Verbindungen, die selbst Kampfstoffe sind, ersetzt, unter anderem durch Äthyl- und Phenyldichlorarsin, durch Lewisit und durch phosphororganische Verbindungen.

Die Anwendung hautschädigender Kampfstoffe vom Typ Schwefelyperit und Lewisit wurde mit der Entwicklung von anderen Anwendungsmitteln vervollkommenet, z.B. Minen, Flugzeugabsprühgeräten, Geländevergiftungsfahrzeugen und -geräten, Wurfmitteln.

Die nachteiligen physikalisch-chemischen Eigenschaften dieser Kampfstoffe werden durch die Anwendungsmittel selbst, die eine Aerolisierung der Kampfstoffe ermöglichen, und auch durch Zusätze, besonders von viskos machenden Verbindungen, weitestgehend ausgeglichen. Mit Ausnahme des

Stickstoffyperits sind alle hautschädigenden Kampfstoffe zu jeder Jahreszeit anwendbar.

Witterungseinflüsse, insbesondere Regen, Wärme und Wind, beeinflussen die Sesshaftigkeit dieser Kampfstoffe. Gegenüber Regen und ähnlichen Einflüssen gilt das Schwefelyperit als der stabilste Kampfstoff. Lewisit und die Halogenoxime werden relativ schnell hydrolysiert und verlieren dadurch ihre Wirksamkeit, während das Schwefelyperit bei günstigen Bodenverhältnissen, d.h. wenn der Boden nicht sandig und nicht porös ist, nach der Regeneinwirkung wieder wirksam werden kann.

Die hautschädigenden Kampfstoffe sind langwirkend. Ihre letale Wirkung ist beschränkt, in extremen Fällen wirken sie bei ungeschützten oder nichttrainierten Truppen letal.

Dennoch ist ihre toxische Wirkung als Inhalationsgift gut und führt unter Umständen zu längerer Gefechtsunfähigkeit. Ihre Sesshaftigkeit, ausgenommen die Halogenoxime, und ihr starkes Durchdringungsvermögen gegenüber Materialien wie Textilien, Leder und Gummi machen sie als Kampfstoffe zur Vergiftung von Gelände, Technik und Ausrüstungsgegenständen wertvoll. Ihre relativ grosse Sesshaftigkeit zwingt zu Schutzmassnahmen und führt somit zur Niederhaltung des Gegners. Das gegnerische Manöver wird behindert. Sie erfordern eine Entgiftung oder eine Umgehung und können unter günstigen Bedingungen den Gegner durch das ständige Tragen der Schutzbekleidung über längere Zeit erschöpfen.

Die grösste Sesshaftigkeit haben das Schwefel- und das Stickstoffyperit. Selbst bei geringer Bodenbewachung muss bei Vergiftungsdichten um 25 g/m^2 mit einer Wirkungsdauer von 24 h bei normaler Temperatur, bei tiefen Temperaturen von mehreren Tagen gerechnet werden. Nach amerikanischen Feststellungen darf ein Gelände, das mit 100 bis 500 kg Schwefelyperit (HD) je Hektar belegt wurde, in der Regel ohne Schutzbekleidung und -maske bei Temperaturen um 20°C nach 4 Tagen, in bewaldetem Gelände erst nach 6 Tagen betreten werden. Bei Temperaturen über 27°C verkürzt sich die Zeit um 1 Tag. Bei Vergiftungsdichten um 75 g/m^2 ist das Lewisit im Sommer in offenem Gelände nur 2 bis 4 h wirksam, in der Winterperiode allerdings mehrere Tage. Die Sesshaftigkeit viskoser hautschädigender Kampfstoffe dauert entsprechend den Witterungsbedingungen mehrere Tage. Um derartige Mischungen weitestgehend gegenüber Regen und Feuchtigkeit beständig zu machen, enthalten sie meist wasserabstossende Mittel.

Zur Anwendung aus Flugzeugabsprühgeräten in Form von Sprays werden den Kampfstoffen, besonders dem Schwefelyperit und dem Lewisit, Stoffe beigegeben, die ihnen die zum Versprühen notwendige Elastizität verleihen. Tropfengrösse, Sinkgeschwindigkeit, Spraydichte und anderes werden je nach Flughöhe so gewählt, dass eine wirkungsvolle Vergiftung garantiert ist.

Die amerikanische Luftwaffe verfügt über verschiedene Typen von Absprühgeräten, die an bemannten und unbemannten Flugzeugen, aber auch an

tieffliegenden Fluggeschossen angebracht werden können. Mit Spezialhubschraubern können in kurzer Zeit grosse Geländeabschnitte vergiftet werden. Die Absprühgeräte dienen nicht nur zum Einsatz von S-Yperit, sondern überhaupt zur Anwendung langwirkender Kampfstoffe.

Eine Anwendung hautschädigender Kampfstoffe durch Raketen ist aus ökonomischen Gründen unwahrscheinlich. Mehrrohrigen Abschussanlagen für reaktive Geschosse wird besondere Beachtung geschenkt, da mit ihnen binnen wenigen Minuten grosse Flächen wirkungsvoll vergiftet werden können.

Nachteilig wirkte sich bereits im ersten Weltkrieg der charakteristische Geruch des Schwefelyperits aus, der auch dem Gegner zur Indikation diente. Das trifft auch für das noch viel geruchsstärkere Lewisit zu. Der störende Geruchsfaktor wurde beim Schwefelyperit durch die Herstellung von reinem Yperit beseitigt; ähnliches muss beim Lewisit erwartet werden. Der typische Geruch der ehemals technischen Kampfstoffsubstanzen wird kaum noch auftreten; in ihm ist keine Indikationsmöglichkeit mehr zu sehen.

Auf Grund seines hydrolytischen Verhaltens spielt das Stickstoffyperit zur Vergiftung von Wasserversorgungsanlagen eine grosse Rolle.

Die hohe Flüchtigkeit und die zum Teil grosse Unbeständigkeit schränken den Einsatz der Halogenoxime ein. Es sind keine sesshaften Kampfstoffe, und sie zählen zu den kurzwirkenden. Ihre Anwendung ist in den üblichen Anwendungsmitteln, mit Ausnahme der Flugzeugabsprühgeräte, möglich und zu erwarten.

Von amerikanischer Seite wird dem Schwefelyperit die grösste Beachtung geschenkt. Besondere Bedeutung kommt dem HD (destilliertes S-Yperit) zu, das für eine ganze Anzahl von Anwendungsmitteln vorgesehen ist.

Hautschädigende Kampfstoffe vom Typ der Yperite werden auf amerikanischer Munition mit einem H und zwei grünen Ringen gekennzeichnet, früher waren es drei rote Ringe.

Folgende Symbole sind in Gebrauch:

H (HS)	= Schwefelyperit
HN-1	= Stickstoffyperit
HD	= gereinigtes Schwefelyperit
HT	= Schwefelyperitgemisch, vor allem mit Sauerstoffyperit

Lewisit wird mit L oder M-1 und gleichfalls mit zwei grünen Ringen gekennzeichnet.

2.4 Wirkung

Wie die bisher besprochenen hautschädigenden Kampfstoffe wirkt das Lewisit nicht nur als Kontaktgift, sondern ebenso als Inhalations- und Augengift. Die hautschädigende Wirkung tritt ohne Latenzzeit auf. Erytheme auf der Haut-

Oberfläche bilden sich bei Dosen von etwa 0,05 bis 0,1 mg je Quadratmeter Hautoberfläche. 0,2 mg/cm² führen unbedingt zur Blasenbildung, durch dampfförmiges Lewisit entstehen nach einer Expositionszeit von 15 min bei Konzentrationen um 10 mg/l auf der Hautoberfläche Blasen.

Tödlich wirken nach VEDDER etwa 0,05 mg/l bei einer Expositionszeit von 30 min, gleichbedeutend mit einer Konzentration von 0,3 bis 0,5 mg/l bei Expositionszeiten um 5 min. Bei 15 min Expositionszeit führen 0,05 mg/l zu schweren Vergiftungen, die eine mehrwöchige Kampfunfähigkeit zur Folge haben. Geringere Konzentrationen, etwa von 0,01 mg/l, bewirken nach 15 min Rötung der Augen und Anschwellen der Augenlider. Derartige Augenverletzungen verlaufen günstiger als die durch Schwefel- oder Stickstoffperit verursachten. Die perkutante Dosis wird mit 20 mg je Kilogramm Körpermasse angegeben.

3 Zyanwasserstoff und Halogenzyane



(US)

AC

(GB)

VN

(F)

Forestite

3.1 Anwendung

Die Blausäure wurde von SCHEELE 1772 in Stockholm isoliert. Man nimmt an, dass der schwedische Gelehrte das erste Opfer seiner Entdeckung wurde, weil er 1776 plötzlich bei Laborarbeiten verstarb.

Die Blausäure hat gewisse Nachteile, doch ihre grosse Toxizität, ihre Eigenschaft, schnell zu wirken, ihre billige und einfache Herstellung überbieten diese. Ihre Anwendung im modernen Gefecht ist in Anbetracht der giftigeren Organophosphorverbindungen umstritten.

Die grosse Toxizität der Blausäure veranlasste 1916 die Franzosen, sie als Kampfstoff (Forestite) einzuführen. MAGENDIE, ein französischer Pharmakologe, lenkte die Aufmerksamkeit auf die enorme Giftigkeit dieser Verbindung, von der ein Tropfen, auf die Zunge oder auf die Bindehaut eines Hundes gebracht, das Tier auf der Stelle, nach zwei, drei Atemzügen, tötet.

Bereits vor Ausbruch des ersten Weltkrieges wurde die Blausäure mehrfach als Kampfmittel vorgeschlagen. Zu einer ernsthaften Anwendung kam es nicht. Der Einsatz der Blausäure entsprach nicht den Vorstellungen, die man sich auf Grund ihrer starken toxischen Wirkung gemacht hatte. Es traten keine ernsthaften Schädigungen auf, da keine ausreichende Gefechtskonzentrationen geschaffen werden konnten. Die Franzosen setzten während des ersten Weltkrieges mengenmässig so viel Blausäure (4000 t) ohne sichtbaren Erfolg ein, dass sie nach dem Vernichtungssystem der Himmlerschen Todesfabriken des faschistischen Deutschlands ausgereicht hätte, etwa 1 Milliarde Menschen zu töten.

Die ungenügenden physikalisch-chemischen Eigenschaften, besonders die geringe Dampfdichte, zwang zur Beifügung von relativ schweren Stoffen. Es wurden Gemische aus 50% Blausäure, 30% Arsen(III)-chlorid, 15% Zinn(IV)-chlorid und 5% Trichlormethan als sogenannte Vincennite bzw. verschiedene Blausäure-Arsen(III)-chlorid-Gemische (Manganite u.a.) angewandt.

Später führte man im Gemisch mit Blausäure das Chlorzyan (Manguinit) ein. Die Reizwirkung des Chlorzyans sollte die Kämpfer zwingen, die Schutzmaske abzusetzen, damit sie der toxischen Wirkung beider Kampfstoffe ausgesetzt seien. Chlorzyan wurde später mit anderen Stoffen, besonders mit Arsen(III)-chlorid, ohne Blausäure eingesetzt. Neben Chlorzyan wurden noch während des ersten Weltkrieges Bromzyan und andere Zyanverbindungen,

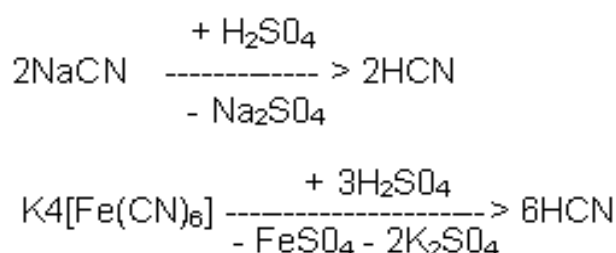
Nach dem ersten Weltkrieg, besonders nach 1939, wurden die entsprechenden Einsatzmittel für Blausäure entwickelt, mit denen in kurzer Zeit ausreichende Blausäurekonzentrationen in Erdbodennähe geschaffen werden konnten, die alles Lebende binnen wenigen Sekunden töten würden. In der Deutschen Erprobungsstelle Munsterlager wurde unter anderen ein Bläusäureabsprühgerät erprobt, das bei einem Tiefangriff eine derart hohe Blausäurekonzentration erzeugte, dass sie die damals üblichen Heeresfilter durchschlagen würde.

Unter den Zyanverbindungen hat die Blausäure auch im modernen Gefecht noch eine gewisse Bedeutung. Sie und das Chlorzyan sind unentbehrliche Zwischenprodukte der chemischen Grossindustrie geworden: zur Herstellung organischer Nitrite, die die Ausgangsprodukte für viele Plaste und Kunstfasern sind, in der Metallurgie als Komplexbildner, für Schädlingsbekämpfungsmittel, zur Darstellung von Aminosäuren usw. Die Blausäure wird heute in den USA zur Vollstreckung von Todesurteilen in Gaskammern angewandt. Alle chemieführenden Länder verfügen wegen der gewaltigen Entwicklung ihrer chemischen Grossindustrie über die entsprechenden Produktionsstätten zur Herstellung der Blausäure und der Halogenzyane.

3.2 Darstellung im Labor

Wegen ihrer grossen industriellen Bedeutung ist für die Gewinnung und Darstellung der Blausäure eine Vielzahl von Methoden ausgearbeitet und in der chemischen Industrie eingeführt worden.

Im Labor erhält man die freie Zyanwasserstoffsäure meist aus ihren Salzen durch Einwirkung von Schwefelsäure. Verwendet werden vor allem Natriumcyanid oder Kaliumhexazyanoferat-II.



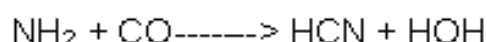
Von den technischen Darstellungsverfahren seien nur die bekanntesten angeführt

- die direkte Synthese aus Ammoniak und Kohlenmonoxid
- die indirekte Synthese aus Ammoniak und Kohlenmonoxid über Formamid
- die indirekte Synthese aus Ammoniak, Kohlenmonoxid und Natriumkarbonat über Natriumcyanid
- die katalytische Verbrennung eines Ammoniak-Methan-Luft-Gemisches
- die Herstellung aus Kalziumkarbid und Stickstoff über Kalziumzyanamid und Kalzium- bzw. Natriumcyanid

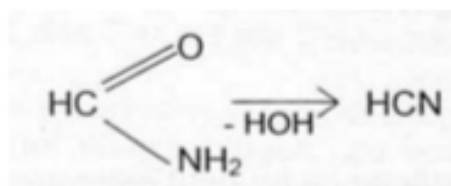
Eine weitere, nicht unbedeutende Möglichkeit zur Gewinnung von Blausäure ist in den bei der Steinkohlendestillation anfallenden stark mit Blausäure verunreinigten Gasen gegeben. Die Blausäure wird in geeigneten Absorptionsmitteln angereichert und aus diesen ausgetrieben oder meistens in $\text{Fe}(\text{CN})_2$ übergeführt.

Eine weitere Gewinnung erfolgt durch Überhitzung der bis zu 4% Stickstoff in Form von Betain enthaltenen Melasseschlempe, aus der man neben Blausäure Ammoniak erhält, das man durch Einleiten in Schwefelsäure (Ammoniumsulfatbildung) aus dem Gemisch entfernt.

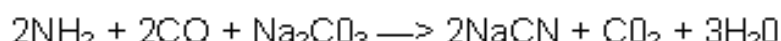
- Die direkte Synthese aus Ammoniak und Kohlenmonoxid erfolgt in Gegenwart geeigneter Katalysatoren (Aktivkohle, Thorium, Zirkon-, Vanadiumoxid und anderen) bei 500 bis 800°C. Durch den Einfluss der Katalysatoren laufen viele Parallelreaktionen ab.



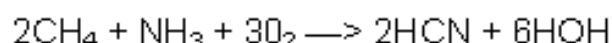
- Die indirekte Synthese aus Ammoniak und Kohlenmonoxid läuft auf eine Bildung von Formamid hinaus, aus dem katalytisch (Silikagel, Al_2O_3 , Alphosphate und andere) bei 350 bis 450°C (bei verschiedenen Verfahren schon bei 200°C) Wasser abgespalten wird.



- Bei der Darstellung von Natriumcyanid aus Ammoniak und Kohlenmonoxid wird ein Gemisch aus beiden Gasen und Wasserstoff ($\text{NH}_3:\text{CO}:\text{H}_2 = 2:6:2$) durch eine 620°C heisse Natriumkarbonat-Natriumcyanid-Schmelze (10:1) geleitet. Das in geringen Mengen (8%) gebildete Natriumcyanat wird bei 700°C durch Kohlenmonoxid völlig zum Natriumcyanid reduziert, so dass die Ausbeute relativ günstig liegt.



- Nach dem ANDRUSSOW-Verfahren lässt sich ein Gemisch aus Methan oder anderen niederen Alkanen ($\text{C}_1\text{-C}_5$), Ammoniak und Luft an den gleichen Kontakten, wie sie bei der Ammoniakverbrennung verwendet werden (Pt, Pt-Ir, Os), bei 1000 bis 1200°C zur Zyanwasserstoffsäure umsetzen. Dieses Verfahren wird besonders in erdölverarbeitenden Ländern angewandt. Nach der Abtrennung des überschüssigen Ammoniaks wird die Blausäure mit kaltem Wasser ausgewaschen und aus diesem ausgetrieben und auf 100% destilliert.

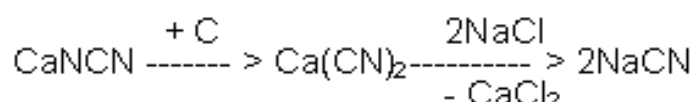


- Dieses Verfahren wurde in letzter Zeit so ausgearbeitet, dass eine unmittelbare Blausäureherstellung aus Ammoniak und Methan ohne Luftzufuhr möglich wird. Hierbei handelt es sich im Gegensatz zum ersten

Verfahren um eine endotherme Reaktion, die im elektrischen Lichtbogen unter Normaldruck ausführbar ist.

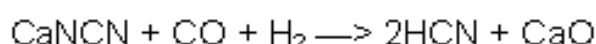


- Diese letzte Methode benutzt die Umsetzung von Kalziumzyanamid mit Kohlenstoff und Natriumchlorid durch Erhitzen zum Natriumzyanid, auch teilweise zum Kalziumzyanid.



Aus den Salzen wird durch Säureeinwirkung die Blausäure frei gesetzt. Meist dient dieses Verfahren zur Herstellung des Natriumzyanids.

Die Blausäure kann unmittelbar aus Kalziumzyanamid mit Kohlenmonoxid und Wasserstoff unter Zusatz von staubförmigem Karbid im Wirbelschichtverfahren hergestellt werden. Das Gasmisch enthält ebensoviel Blausäure wie bei der direkten Synthese aus Kohlenmonoxid und Ammoniak



3.3 Wirkung

Die Blausäurevergiftung verläuft schnell. Der Betroffene spürt ganz kurz einen Bittermandelgeruch und -geschmack (auch einen metallischen Geschmack). Im Anfangsstadium kommt es zu einem brennenden Gefühl im Hals, zu Erstarrungs- und Taubheitsgefühl des Gaumens und der Zunge, später zu Sprechbeschwerden und Sprachstörungen, Dröhnen im Kopf und in den Ohren, Speichelfluss, Übelkeit, Erbrechen und Schwächegefühl.

Das zweite Stadium wird durch die zunehmende Atemnot, das sogenannte asthmatische Stadium, eingeleitet. Brustbeklemmung, Angst, unsicherer Gang, Pupillenerweiterung, Verlust des Seh- und Gehörvermögens und Bewusstlosigkeit, wechseln über zu tonischen und klonischen Krämpfen mit Urin- und Stuhlabgang. Haut und Schleimhaut verfärben sich rot. Die Atmung wird langsamer und hört schliesslich ganz auf. Die Herztätigkeit setzt sich noch nach dem Atemstillstand für einige Minuten fort.

Je nach Konzentration, tritt der Tod bei einer Blausäurevergiftung nach 15 bis 30 min ein, unbedingt tödlich sind Konzentrationen um 0,4 mg/l. Bei hohen Konzentrationen fallen die Betroffenen sofort tot um, oder sie taumeln, ringen nach Luft und fangen an zu schreien, was in ein Röcheln übergeht. Sie fallen zu Boden und sterben nach 3 bis 5 min nach einer kurzen Phase krampfhafter Bewegungen. Die Hautfarbe der Vergifteten ist rot bis violett. Das gleiche Vergiftungsbild tritt bei oraler Aufnahme hoher Dosen von Zyanid auf.

Nach überstandenen Blausäurevergiftungen können lange Zeit, über Jahre hinaus, Spätschäden, vor allem neurologische Störungen, auftreten. Halogenzyane wirken als Inhalationsgifte wie Blausäure. Sie reizen zugleich die Atmungsorgane und die Augen.

Gefechtsanwendung allgemeingiftiger Kampfstoffe

Zusammenfassung

Alle in den vorhergehenden Abschnitten angeführten Verbindungen sind als Kampfstoff einsetzbar, wenn sie auch nicht direkt, sondern indirekt, in Verbindungen oder Lösungen, angewandt werden. Auf Grund der Einführung hochtoxischer Organophosphorverbindungen können diese Verbindungen bei realer Einschätzung nicht mehr als erstrangige Kampfstoffe betrachtet werden.

Von den erwähnten Stoffen kommt der **Blausäure** die grösste Bedeutung zu. Ihre Anwendung im modernen Gefecht, in Überraschungsmomenten und bei offensiven Absichten, kann infolge ihrer schnellen Wirkung taktisch entscheidend sein. Da die Anwendungsmittel für **Blausäure** gegenüber denen des ersten Weltkrieges verbessert wurden, lassen sich in ganz kurzer Zeit in der Atmosphäre Konzentrationen von mehreren Gramm je Kubikmeter Luft herstellen. Extrem hohe Blausäurekonzentrationen sind absolut tödlich und führen zu einer enormen Belastung der Atemfilter in Gasmasken.

Obwohl die **Blausäure** spezifisch leichter als Luft ist, sind die durch die modernen Anwendungsmittel geschaffenen Konzentrationen eine gewisse Zeit beständig, und zwar im Sommer maximal 10 min, im Winter unter günstigen Geländebedingungen (Bewachsung) bis zu 1 h. Mit **Blausäure** lässt sich nur die Atmosphäre vergiften.

Ihre Anwendung erfolgt in speziell konstruierten Anwendungsmitteln, die sich vor allem auf reaktive Geschosse, Bomben und Absprühgeräte beschränken. Eingesetzt wird die **Blausäure** nur als Flüssigkeit, entweder allein, im Gemisch oder mit geeigneten, die Wirkungsdauer verbessernden Zusätzen, die zugleich zur Inaktivierung der Atemfilter von Gasmasken beitragen sollen.

Die starke lakrimogene Wirkung des **Chlorzyans** ist ein grosser Nachteil der relativ stark toxischen Verbindung. Sie ist gleichermassen ein Indikator und warnt den Angegriffenen. Im modernen Gefecht zielt man beim Einsatz kurzwirkender Kampfstoffe auf die schnelle Tötung bzw. Verletzung des Gegners ab. Eine Voraussetzung dafür ist nicht nur der überraschende Überfall, sondern auch die schwere Erkennbarkeit des angewandten Mittels. Es soll ohne vorherige Schutzreflex wirksam werden. Diese Bedingungen erfüllt **Chlorzyan** nicht, so dass eine Anwendung sehr zweifelhaft erscheint.

Das **Kohlenmonoxid** erfüllt in nahezu idealer Weise die angeführten Bedingungen, seine Geruchlosigkeit, die hohe Toxizität, die heimtückische Wirkung, die besonderen Schutzmittel (spezielle Atemfiltermasken), erforderlich sind, und die übrigen guten Kampfeigenschaften werden jedoch durch das starke Diffusionsvermögen dieser Verbindung in der Atmosphäre und andere ungeeignete physikalisch-chemische Eigenschaften herabgemindert.

Die Anwendung von **Kohlenmonoxid** ist nicht ausgeschlossen, kann aber nur indirekt durch Kohlenoxid abgebende Massen oder Lösungen in geeigneten Anwendungsmitteln erfolgen, z.B. als Eisenpentakarbonyl, das für Mischungen mit **Blausäure** vorgeschlagen und erprobt wurde.

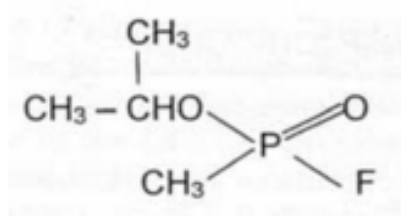
Kohlenmonoxidvergiftungen sind im Gefecht eine häufige Ursache für Gefechtsunfähigkeit und treten infolge Einwirkung der kohlenoxidhaltigen Spreng- und Pulvergase als sogenannte Pulverkrankheit auf. Pulvergase enthalten bis zu 40 Vol.-% **Kohlenmonoxid**. Die Gefahr einer CO-Anreicherung besteht besonders in geschlossenen Räumen. Mit bestimmten Sprengstoffkombinationen kann man wohl den Kohlenmonoxidgehalt in der Sprenggasbilanz erhöhen, aber keinesfalls die Atmosphäre bewusst vergiften. Interessant ist in diesem Zusammenhang ein Explosivstoff aus **Tetranitromethan** und **Bleitetraäthyl**. Durch geeignete Mischungsverhältnisse erwartet man eine völlige Umsetzung des gesamten Kohlenstoffs in **Kohlenmonoxid**.

Die gasförmigen Wasserstoffe des **Arsens** und des **Phosphors** eignen sich kaum als Kampfstoffe. Ihre Anwendung im Gefecht ist nur indirekt möglich, besonders in Form ihrer leicht zersetzbaren Metallverbindungen, mit denen die Atmosphäre in unmittelbarer Bodennähe längere Zeit vergiftet wird. **Arsenwasserstoff** in grosskalibrigen Bomben anzuwenden wird für möglich gehalten.

Die moderne Anwendungstechnik gestattet den Einsatz von **Bleitetraäthyl** als Kampfstoff. Es ist ein aussergewöhnlich stark toxisches Gift, das in flüssiger Form durch Gummi dringt und in geeigneten taktischen Mischungen anwendbar sein dürfte. Begünstigend hierfür ist seine leichte Löslichkeit in fast allen Kampfstoffen. Seine aussergewöhnlich gemeine, meist nicht reversible Giftwirkung macht es zu einer furchtbaren Waffe.

4 Propoxy-(2)-methylphosphorylfluorid

Methylfluorophosphonsäure-isopropylester, Methylfluorophosphorsäure-isopropylester, Fluorophosphorsäuremethyl-isopropylester, Methanphosphonylfluor-isopropylester



(D) **Sarin**
Trilon 144, T144
Trilon 46, T 46
(US) **GB**

4.1 Anwendung

Die systematischen militärchemischen Forschungen in Deutschland führten bereits vor Kriegsbeginn zur Auffindung der Alkoxy-alkylphosphorylfluoride, Verbindungen, deren Toxizität weit grössere war als die der Dialkoxyphosphorylfluoride. In dieser Gruppe erwiesen sich einige Vertreter als ausgezeichnete chemische Kampfmittel. Obwohl eine solche Verbindung wie das Propoxy-(2)-methylphosphorylfluorid als Kampfstoff geeigneter war als Tabun, konnte eine Grossproduktion dieser Verbindung während des Krieges nicht mehr aufgenommen werden; die technologischen Voraussetzungen waren erst 1944/45 vorhanden. Auf der Grundlage der erbeuteten Unterlagen gelang es den Amerikanern nach 1945, in verhältnismässig kurzer Zeit die Grossproduktion von Sarin aufzunehmen und die Technologie des Verfahrens zu verbessern.

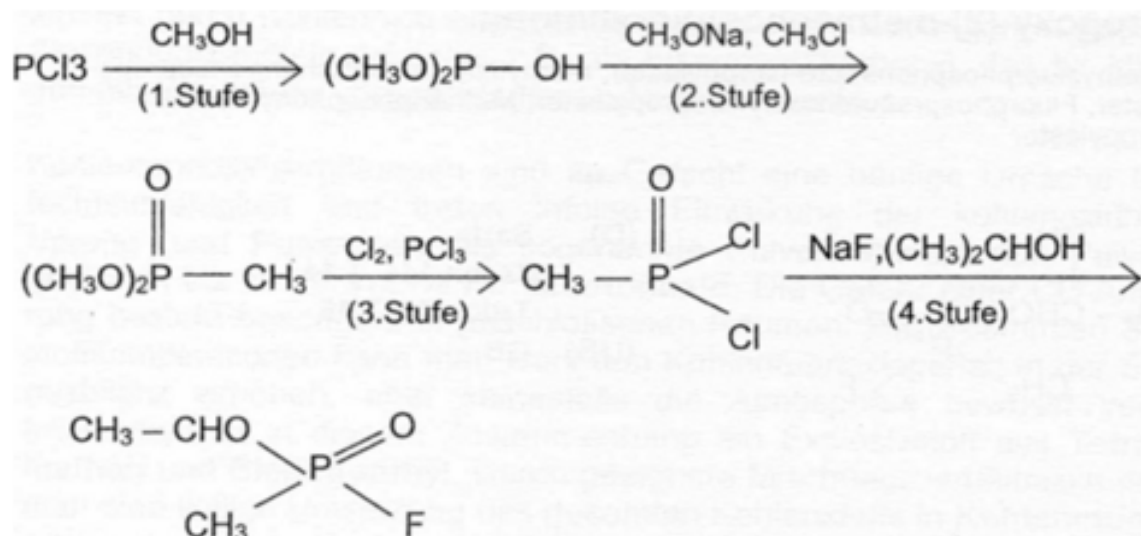
Neben den sogenannten V-Kampfstoffen gehören heute die Alkoxy-alkylphosphorylfluoride zu den wichtigsten chemischen Kampfstoffen.

Zur Vergiftung der Atmosphäre, der Verpflegung, von Wasserversorgungsanlagen und anderem kommt dem **Sarin** neben den sogenannten **V-Kampfstoffen** nach amerikanischen Auffassungen die grösste Bedeutung in einem chemischen Kriege zu. Es wurde 1938/39 in Deutschland hergestellt. Dort befanden sich bei Kriegsende zwei Anlagen zur grosstechnischen Herstellung mit einer Gesamtkapazität von 600 t im Monat im Bau. In Pilotanlagen sollten nach französischen Angaben von 1944 bis 1945 etwa 30 t hergestellt worden sein. Den wesentlichsten Anteil an der amerikanischen Kampfstoffproduktion hat zur Zeit das **Sarin (GB)**.

4.2 Darstellung im Labor

Sarin stellte man in Deutschland nach dem sogenannten Salin- und dem Transpositionsverfahren her. Beide *Verfahren* verlaufen über vier Stufen. Sie sind schematisch wiedergegeben.

Salinverfahren



In der 1. Stufe des Salinverfahrens wird absolut wasserfreies Methanol mit Phosphor(III)-chlorid unter Intensivkühlung (0 bis 10°C) umgesetzt. Diese Veresterung ist stark exotherm. Gekühlt wird zur Vermeidung von Isomerisations- und Kondensationserscheinungen. In einer benzolischen bzw. methanolischen Lösung wird in Anwesenheit von Monochlormethan bei 30°C das Dimethylphosphit mit Natriummethylat zum Dimethoxy-methylphosphinoxid umgesetzt (2.Stufe). Durch Einwirkung von Chlor in Gegenwart von Phosphor(III)-chlorid ersetzt man in der 3.Stufe die Alkoxygruppen durch Chloratome, die dann in der 4.Stufe bei 60°C mit einem Überschuss von Natriumfluorid durch Fluor und durch die Propoxygruppe von Propanol-(2) substituiert werden.

4.3 Einsatz

Das **Sarin** ist eine Farb- und geruchlose Flüssigkeit. Es ist hygroskopisch und mischt sich in jedem Verhältnis mit Wasser. Durch Erhitzen bis in Nähe des Siedepunktes wird es thermisch dissoziiert. Gegenüber kurzzeitiger Einwirkung hoher Temperaturen, wie sie bei Detonationen auftreten, ist es beständiger als Tabun. Obwohl die Flüchtigkeit des **Sarins** relativ hoch ist, ist es wegen seiner hohen Toxizität ein Kampfstoff, der als flüchtig und auch als sesshaft betrachtet werden kann.

Unter günstigen meteorologischen Verhältnissen hält sich das reine **Sarin** als Flüssigkeit im Sommer bis zu 5 h im Gelände, während seine Dämpfe noch nach 20 h wirksam sein können. Im Winter muss man mit einer Sesshaftigkeit bis zu 2 Tagen rechnen. Vergleicht man die tödliche Konzentration der Sarindämpfe, die für eine Expositionszeit von 2 bis 5 min mit maximal 0,05 mg **Sarin** je Liter Luft angegeben wird, mit der Flüchtigkeit, so zeigt sich bei Berücksichtigung der natürlichen Schwächungsfaktoren, dass bei 10°C und tieferen Temperaturen unbedingt tödliche Sarinkonzentrationen in der Atmosphäre vorhanden sind.

Durch Detonations- und Verdampfungswolken bilden sich auf Grund der hohen Toxizität des **Sarins** bei günstigen Windverhältnissen in der Abzugsrichtung äusserst gefährliche Zonen aus. Tödliche oder sehr gefährliche Sarinkonzentrationen können noch in einer Entfernung von 15 bis 25 km vom Anwendungsort auftreten.

Die Löslichkeit von **Sarin** in organischen Lösungsmitteln ist gut, es löst sich unbegrenzt in Alkanolen, Estern, Alkanonen, Halogenalkanen, Benzol, Toluol und anderen. Mit Kampfstoffen wie **Schwefelyperit** und **DFP** ist es mischbar. Die in der Literatur angegebenen physikalischen Konstanten sind sehr unterschiedlich. Der Schmelzpunkt wird unter anderen mit -57°C angegeben. Das **Sarin** erstarrt bei dieser Temperatur zu einer glasartigen Masse. Teilweise wurden auch andere Temperaturen mitgeteilt, die vermutlich mit unreinem Sarin oder mit Sarinlösungen ermittelt wurden. Sarindämpfe werden von verschiedenen Materialien wie Textilien, besonders von Wolle, Holz, porösen Ziegeln und Beton leicht absorbiert.

Infolge der späteren Desorption des **Sarins** kann eine bis dahin ungiftige Atmosphäre durch die desorbierten Dämpfe mit so hohen Sarinkonzentrationen angereichert werden, dass unter Umständen tödliche Konzentrationen entstehen. Das trifft besonders für geschlossene Räume zu, in die **Sarin** mit der Bekleidung verschleppt wurde.

Die zulässige Grenzkonzentration für **Sarin** in Trinkwasser beträgt 0,5 ppm/l bei einem Wasserverbrauch von höchstens 5 l je Tag über einen Zeitraum von 3 Tagen.

4.4 Wirkung

Sarin ist etwa 4- bis 5mal giftiger als **Tabun**. Die Vergiftung wird durch Inhalation der Dämpfe oder der Aerosole und durch Hautresorption, sowohl bei unverletzter als auch besonders bei verletzter Haut, hervorgerufen. Die Hautresorption durch Dämpfe ist wegen der dazu erforderlichen hohen Konzentrationen unter Feldbedingungen unbedeutend und deshalb eine Vergiftung unwahrscheinlich. Sarin wird leicht durch die Schleimhäute der Augen und der Atemwege aufgenommen.

Die miotische Wirkung tritt bei Sarinvergiftungen nicht so intensiv auf wie beim **DFP**, dennoch reichen auch hier geringe Konzentrationen aus, das Sehvermögen stark zu beeinträchtigen.

Leichte Vergiftungen, die zu einer 4 bis 5 Tage langen Gefechtsunfähigkeit führen und mit Pupillenverengung, Atembeschwerden, Schwitzen, vermehrtem Speichelfluss (Sabbern) verbunden sind, treten bei Konzentrationen um 0,0002 bis 0,002 mg/l bei Einwirkungszeiten von 2 min auf. Gleiche Konzentrationen, denen man mehr als 15 min ausgesetzt ist, können tödlich sein, wenn die Behandlung nicht rechtzeitig einsetzt.

Schwere Vergiftungen, die eventuell tödlich verlaufen, treten bei Konzentrationen von 0,01 bis 0,005 mg/l bei 5 min langer Einwirkungszeit auf. Die Miosis hält mehrere Tage bis zu Wochen an. Weiter Symptome sind unter anderen übermässiges Schwitzen, sehr starker Speichelfluss, Schwindelgefühl im Kopf, Verlangsamung der Sprache, Muskelkrämpfe.

Der Tod tritt bei Konzentrationen von etwa 0,02 bis 0,05 mg/l und bei einer Expositionszeit von 2 bis 5 min nach 10 bis 20 min durch Herzstillstand ein. Die Symptome wechseln in schneller Folge. Nach wenigen Minuten werden die Vergifteten bewusstlos.

Wie an Tierversuchen bewiesen wurde, führt eine erhöhte Atemfrequenz besonders nach körperlichen Anstrengungen, bei den Organophosphorverbindungen zu einer höheren Toxizität. Die mit **Sarin** an Ratten durchgeführten Versuche in einem Drehkäfig zeigten eine Toxizitätssteigerung bei Muskelarbeit um etwa 20% und mehr gegenüber den Werten ohne körperliche Anstrengung. Die LC_{50} für Ratten ohne körperliche Belastung bei einer Expositionszeit von 10 min wird mit 0,0267 mg/l angegeben, während sie nach der Belastung nur 0,0096 mg/l beträgt.

Allgemein wurde festgestellt, dass die Menschen individuell verschieden auf Gifte hinsichtlich der Dosis oder der Konzentration reagieren. Nach amerikanischen Ansichten trifft das auch für Sarineinwirkungen zu, so dass die militärisch angestrebte tödliche Wirkung keine absolut augenblickliche zu sein braucht, sondern individuell nach einer gewissen Zeit eintritt.

Die perkutane Toxizität von flüssigem **Sarin** beträgt für Menschen 30 bis 50 mg je Kilogramm Körpermasse. Für Sarindämpfe wird bei Aufnahme durch die Haut für Affen eine mittlere letale Dosis von 8,4 mg • min/l angegeben, für Menschen 15 mg • min/l. Die Hautresorption erfolgt beim Sarin relativ schnell. Die Absorptionsrate beträgt nicht mehr als 0,001 bis 0,002 mg/cm² • min, das ist die Menge, die in den Blutstrom gelangt ist. Auf die menschliche Haut gelangte Sarintröpfchen sollen ausreichen, den Betroffenen über mehrere Tage gefechtsunfähig zu machen, während grosse Tropfen tödliche Vergiftungen hervorrufen. Die Hautresorption des **Sarins** wird durch schweissnasse Haut beträchtlich gefördert.

Anzahl aufgenommener letaler Dosen ¹⁾	Tödlicher Ausgang der Vergiftung in min		
	10%	48%	95%
1	4	15	-
2	3	6	15

1) etwa 0,02 mg • min/l.

Tabelle: Anzahl der Todesfälle in Prozent nach Minuten bei Sarinvergifteten in Abhängigkeit von der Anzahl der aufgenommenen letalen Dosen bei einer Expositionszeit von 30 s. [Nach Armed Forces Chemical Journal, XIV (1960), S.4]

Die perorale letale Dosis wird mit 0,14 mg je Kilogramm Körpermasse, teilweise mit 0,04 bis 0,06 mg/kg angegeben. 0,022 mg/kg führen bei einer einmaligen Gabe zu einer leichten Vergiftung. Die Symptome halten in diesen

Fällen bis zu 6 h an. Wenig grössere Dosen rufen gefährliche, unter Umständen tödliche Vergiftungen hervor.

Die tödliche Dosis beim Auftreten flüssigen Sarins auf die Augen soll 0,01 cm³ betragen.

Sarin ist einer der gefährlichsten chemischen Kampfstoffe. Die Herstellung von kleinen Mengen (im Kilogramm Bereich) setzt eine normale Laboreinrichtung voraus. Für den Widerstand ist es relativ einfach, über die Lager des Chemikalienhandels an die Schlüsselausgangsstoffe zu kommen. Deren Herstellung ist aufwendig, aber möglich.

Die Kameradenhilfe bei Vergiftungen der eigenen Leute erfolgt über die Abgabe von Atropin und Toxogonin, beide können intramuskulär gespritzt werden. (Armee und Zivilschutz verfügen über Autoinjektoren.)

Flüchtigkeit bei 20°C	1,2 g/m ³
Wasserlöslichkeit	100%
Abbaubar im Wasser	100-150 h neutral 2 h sauer 1 h alkalisch

Geruchlos und wasserklar

Toxizitätsdaten

	ct50 [(mg/m ³)min]	letale Dosis LD50 (mg/Mensch)
Aufnahme gasförmig über Atemwege		
- Miosis	2	
- leichte Behinderung	15	
- schwere Behinderung	70	
- Tod	100	1
Aufnahme gasförmig durch die Haut		
- Tod	10000-15000	
Aufnahme flüssig durch die Haut		
- Tod		1700

ct50 = Produkt Konzentration x Expositionszeit bei der Betroffene eine Wirkung zeigen

Gasförmig über die Atemwege und die Augen oder flüssig durch die Haut. Blockiert die Nervenreize zwischen zwei Nervenzellen.

Vergiftungssymptome:

- Pupillenverengung (Miosis), Sehstörungen, Augenschmerz
- Verstärkte Sekretion, Nasen-, Tränen-, Speichelfluss, Schweissausbrüche
- Atembeschwerden und starke Kopfschmerzen

Später

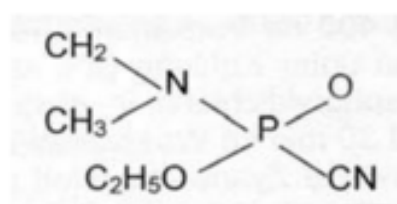
- Zittern und Zucken der Muskulatur
- Erbrechen, unkontrollierter Harn- und Stuhlabgang
- Atemnot
- Ängstlichkeit, Spannung, Verwirrtheit
- Krämpfe, Bewusstlosigkeit
- Tod durch Atemlähmung oder Kreislaufkollaps

Zeit bis zum Erkennen von Symptomen:

- Aufnahme über die Atemwege, Sekunden bis wenige Minuten
- Aufnahme über die Haut ca. 30 min, bei tödlicher Dosis wenige Minuten

5 Dimethylamino-äthoxyphosphorylzyanid

Dimethylaminozyanphosphorsäureäthylester



(D) **Tabun**

Trilon83,T83

Gelan

(US) **GA**

5.1 Anwendung

1936 vom deutschen Chemiker G. Schröder, der bei den IG Farben angestellt war entdeckt. Wurde im II. Weltkrieg für die deutsche Wehrmacht in Bomben und Granaten gefüllt. Kam im Krieg aber nicht zum Einsatz. Die Herstellung von **Tabun** wurde von der Waffen-SS in einem neuen Werk der Anorgan in der Nähe von Breslau konzentriert. Die Irakische Armee setzte **Tabun** gegen die eigene Bevölkerung im Nordirak ein.

5.2 Darstellung

Nach SCHRÄDER erfolgt die Darstellung des Dimethylamino-äthoxyphosphorylzyanids aus Dimethylamin, das mit Phosphoroxychlorid zum Dimethylaminophosphoryldichlorid umgesetzt wird. Unter geeigneten Bedingungen bildet sich aus dem Dimethylaminophosphoryldichlorid mit Natriumzyanid und Äthanol das Tabun.

Darstellung im Labor

Die labormässige Darstellung erfolgt analog dem technischen Verfahren.

Darstellung von Dimethylaminophosphoryldichlorid

In einen mit einem Tropftrichter und einem Rührer versehenen 2-l-Zweihalskolben wird eine Lösung von 77 g (0,5 mol) Phosphoroxychlorid in 500 ml trockenen Äther gegeben. Unter Rühren und Kühlen (-10°C) wird langsam eine Lösung von 45 g (1 mol) Dimethylamin in 300 ml kaltem trockenem Äther zugegeben.

Der Äther wird auf dem Wasserbad unter leichtem Vakuum abdestilliert. Nach Entfernung des Äthers gibt man zur Umwandlung des gebildeten Dimethylammoniumchlorids 665 g (4,35 mol) Phosphoroxychlorid zu und erhitzt das Reaktionsgemisch 20 h lang unter Rückfluss in einer Kohlendioxidatmosphäre. Das überschüssige Phosphoroxychlorid lässt sich unter Normaldruck abdestillieren (Kp 105°C). Der Rückstand wird einer zweimaligen Destillation bei 72°C und 10 Torr unterzogen.

Ausbeute: 104 g (0,64 mol) Dimethylaminophosphoryldichlorid, eine farblose Flüssigkeit mit fruchtartigem Geruch; löslich in Äther, Benzol, Äthanol und Tetrachlormethan; wenig löslich in Wasser.

Darstellung von Dimethylamino-äthoxyphosphorylzyanid

In einen 1-l-Zweihalskolben wird eine Mischung aus 23 g (0,5 mol) absolutem Äthanol, 54 g (1,1 mol) Natriumzyanid und 400 ml trockenem Chlorbenzol gegeben. Durch einen Tropftrichter gibt man unter Kühlung (0°C und unter Rühren 81 g (0,5 mol) Dimethylaminophosphoryldichlorid in etwa 25 min tropfenweise zu. Das Reaktionsgemisch wird 30 min im Wasserbad auf 40°C erwärmt, wobei der bei der Reaktion entstandene Zyanwasserstoff abgetrieben wird. Danach ist noch 90 bis 120 min zu rühren.

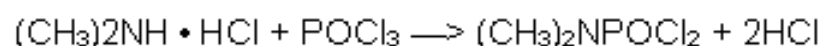
Die Entfernung des Chlorbenzols erfolgt unter vermindertem Druck, 14 Torr, bei 31 °C. Der bräunliche Rückstand wird einer fraktionierten Destillation unterworfen, wobei die Endfraktion bei 100 bis 108°C unter einem Druck von 9 Torr aufgefangen wird.

Ausbeute: 59,5g (0,36 mol) Dimethylamino-äthoxyphosphorylzyanid.

Das IG-Farben-Verfahren zur Herstellung von **Tabun** verläuft über zwei Stufen:

1. die Herstellung des Dimethylaminophosphoryldichlorids
2. die Substitution der Chloratome des Phosphorylchlorids durch die Zyan- und durch die Äthoxygruppe.

In der I.Stufe leitet man das gasförmige Dimehtylamin in Phosphoroxychlorid. Die Reaktion ist exotherm und führt ausserdem zur Bildung von Dimethylammoniumchlorid. Um ein Eindicken des Reaktionsgemisches zu vermeiden, verwendet man einen Überschuss an Phosphoroxychlorid, wodurch ein endothermer Vorgang eingeleitet wird.



Im Reaktionsgemisch sind etwa 60% des Phosphoryldichlorids enthalten, das durch fraktionierte Destillation unter vermindertem Druck in etwa 99%iger Reinheit anfällt.

In der 2. Stufe erfolgt die Substitution der Chloratome des Dichlorids durch Einleiten der Verbindung in einer Lösung von absolutem Äthanol (theoretische Menge) und überschüssigem Natriumzyanid in Chlorbenzol. Die Reaktionstemperatur wird durch Kühlung unter 40°C gehalten. Das Reaktionsgemisch wird einer fraktionierten Vakuumdestillation unterworfen, wobei das Chlorbenzol zurückgewonnen wird. Die Ausbeute an **Tabun** beträgt etwa 80%.

5.3 Einsatz

Im Frühjahr 1937 verfügte das deutsche Kriegsministerium über ein Kilogramm **Tabun**. Die Tierversuche wurden in Spandau durchgeführt. Eine neue Anlage lieferte dann über 50 Tonnen **Tabun** im Monat, mit welchen dann

umfangreiche Schiessversuche auf dem Versuchsgelände in Münster ausgeführt wurden. Bis zum Ende des Krieges wurden in Deutschland 12.000 Tonnen hergestellt und 10.000 Tonnen in Bomben verfüllt.

5.4 Wirkung

Tabun ist ein typischer nervenschädigender Kampfstoff, dessen Toxizität etwa 6mal stärker ist als die von DFP. Die Intoxikation erfolgt durch Inhalation bzw. Resorption durch die Haut. **Tabun** wird stark durch die Schleimhäute, besonders auch durch die Bindehäute resorbiert.

Die Giftwirkung tritt je nach der Dosis ohne Latenzzeit unmittelbar, aber spätestens nach 10 min auf. Sie äussert sich in Unruhe, Lebhaftigkeit, Übelkeit, Erbrechen, Verengung der Pupillen, Verengung der Bronchien, Speichel- und Schweissabsonderung und anderen vom DFP her bekannten Erscheinungen. Bei einer Tabunvergiftung herrschen die tonischen und klonischen Krämpfe vor, die wie paralytische Anfälle auftreten. Hinzu kommen grosse Unruhe und Angst. Der Vergiftete wird von heftigen Erschütterungen und Schocks heimgesucht. Im weiteren Verlauf kommt es zu lang anhaltenden Beklemmungserscheinungen, zur Verlangsamung der Atmung und der Herztätigkeit. Der Tod kann bereits nach 20 min eintreten, bei geringeren Dosen erst nach 24 h.

Konzentrationen von 0,005 bis 0,01 mg/l führen bei einer Einwirkungszeit von 2 min zu leichten Vergiftungen, die im wesentlichen in einer Kontraktion der Bronchien und der Pupillen bestehen, die Atmung ist 24 h lang erschwert.

Schwere Vergiftungen treten bei gleicher Einwirkungszeit durch Konzentrationen von 0,05 bis 0,2 mg/l auf. Es kommt in den ersten Minuten zu Atembeschwerden, Unruhe, tonischen und klonischen Krämpfen, die sich in unregelmässigen Zeitabständen wiederholen. Sie dauern etwa 2 bis 4 min, unter Umständen sogar Stunden. Schwere Vergiftungen sind meist tödlich.

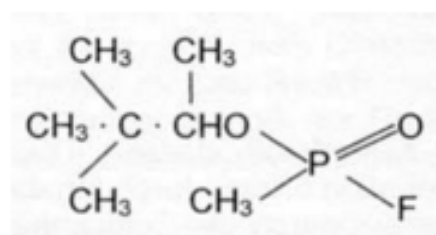
Die absolut tödlichen Konzentrationen betragen nach STADE bei normaler Atmung, also ohne körperliche Belastung, bei Expositionszeiten von 15 min 0,3 mg/l; bei 5 min 0,5–0,75 mg/l; bei 2 min 1 mg/l; bei 1 min 1,25 bis 1,5 mg/l; bei 0,5 min 1,75 bis 2,0 mg/l.

Im allgemeinen wird eine mittlere letale Konzentration (Dosis) für ruhende Personen von 0,4 mg • min/l, für tätige Personen von 0,1 mg • min/l angegeben.

Die perkutane Toxizität für **Tabun** wird mit 50 bis 70 mg je Kilogramm Körpermasse angegeben. Die perorale letale Dosis liegt bei 5 mg je Kilogramm Körpermasse.

6 Dimethylbutoxy-(2)-methylphosphorylfluorid

Methylfluorophosphonsäurepinakolester, Fluorophosphorsäuremethylpinakolester,
Methanphosphonylfluorpinakolester.



(D) **Soman**
Trilon
(US) **GD**

6.1 Allgemeines

Bei Kriegsende 1945 befand sich das **Soman** in Deutschland noch in labor-mässiger Erprobung. Die Technologien zu seiner Herstellung wurden zu dieser Zeit bearbeitet.

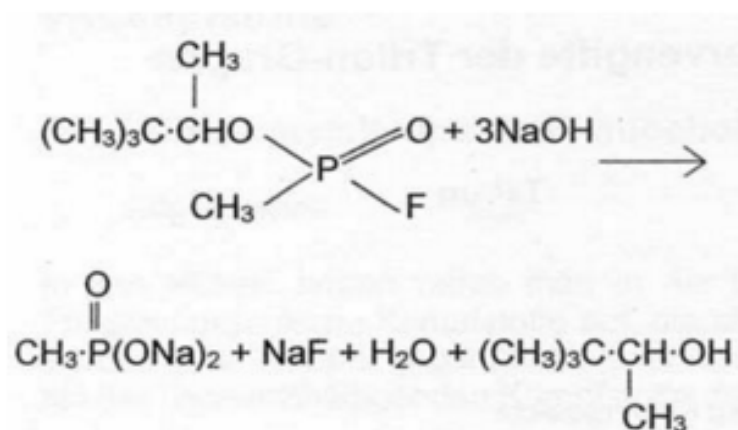
Dieser Kampfstoff wird in den USA produziert und gehört zur strukturmässigen Grundausrüstung der chemischen Bewaffnung der US-Armee.

6.2 Darstellung

Soman wird analog dem Sarin dargestellt. Geeignet ist die Synthese aus dem Methylphosphoryldichlorid, das fluoriert und verestert wird oder die unmittelbare Veresterung des Methylphosphoryldifluorids. Den Pinakolylalkohol [3.3-Dimethylbutanol-(2)] erhält man aus Propanon-(2) bzw. durch die GRIGNARD-Reaktion aus dem 2-Methylpropanol-(1). Die Schwierigkeit der Somansynthese besteht in der rentablen Reindarstellung des Alkanols. Hierzu bedarf es eines grösseren technischen Aufwands.

Soman wird von porösen Materialien noch stärker absorbiert als **Sarin**. Es ist eine stabile Verbindung, die gegenüber Wasser beständiger ist als **Sarin**. Die Hydrolyse unterliege den gleichen beeinflussenden Faktoren, wie sie bisher angeführt wurden. Den langsameren Reaktionsverlauf muss man im Hinblick auf eventuelle Entgiftungsreaktionen berücksichtigen.

Durch hochprozentige wässrige oder alkoholische Alkalilaugen und Ammoniumhydroxidlösung wird **Soman** quantitativ zum Dinatriumsalz der Methylphosphorsäure umgesetzt.



Die Reaktionen mit Phenolaten, Peroxiden, Oximen und Hydroxylaminen verlaufen analog.

6.3 Wirkung

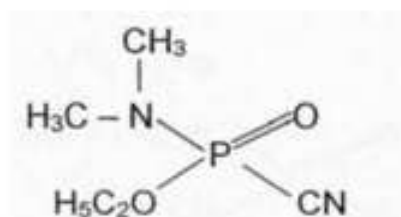
Gegenüber **Sarin** ist **Soman** etwa 3mal giftiger. Die Vergiftungssymptome entsprechen denen einer Sarinvergiftung. Ungefährliche Konzentrationen liegen unter $5 \cdot 10^{-7}$ mg/l, während Konzentrationen über $2 \cdot 10^{-5}$ mg/l nach einer Expositionszeit von 15 min gefährlich sind.

Schwache Vergiftungserscheinungen wie Pupillenverengung, Speichelfluss und Schwitzen treten schon bei Konzentrationen um 10^{-4} mg/l nach 1 bis 2 min Einwirkungszeit auf. Bei längerer Exposition kommt es zu einer leichten Vergiftung, die zu mehrtägiger Gefechtsunfähigkeit führt.

Konzentrationen von $2 \cdot 10^{-3}$ bis $4 \cdot 10^{-3}$ mg/l führen zu schweren, eventuell tödlich verlaufenden Vergiftungen. Absolut tödlich sind Konzentrationen über $10 \cdot 10^{-2}$ mg/l nach einer Expositionszeit von 5 min.

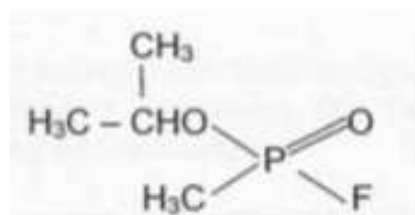
Soman hat eine grosse perkutane Toxizität, die mit 10 bis 20 mg je Kilogramm Körpermasse angegeben wird. Peroral sind 0,02 bis 0,04 mg/kg tödlich.

Zusammenfassung der Nervengifte der Trilon-Gruppe



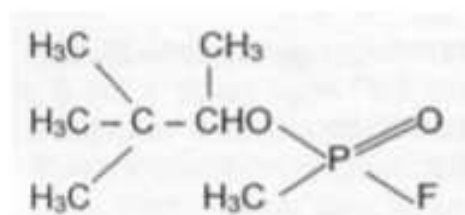
Tabun

LD₅₀ Ratte ^o, intramuskulär: 0,25 mg/kg Körpergewicht



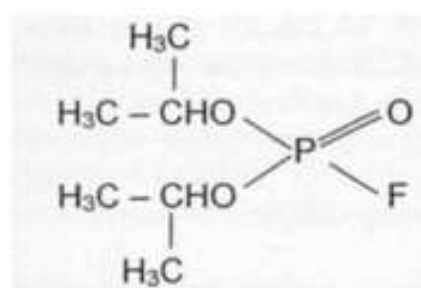
Sarin

LD₅₀ Ratte ^o, intramuskulär: 0,10 mg/kg Körpergewicht



Soman

LD₅₀ Ratte ^o, intramuskulär: 0,08 mg/kg Körpergewicht



DFP

LD₅₀ Ratte ^o, intramuskulär: 0,08 mg/kg Körpergewicht

^o Letale Dosis, bei der 50% der Versuchstiere sterben.

V-Kampfstoffe

7 Phosphorylcholine und -thiocholine

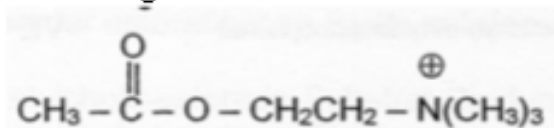
Allgemeines

In den letzten Jahren nahm man in die Bewaffnung der US-Armee neue Phosphororganische Kampfstoffe auf, die als sogenannte **V-Gase** bezeichnet werden. Ihre Toxizität gegenüber Warmblütern ist um ein vielfaches höher als die der nervenschädigenden Kampfstoffe der **G-Reihe (Sarin, Tabun usw.)**

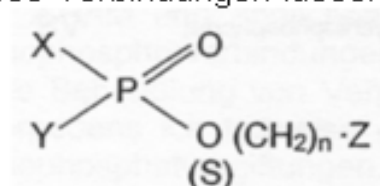
Die **V-Kampfstoffe** sind eine Weiterentwicklung der 1957 von TAMMELIN im schwedischen Research Institute of National Defence synthetisierten und untersuchten Verbindungen. Auf Grund ihrer hohen Toxizität, ihrer zum Teil guten physikalischen und chemischen Eigenschaften und der leichten Darstellbarkeit kommt ihnen neben dem **Sarin** die grösste Bedeutung als chemischer Kampfstoff zu. Dafür reichte auch schon die Tatsache, dass ihr Nutzeffekt weit höher liegt; denn chemische Kampfstoffe werden nach dem Munitionsverbrauch bewertet, der notwendig ist, um wirkungsvolle Gefechtskonzentrationen und Geländeversorgungen zu erreichen. Nach den bisherigen Beurteilungen werden bei der Anwendung der **V-Kampfstoffe** etwa 100mal geringere Mengen zur Erreichung der erforderlichen Gefechtskonzentrationen benötigt als bei anderen Kampfstoffen.

Die Einführung phosphorylierter Cholinverbindungen als Kampfstoffe zeigt mit aller Deutlichkeit den Missbrauch enzymologischer Erkenntnisse für militärische Belange. Auf der Grundlage der Theorien und Erkenntnisse über die biochemischen Vorgänge, die durch die katalytische Wirksamkeit der Acetylcholinesterase bei der Spaltung des Acetylcholins ausgelöst werden und denen im vegetativen Nervensystem die entscheidende Rolle für die Reizleitung zukommt, wurden Giftstoffe mit ähnlichem strukturellem Aufbau wie die natürlichen Stoffwechselprodukte dargestellt. Sie treten an deren Stelle, ohne ihre biologischen Funktionen zu übernehmen.

Bei den von TAMMELIN dargestellten Substanzen handelt es sich um phosphorylierte Cholinverbindungen, die in ihrer Konstitution dem Acetylcholin verwandt sind und die Cholinesterase mehr oder minder stark zu inaktivieren vermögen.



Diese Verbindungen lassen sich auf die folgende Grundstruktur zurückführen:



Aus Analogieschlüssen zu anderen phosphororganischen Verbindungen ergeben sich für die militärisch interessierenden Stoffe folgende Variationen:

X = -OR, -R, -NR₂

Y = -OR, Halogene (besonders Fluor)

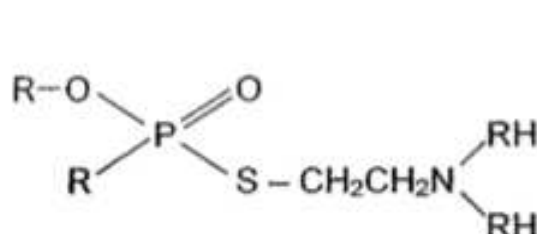
Z = $\oplus$
-NR₂, -NR₃

Da es sich sowohl um Cholin- als auch um Thiocholinabkömmlinge handeln kann, wird grundsätzlich eingeteilt in

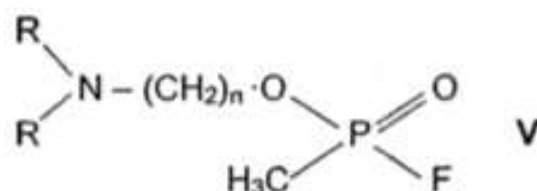
- Phosphorylcholine und
- Phosphorylthiocholine

wobei den Thiocholinen die grössere militärische Bedeutung zukommt.

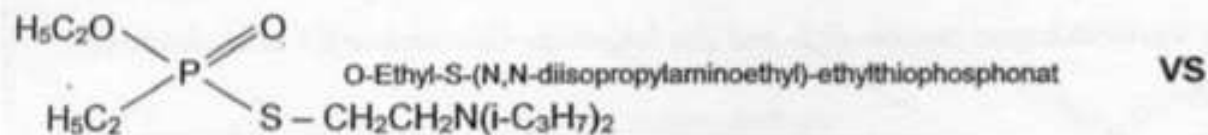
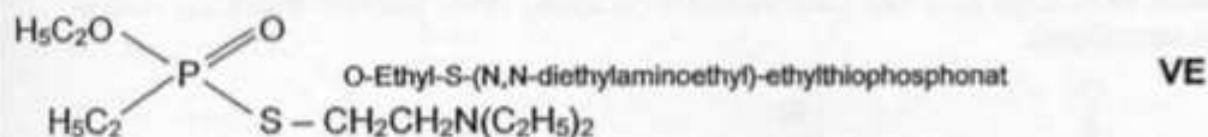
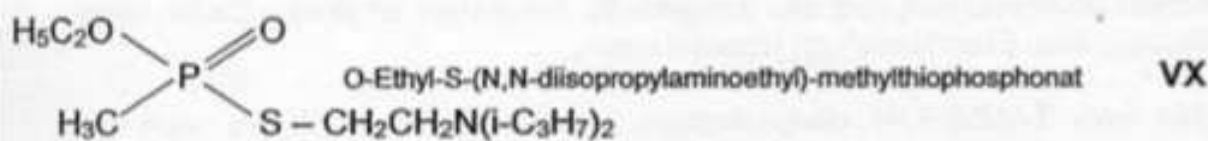
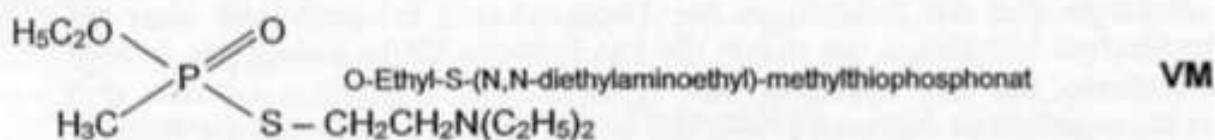
7.1 Chemische Struktur



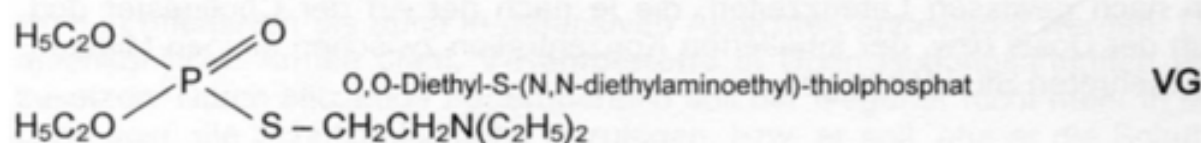
O-Alky-alkylphosphonsäurethiocholinester
(O-Alky-S-(N,N-dialkylaminoalkyl)-alky-
thiophosphonate



Alkyfluorophosphonsäurecholinester
(Tammelin'sche Ester)



Strukturell eng verwandt mit den V-Stoffen ist das Pestizid Amiton



7.2 Darstellung im Labor

Die Darstellung der **Phosphorylthiocholine** erfolgt

- analog den Cholinabkömmlingen durch direkte Synthese aus Dimethylaminoäthanthiol.
- durch Isomerisation entsprechender Thionoverbindungen und
- durch Addition des Trimethylamins an ein Dialkyl-(2-bromäthyl)-thiophosphat.

Für die unter a) erwähnte Umsetzung des Dimethylaminoäthanthiols mit dem entsprechenden Alkylphosphorylchlorid ist zur Neutralisation des gebildeten Chlorwasserstoffs eine tertiäre Base notwendig, oder die Reaktion wird mit Thiolaten durchgeführt.

7.3 Wirkung

Die Alkylfluorophosphorylcholine und Phosphorylthiocholine sind starke Cholinesteraseinhibitoren. In ihrem molekularen Aufbau ähneln sie dem Azetylcholin.

Nach der Auffassung von TAMMELIN lagern sie sich an das Enzym Cholinesterase sowohl an der anionischen als auch an der esteratischen Stelle des Enzymmoleküls an. Den vermutlichen Mechanismus dieser Anlagerung, die an der anionischen Stelle keine echte chemische Bindung ist. Während die Fluorophosphorylcholine offenbar mit dem gesamten Molekül eine Substratbindung eingehen, wobei das nukleophile Fluoratom abgespalten wird, wird bei den Phosphoryl(thio)cholininen durch die alternierende Wirkung an der anionischen Stelle der (Thio)cholinrest freigegeben, so dass eine Bindung an der esteratischen Stelle mit dem Phosphoratom möglich wird.

Die Azetylcholinesterase-Substrat-Bindung dieser Cholinester ist anscheinend fester als die bei anderen Organophosphorverbindungen. Tierversuche und in vitro durchgeführte Versuche zur Reaktivierung des inhibierten Enzyms mit DAM, 2-PAM und ähnlichem zeigen, dass sie im Gegensatz zu anderen Organophosphorverbindungen bei diesen Verbindungen nicht so aktiv sind. Für die Behandlung von Vergiftungen durch die Phosphorylcholinverbindungen ergeben sich teilweise ganz andere Probleme als bei den bisherigen Organophosphatvergiftungen. Dadurch wird der Wert dieser Verbindungen als chemische Kampfstoffe gesteigert.

Die Vergiftungserscheinungen sind die gleichen, wie sie allgemein bei den anderen organischen Phosphorverbindungen auftreten. Die Symptome zeigen sich nach gewissen Latenzzeiten, die je nach der Art der Cholinester und nach der Dosis bzw. der inhalierten Konzentration zwischen einigen Minuten und mehreren Stunden liegen.

Die von den Amerikanern eingeführten **V-Gase** sollen 100- bis 1000mal giftiger sein als **Sarin**. Die sich daraus ergebenden letalen Dosen und Konzentrationen wären sehr klein und widerprüchen den von TAMMELIN und FREDERIKSON angegebenen Werten, die in der Tabelle 7.31 zusammengefasst sind. Aus analogen Vergleichen lässt sich folgern, dass Konzentrationen über $5 \cdot 10^{-4}$ mg/l bei Expositionszeiten um 2 min bei Einatmung tödlich sind.

Auffallend ist die grosse perkutane Toxizität einiger als Kampfstoffe in Frage kommender Phosphorylcholinester: die LD₅₀ liegt bei 0,2 bis 1 mg je Kilogramm Körpermasse. Die Ursache dafür ist die schnelle Resorption dieser Verbindungen durch die Haut und im Organismus.

Toxizität einiger V-Kampfstoffe im Vergleich zu Sarin

Verbindung	LD ₅₀ in mg/kg	
	weisse Mäuse, ip -	Kaninchen, Mäuse, i.v.
Äthoxy-methylphosphorylcholin	375,0	
Diäthoxyphosphorylcholin	495,0	
Propoxy-(2)-methylphosphorylcholin	210,0	
Methylfluorophosphorylcholin	0,1	0,01
Methylfluorophosphoryl-2-methylcholin	0,07	0,008
Methylfluorophosphorylhomocholin	0,05	0,006
Äthoxy-methylphosphorylthiocholin	0,03	
Diäthoxyphosphorylthiocholin	0,14	
Propoxy-(2)-methylphosphorylthiocholin	0,12	
Sarin	0,4	0,02

7.4 Gefechtsanwendung von V-Kampfstoffen

Phosphororganische Kampfstoffe werden als Flüssigkeit, als Sprays und als Aerosole eingesetzt. Eine lang andauernde Vergiftung der Atmosphäre ist auf Grund ihrer Flüchtigkeit, ihrer guten Aerolisierbarkeit und ihrer hohen Toxizität möglich. Ihr Einsatz wird von Armeeeinheiten vor allem durch Mittel der Artillerie, durch Kurz- und Mittelstreckenraketen, durch Salvenraketenwerfer, durch Mittel der Luftstreitkräfte wie Bomben und Aerosolgeneratoren sowie durch Minen und Wurfgeschosse vorgesehen. Die Anwendung ist durch Absprühgeräte ebenso möglich wie durch Handgranaten.

Die Organophosphorkampfstoffe wirken schnell tödlich. Besondere Bedeutung wird den **V-Kampfstoffen** und dem **Sarin** beigemessen. Sie sollen sowohl in offensiven als auch in defensiven Absichten angewandt werden. Die amerikanische Armee plant, **V-Kampfstoffe** in Überraschungsangriffen einzusetzen. Durch blitzartige Feuerüberfälle soll der Gegner nicht mehr in der Lage sein, die Schutzbekleidung anzulegen, bzw. er soll, ehe er die Schutzausrüstung anlegt, bereits vergiftet sein. Die **V-Kampfstoffe** eignen sich gut zur lang andauernden Vergiftung des Geländes und der Atmosphäre.

Sowohl die Kampfstoffe vom Typ **Sarin** als auch die der **V-Reihe** sind bei Aerolisierung unter allen meteorologischen Bedingungen anwendbar. Ihre Wirkungsdauer verlängert sich mit fallender Lufttemperatur. Im Winter kann die Wirkung in Stagnationsräumen über mehrere Wochen anhalten. Bei mittleren Vergiftungsdichten beträgt die Wirkungsdauer für **Sarin** bei 20°C unter günstigen Bedingungen etwa 2 Tage, bei **V-Kampfstoffen** muss man mit 10 Tagen rechnen.

Unter günstigen meteorologischen Verhältnissen und guten Geländebedingungen kann sich bei phosphororganischen Kampfstoffen die tödlich wirkende Detonations- und Verdampfungswolke bis zu 30 km vom Entstehungsort ausbreiten. Darüber hinaus können noch Konzentrationen vorhanden sein, die zur Gefechtsunfähigkeit führen. Die Detonationsorte und die umliegenden Flächen sind für ungeschützte Personen noch nach Tagen, bei **V-Kampfstoffen** eventuell noch nach Wochen lebensgefährlich.

Die grösste Gefechtseffektivität wird bei den **V-Kampfstoffen** durch kürzeste Einsatzzeiten bei maximalen Konzentrationen auf engstem Raum erreicht werden. Die Feuerüberfälle sollen 30 bis 60 s betragen. Das ist möglich durch massierten Einsatz der Artillerie, durch Einsatz von Mittelstreckenraketen, die in ihren Gefechtsköpfen etwa 200 kg **V-Kampfstoff** enthalten, durch den kombinierten Einsatz von Artillerie und Mittelstreckenraketen, durch Bomber und Jagdbomber sowie durch mehrrohrige Abschussanlagen für reaktive Geschosse wie etwa die amerikanische Abschussanlage M 91 mit 45 Rohren.

Für die Anwendung phosphororganischer Kampfstoffe vom Typ **GB (Sarin)** mit den Mitteln der US Armee müssen bei einem 30 s währenden Einsatz die Anhaltswerte der Tabelle 4.1 zugrunde gelegt werden. Auf über 50% der Zielfläche entstehen tödliche Konzentrationen.

Einheit	Flächenvergiftung in ha
Bataillonsgranatwerfer 106,6 mm	21
Abteilung 105-mm-Haubitzen	3,3
Abteilung 155-mm-Haubitzen	6
Jagdbomberkette	5,2
leichte Bomberkette	10,4
mittlere Bomberkette	66
schwere Bomberkette	144

Im Bestand der US Armee befinden sich hauptsächlich die Kampfstoffe **GB (Sarin)** und aus der **V-Reihe der Kampfstoff VX**. Die wesentlichsten Munitionsarten des amerikanischen Heeres, die diese Kampfstoffe enthalten, und ihre Einsatzmittel sind in der folgenden Tabelle ersichtlich

GB und VX enthaltende amerikanische Munition						
Munition	Kampf- stoff	Einsatzmittel	Maximale Reichweite in km	Munitions- masse in kg	Kampfstoff- masse in kg	Effektiver Wirkungsgrad der Munition in %
Granaten						
M 360	GB	105-mm-Haubitze	11,1	16,1	0,74	99
M 121	GB/VX	155-mm-Haubitze	15	45,9	2,95	99
M 122	GB	155-mm-Kanone	23,5	45,9	2,95	99
T 174	GB/VX	8-inch-Haubitze	16,9	97,0	7,12	99
Reaktive Geschosse						
M 55, 115 mm	GB/VX	Werfer M 91	11	26,4/26,2	4,80/4,54	99
Raketengefechtsköpfe						
E 19 R 2, 762 mm	GB/VX	Honest John	33,8	568	210	95
E 20, 318 mm	GB	Little John	18,3	119	30	
E 21	BG/VX	Sergeant	139	744	190	
Bomben						
M 34 A1, 1000-lb	GB	Bomber, flugzeug		513	89,6	90
M C-1, 750 -lb	GB	Bomber, flugzeug		322	99,9	
Chemische Minen						
M 23	VX			10,5	5,23	

7.5 Schutz vor V-Kampfstoffen

Die hohe Toxizität der **V-Kampfstoffe**, ihre schnelle Wirkung bei niedrigen Konzentrationen und ihre schwierige Indikation sowie die variablen Einsatzmöglichkeiten erfordern kürzeste Zeiten für die Warnung und Alarmierung.

Für die Einsatz- und Gefechtsbereitschaft der Truppe ist Voraussetzung:

- ständige Bereitschaft aller Schutzmittel;
- unverzügliche Benutzung der Schutzmittel bei allen Angriffen, auch wenn es sich nicht um chemische Angriffe handeln sollte;
- Benutzung der Schutzmittel, bis endgültig feststeht, dass es sich um keinen chemischen Angriff gehandelt hat bzw. dass keine Spuren chemischer Kampfstoffe mehr vorhanden sind;
- ständiges Training mit den Schutzmitteln, bis man sie in allen Situationen vollkommen handhaben kann.

Die Schutzmaske und die Schutzbekleidung schützen gegen **V-Kampfstoff-aerosole und -dämpfe**. Voraussetzung ist jedoch ihr einwandfreier Zustand.

Bei längerem Aufenthalt in der vergifteten Atmosphäre, besonders bei Kampfstoffen vom Typ **Sarin** und bei **V-Kampfstoffen**, ist die Schutzbekleidung von Zeit zu Zeit zu wechseln, bzw. am Mann zu entgiften. Ist Kampfstoff auf die Schutzausrüstung oder auf die allgemeine Ausrüstung gelangt, ist dieser sofort mit Hilfe des Entgiftungspäckchens zu entfernen.

Durch normale Bekleidung dringen die **V-Kampfstoffe** schnell hindurch. Die Betroffenen müssen schnellstens ärztlich behandelt werden. Durch Spezialimprägnierung der Kampfbekleidung und der Uniform wird nur ein zeitweiliger Schutz gegen Kampfstoffaerosole und -dämpfe sowie Spritzer gewährleistet.

Die persönliche Hygiene ist oberstes Gebot eines jeden Soldaten. Das trifft in besonderem Masse im chemischen Gefecht zu. Saubere, trockene Haut lässt die Kampfstoffe weniger schnell eindringen als schweissige und verschmutzte. Rissige und verletzte Haut muss, damit einer schnellen Resorption der **V-Kampfstoffe** entgegengewirkt wird, verklebt werden.

Wasser, Nahrungsmittel und Feldfrüchte dürfen erst nach einer chemischen Untersuchung verwendet werden.

7.6 Entgiftung

Phosphororganische Kampfstoffe werden entgiftet durch Lösungen von:

- Alkalihydroxiden;
- Ammoniak;
- Alkalikarbonaten;
- Alkalihypochloriten;
- basischem Chlorkalk;

- Phenolaten und Kresolaten;
- Natriumsulfid;
- Sulfurylchlorid;
- Wasserstoffperoxid.

Zur Gelände- und Strassenentgiftung dienen Alkalihydroxidlösungen oder Chlorkalkaufschlämmungen bzw. Hypochloritlösungen. Fahrzeuge, Kampftechnik usw. werden mit Alkalihydroxid- oder mit Alkalihypochloritlösungen entgiftet. Ammoniak-, Soda-, Phenolat-, auch Kalklösungen benutzt man bei Materialien, die durch Alkalihydroxide leicht korrodieren.

Zur Hautentgiftung und zur Entgiftung der persönlichen Ausrüstungsgegenstände eignen sich Kupfer(II)-chelate, Hydroxamsäuren, verdünnte Wasserstoffperoxidlösungen und schwach alkalische Lösungen.

Wässrige Natriumsulfidlösungen, denen oberflächenaktive Substanzen beigemischt wurden, können zur Geländeentgiftung bedingt verwendet werden.

Laborgeräte entgiftet man mit alkoholisch-wässrigen Alkalihydroxidlösungen. Wasserstoffperoxid- und gesättigte Hypochloritlösungen sind ebenfalls dazu geeignet. Bekleidungs- und Ausrüstungsgegenstände werden im Dampf-Ammoniak-Verfahren oder durch Kochen in Sodalösungen oder anderen speziellen Entgiftungslösungen entgiftet.

Chlorierende Entgiftungsmittel wie Chlorkalk oder Sulfurylchlorid spalten bei der Einwirkung auf **Tabun** das giftige Chlorzyan ab. Phosphororganische Kampfstoffe werden nicht durch Chloramine entgiftet.

7.7 V-Kampfstoff für Widerstandsgruppen

Für Widerstandsgruppen dürften zweifellos die Fluorosphorsäureester und Thiocholinester der Phosphor- sowie Phosphorsäurederivate die bedeutendsten sein. Gegenüber Tabun haben wir bei phosphororganischen Giften eine um 500- bis 1000fache Toxizität.

V-Kampfstoffe sind langwirkende Nerven-Kampfstoffe ohne Geruch und Geschmack, die aerosolförmig, flüssig oder als kristalline Substanz (Salz) vorliegen können. Flüssige **V-Kampfstoffe** sind farblos bis gelblich und haben einen hohen Siedepunkt. Sie lassen sich bei normalem Druck nicht destillieren und sind in Wasser schwer, in organischen Lösungsmitteln dagegen gut löslich. Aus flüssigen **V-Kampfstoffen** lassen sich durch Salzbildung kristalline Substanzen herstellen. Diese Salze haben die gleiche Giftigkeit wie flüssiger Kampfstoff und sind in Wasser löslich.

Der geringe Dampfdruck und die grosse Hydrolysebeständigkeit der **V-Kampfstoffe** bewirken bei trockenem Wetter im Gelände eine lange Wirkungsdauer. Bei Lufttemperaturen von 20 bis 35°C soll die Sesshaftigkeit fünf bis zehn Tage betragen, bei winterlichen Temperaturen von -5 bis -15°C sogar einige Monate. Die Toxizität der **V-Kampfstoffe** ist einige hundertmal grösser als die von **Soman** und **Sarin**. Zum Nachweis von **V-Kampfstoffen** in der Luft oder in Proben werden Indikatorröhrchen für **Soman** verwendet.

V-Kampfstoffe dringen gut in die Haut und in die Bekleidung ein und verursachen gefährliche Vergiftungen, die durch eine Latenzzeit von einer Stunde bis zu mehreren Stunden gekennzeichnet sein können. Wird der Kampfstoff in Aerosolform durch die Atmungsorgane aufgenommen, dann kann eine Latenzzeit wesentlich höher sein. Aerosole können ebenfalls zu schweren Hautvergiftungen führen.

Die Wirkung des Kampfstoffes beruht hauptsächlich auf einer Hemmung der Cholinesterase. Die Vergiftungssymptome ähneln denen einer Vergiftung durch **Sarin** oder **Soman**. Zunächst schwellen die vergifteten Hautstellen an, es folgen Muskelschwäche, Blockierung des zentralen Nervensystems, schwerste Atemnot und Tod. Werden Kampfstoffe mit einer Konzentration von etwa 0,001 mg/l ein bis drei Minuten lang eingeatmet, kann der Tod eintreten. Bei Aufnahme des Kampfstoffes durch die Haut beträgt die tödliche Dosis (LD 100) 10^{-1} bis 10^{-2} mg/kg Körpergewicht. Die Massnahmen der Ersten Hilfe bei Schädigungen durch **V-Kampfstoffe** sind denen einer Sarin-Schädigung ähnlich.

Sollte der Feind **V-Kampfstoffe** einsetzen eignen sich besondere Stoffe mit Aktivchlorgehalt (Hypochlorite und Dichloramin) zur Behandlung Vergifteter. Mit Natronlauge wird nur eine unzureichende Entgiftungsgeschwindigkeit erreicht.

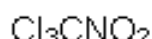
Mit **V-Kampfstoff** kann die Widerstandsbewegung der Besatzungsmacht schwerste Schläge versetzen. Eigene Leute müssen nicht in Truppenlager

oder Depots des Feindes eindringen. Der Kampfstoff wird mit dem Ausbringsystem (Band 2, Teil 2) an den Ein- und Ausfahrtstellen angebracht. Katapultwerfer etc. können auch grössere Strecken zum Ziel überwinden (Gelände-
vergiftung).

Die Herstellung ist auch mit einfachen Mitteln unter erschwerten Bedingungen möglich.

8 Trichlornitromethan (Chlorpikrin)

(Nitrochloroform)



(D) **Klop**¹⁾
Grünkreuz²⁾
(US) **PS**
NC-Mixture³⁾
Vomiting Gas⁴⁾
(GB) **PGMixture**⁵⁾
(F) **Aquinite**³⁾

¹⁾mit Chlor; ²⁾mit Diphosgen; ³⁾mit Zinn(IV)-chlorid; ⁴⁾Brechgas; ⁵⁾mit Phosgen

8.1 Darstellung im Labor

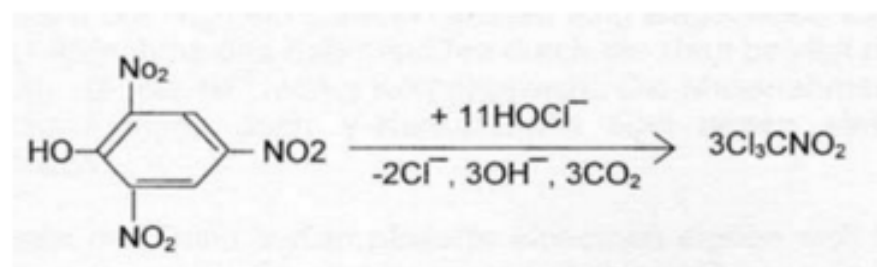
STENHOUSE (1848) erhielt das Trichlornitromethan durch Einwirkung von Trinitrophenol (Pikrinsäure) auf Chlorkalk.

Auf diese Methode bauten später die industriellen Herstellungsverfahren auf, nach denen auch im ersten Weltkrieg das Chlorpikrin für militärische Zwecke hergestellt wurde.

Neben der Einwirkung der Pikrinsäure auf Kalziumhypochlorite ist die Darstellung noch nach folgenden Methoden möglich:

- durch Chlorierung von Nitromethan
- durch Nitrierung chlorierter Kohlenwasserstoffe wie Trichlormethan, Trichloräthan und Trichloräthanal
- durch Nitrierung von Alkanen und ihre Chlorierung.

Die Kalziumhypochlorite - die Darstellungen beziehen sich hauptsächlich auf die Verwendung des billigen Chlorkalks - führen zur Ringspaltung beim 2.4.6-Trichlorphenol und zugleich zur Chlorierung der entstandenen Spaltprodukte. Die Hauptreaktion läuft ungefähr wie folgt ab:



An Stelle der in Wasser schwer löslichen Pikrinsäure wurde das in Wasser leicht lösliche Kalziumpikrat verwendet. Dieses wurde vor dem Vermischen mit dem Chlorkalkbrei durch Vermengen der Pikrinsäure mit Kalziumoxid hergestellt. Die Reaktionswärme genügt, dass das entstehende Trichlornitromethan, das man nach der Kondensation erhält, verdampft. Chlorpikrin lässt sich im Wasserdampfstrom gut destillieren.

An Stelle von Chlorkalk lässt sich Chlor unmittelbar für die Reaktion anwenden; es wird in eine alkalische Lösung der Pikrinsäure oder anderer Nitrophenole eingeleitet. Im Prinzip entspricht diese Methode der obigen Gleichung.

Voraussetzung für die Verwendung von Kalziumhypochloriten, Chlor oder ähnlichem, ist eine alkalische Lösung, die zugleich als säurebindendes Mittel wirkt. Die Ringspaltung wird durch Chlorwasserstoffsäure inhibiert.

Das Chlorpikrin ist eine farblose, ölige, stark lichtbrechende Flüssigkeit mit einem charakteristischen stechenden Geruch. Durch Lichteinwirkung verfärbt es sich grüngelblich, was auf den Zerfall in Chlor und in Stickoxide zurückzuführen ist.

8.2 Toxische Eigenschaften

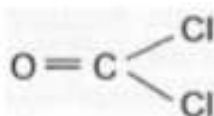
Trichlornitromethan reizt die Haut und die Schleimhäute. Es ruft Tränenabsonderungen, Lidschluss, Bronchitis und Lungenödem hervor. Chlorpikrin ist ein starker lungenschädigender Kampfstoff. Flüssiges Chlorpikrin verursacht schwere Hautschädigungen.

0,002 mg/l bewirken bei den meisten Personen in 3 bis 30 s das Schliessen der Augenlider und Tränenreiz. 0,05 mg/l sind unerträglich. Höhere Konzentrationen führen zu Magenbeschwerden, Erbrechen und Benommenheit. Bereits eine Konzentration um 0,2 mg/l führt in wenigen Sekunden oder Minuten zur absoluten Gefechtsunfähigkeit.

Schädigungen der Atmungsorgane treten bei Konzentrationen über 0,1 mg/l auf. Als tödlich werden 2 mg/l für eine Expositionszeit von 10 min angenommen. Bei dieser Konzentration tritt der Tod binnen wenigen Minuten ein.

9 Kohlendisäuredichlorid (Phosgen)

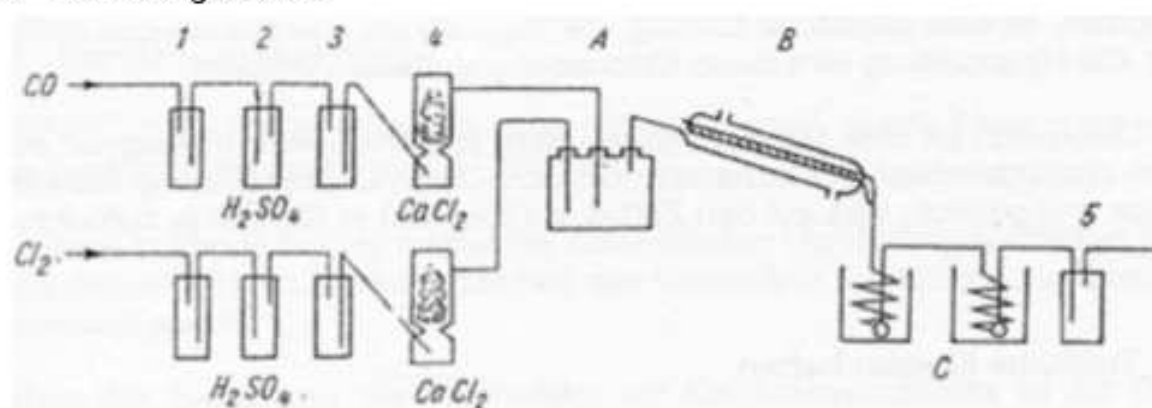
Karbonylchlorid, Kohlenoxydchlorid, Chlorkohlenoxid



(D)	Grünkreuz, D-Stoff
(US)	CG
(GB)	PG Mixture¹⁾
(F)	Collongite²⁾

¹⁾ im Gemisch mit Chlorpikrin; ²⁾ im Gemisch mit Zinntetrachlorid

9.1 Darstellung im Labor



Apparatur zur Darstellung von Phosgen

Zu Beginn der Darstellung werden beide Gase, Chlor und Kohlenmonoxid, getrennt getrocknet; einmal durch Schwefelsäure (Waschflasche) und zum anderen durch Kalziumchlorid (Trockenturm). Als Mischgefäß (A) dient eine WULFSCHES Dreitubenflask, die mit zwei bis zum Boden des Gefäßes reichenden Gaseinleitungsrohren und einem Ableitungsrohr versehen ist. Als Reaktionsgefäß (B) genügt ein längerer Liebigkühler, dessen Kondensationsrohr mit grobkörniger Aktivkohle gefüllt ist und der zugleich die Abführung der Reaktionswärme durch Wasserkühlung ermöglicht.

Das **Phosgen** wird in mehreren in einer Kältemischung (Eis/Kochsalz) stehenden hintereinandergeschalteten Kühlfallen (C) kondensiert. Die Restgase lassen sich durch eine Natriumhydroxidlösung (5) entgiften.

Das Chlor wird mit 5 bis 6 Blasen je Sekunde und das Kohlenmonoxid mit 8 bis 9 Blasen je Sekunde in den Mischer eingeleitet. Zur genauen Ausbeuteberechnung ist die Messung der Gase mit Rotametern, die vor dem Mischgefäß aufgebaut werden, notwendig. Die Messung erfolgt erst dann, wenn der Katalysator mit dem Gasgemisch gesättigt ist. Die Geschwindigkeit soll 8 bis 10 l/h betragen.

Es ist zu beachten, dass bei Verwendung von Druckgasflaschen eine Sicherheitsflasche (1) hinter der Gasflasche anzuschliessen ist.

9.2 Toxische Eigenschaften

Phosgen wirkt als Inhalationsgift. Als Flüssigkeit dringt es nicht durch die Haut. Die auftretenden Reizerscheinungen auf der Hautoberfläche sind unbedeutend und nehmen kaum den Charakter von Ätzerscheinungen an.

Die Atemwege werden durch **Phosgendämpfe** nur wenig gereizt. Das Krankheitsbild entspricht dem einer Diphosgenvergiftung. Für die Augenreizwirkung des **Phosgens** wird die untere Reizgrenze mit 0,005 mg/l angegeben. 0,04 mg/l sind bei einer Aufenthaltsdauer von 1 min noch erträglich. Konzentrationen von etwa 1 mg/l bei einer Expositionszeit von 5 min sind tödlich. Für Expositionszeiten um 15 min beträgt die tödliche Konzentration 0,5 bis 0,7 mg/l.

Gefechtsanwendung lungenschädigender Kampfstoffe

Die lungenschädigenden Kampfstoffe wie **Phosgen**, **Diphosgen** und **Chlorpikrin** haben als toxische Verbindungen durch die Einführung der mehrfach giftigen Organophosphorverbindungen vom Typ Sarin oder der V-Kampfstoffe viel an Bedeutung für das moderne Gefecht eingebüsst. Da es Stoffe sind, die in Friedenszeiten für Plaste, Farben, Chemikalien usw. grossindustriell hergestellt werden, bilden die Produktionskapazitäten eine gewisse Reserve zur Herstellung chemischer Kampfmittel dieser Art.

Auf Grund ihrer Latenzzeit zählen **Phosgen** und **Diphosgen** taktisch zu den langsamwirkenden Kampfstoffen, während **Chlorpikrin** und die Fluorhalogenverbindungen schnellwirkende Kampfstoffe sind. Die letzteren zeichnen sich durch ihre kombinierte Wirkung aus, sie sind sowohl lungenschädigende als auch brandstiftende und materialzerstörende Mittel.

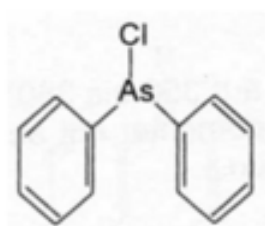
Die Flüchtigkeit von **Phosgen** und **Diphosgen** ist gross, so dass diese Verbindungen vor allem offensiv eingesetzt werden. **Diphosgen** hat eine gewisse Sesshaftigkeit, die stark von den meteorologischen Verhältnissen abhängt. Es kann als flüchtig-sesshafter Kampfstoff bezeichnet werden.

Diphosgen und **Chlorpikrin** fand man nach dem zweiten Weltkrieg mehrfach in deutscher Munition vor, und zwar gemischt mit Nebelmitteln wie Titan- und Zinn(IV)-chlorid. **Chlorpikrin** wird auf Grund seiner geringeren Toxizität und seiner starken Reizwirkung nicht als Kampfstoff für Überraschungsmomente in Frage kommen. Vielmehr ist es eine geeignete Komponente zur Verbesserung der Wirksamkeit taktischer Gemische, besonders bei Gemischen aus Reizstoffen. Mit anderen Kampfstoffen wird **Chlorpikrin** kaum gemischt werden, da durch seine Reizwirkung praktisch eine natürliche Indikation gegeben wäre. **Chlorpikrin** ist wegen seiner Reizwirkung und seiner guten Handhabung als Übungskampfstoff geeignet und wird in einigen Armeen als solcher verwendet.

Die lungenschädigenden Kampfstoffe werden in Bomben, Artilleriemunition und eventuell in Minen angewandt. Mit ihrer Anwendung ist besonders bei Nebel zu rechnen.

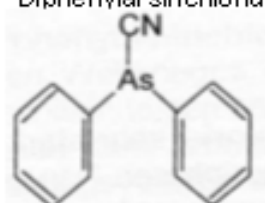
Die ältere amerikanische Munition, die mit **Chlorpikrin** gefüllt ist, wurde mit einem roten und einem weissen Ring gekennzeichnet. Im zweiten Weltkrieg benutzte man zwei grüne Ringe und die Symbolik PS-GAS. Chlorpikrin-Zinn(IV)-chlorid-Gemisch enthaltende Anwendungsmittel sind mit zwei grünen Ringen und der Markierung GAS-NC gekennzeichnet. Bis zum zweiten Weltkrieg war die Kennzeichnung phosgengefüllter Munition der US-Armee zwei weisse Ringe, nach dem zweiten Weltkrieg ein grüner Ring und die Markierung CG-GAS.

10 Diphenylchlor- und Diphenylzyanarsin (Atemwegkampfstoffe)



Diphenylchlorarsin
Diphenylarsinchlorid

(D) **Blaukreuz, Clark I**
(US) **DA**
(GB) **DA**
(F) **Sternite**



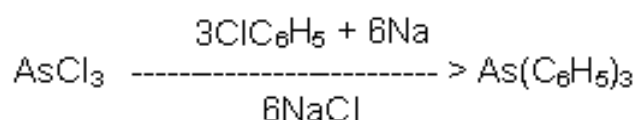
Diphenylzyanarsin
Diphenylarsinzyanid

(D) **Blaukreuz, Clark II**
(US) **DC**
(GB) **DA**
(F) **Sternite**

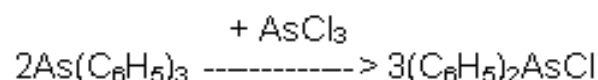
10.1 Darstellung im Labor

Für die Darstellung im Labor eignet sich die von SARTORI angegebene abgeänderte Methode von MICHAELIS, die sich im wesentlichen auch dem ursprünglichen industriellen Verfahren anpasst.

In der 1. Stufe des Verfahrens wird Arsen(III)-chlorid durch Chlorbenzol und metallisches Natrium zum Triphenylarsin aryliert.



das in der 2. Stufe unter Wärmeeinwirkung mit weiterem Arsen(III)-chlorid zum Diphenylchlorarsin umgesetzt wird.



In einen 1-l-Dreihalskolben, der mit einem Rückflusskühler, einem Tropftrichter und einem Rührwerk versehen ist, gibt man 75 g Natrium (kleine Stücke) und 300 cm³ Benzol, das mit 1 bis 2% Essigsäureäthylester versetzt wird. Zur Aktivierung des Natriums lässt man es 30 min lang stehen und fügt dann langsam 136 g Chlorbenzol und 85 g Arsen(III)-chlorid aus dem Tropftrichter hinzu.

Die Reaktion wird nach einigen Minuten heftiger. Das Reaktionsgefäß wird für 12 h in eine Kältemischung gestellt. Es ist erforderlich, dass in den ersten 2h gerührt wird.

Das Reaktionsgemisch wird filtriert, der Rückstand mit warmem Benzol ausgewaschen und die Waschflüssigkeit mit dem Filtrat vereinigt. Durch Destillation wird das Benzol vom Triphenylarsin abgetrennt und dieses dann weiter bei 200°C in eine kalte Vorlage abdestilliert (gelbes Öl).

30 g des Triphenylarsins werden in einem Weithalskolben auf 350 bis 360°C erwärmt, und dabei werden tropfenweise aus einem Scheidetrichter mit ausgezogener Kapillare 25,5 cm³ Arsen(III)-chlorid hinzugegeben.

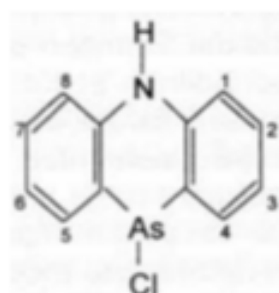
Die dunkelbraune Flüssigkeit wird unter vermindertem Druck destilliert, die Umkristallisation erfolgt aus benzolischer Lösung.

10.2 Wirkung

Bereits in minimalen Konzentrationen übt **Diphenylarsinchlorid** sehr starke Reizwirkungen auf die oberen Luftwege und die sensiblen peripheren Nerven aus. In höheren Konzentrationen oder bei längerer Einatmung werden auch die tieferen Atemwege und die Lunge angegriffen. Die Symptome beginnen mit einem Niesreiz, dem eine starke Sekretabsonderung, ähnlich einer schweren Erkältung folgt. Daneben kommt es zu Hustenreiz und Atemnot, bis schliesslich die gesamten Atemwege, einschliesslich der Lunge, betroffen sind. Kopf- und vor allem Stirnhöhlenschmerzen steigern sich fast bis zur Unerträglichkeit, mit Druckgefühl in den Ohren und Schmerzen in den Kiefern. Diese Symptome werden begleitet von quälenden Schmerzen in der Brust, Kurzatmigkeit und Übelkeit, die bald zum Erbrechen führt. Der Betreffende hat einen unsicheren Gang, Schwindel und Schwächegefühl in den Beinen. Hinzu kommt ein ausgeprägter Tremor.

11 Diphenylaminchlorarsin

Phenarsazinchlorid, 10-Chlor-9,10-dihydro-phenarsazin



(D) **Azin**
(US) **Admasit, DM**

Diphenylaminchlorarsin wurde von amerikanischer Seite während des ersten Weltkrieges als Kampfstoff vorgeschlagen, hergestellt und nach sehr unvollständigen Meldungen von der italienischen Armee eingesetzt. **Adamsit** (nach dem Amerikanischen Militärchemiker ADAMS benannt) ist einer der wirkungsvollsten und billigsten chemischen Kampfstoffe. Die ersten Phenarsazinderivate wurden schon 1913 in einer deutschen Patentschrift beschrieben. Die Phenarsazinabkömmlinge waren in der Zeit zwischen den Weltkriegen Gegenstand umfangreicher Untersuchungen.

11.1 Darstellung im Labor (Sartori)

42 g Diphenylamin und 21 cm³ Chlorwasserstoffsäure (D²⁰₄ 1,19) werden in einem Porzellantiegel (etwa 300 cm³) unter Umrühren bis zur vollständigen Verdampfung des Wassers erwärmt. Das Diphenylammoniumchlorid wird 2 h lang bei 55°C getrocknet, mit 25 g Arsen(III)-oxid vermischt und unter Umrühren zum Schmelzen gebracht (gut ziehenden Abzug benutzen!). Die Schmelze wird bis zur vollständigen Reaktion (bis die Wasserdampfentwicklung aufhört: 140 bis 200°C) weiter erwärmt. Die Schmelze wird in Xylol oder Eisessig gelöst, und das **Diphenylaminchlorarsin** wird auskristallisiert. Durch nochmaliges Umkristallisieren erhält man gelbe Kristalle. Das Rohprodukt ist grün.

11.2 Physiologische Eigenschaften

Die aromatischen Arsenorganoverbindungen Diphenylaminchlorarsin, Diphenylchlor- und Diphenylcyanarsin sind in ihrer Gruppe die stärksten Nasen- und Rachenreizstoffe. Sie führen bei relativ hohen Konzentrationen, die unter Gefechtsbedingungen nicht auftreten, eventuell zu Schädigungen mit tödlichem Ausgang.

Die Vergiftungserscheinungen, die ausser der Reizwirkung zu Atembeschwerden, Schädigungen der oberen Atemweg und der Lunge führen können, sind nur von begrenzter Dauer und hinterlassen keine ernsthaften Folgen. Die Reizerscheinungen treten nicht unmittelbar nach der Einatmung auf, sondern je nach Konzentration und Einwirkungszeit erst nach 5 bis 10 min.

Adamsit wurde während des zweiten Weltkrieges von allen kriegführenden Staaten in grossen Mengen bereitgestellt. Es gehört heute noch zum Bestand der chemischen Bewaffnung diverser Armeen.

12 Phosphororganische Insektizide

(mögliche militärische Anwendung)

In den letzten 10 Jahren beschäftigte sich die Forschung bei den phosphororganischen Insektiziden besonders mit Verbindungen, die die Pflanzen über einen längeren Zeitraum vor dem Befall durch Pflanzenschädlinge schützen. Bereits 1936 wurden insektizide Präparate entwickelt, die die Pflanze wie die Nährstoffe und die Hormone durch die Wurzeln oder die Blätter aufnimmt. Die Pflanze transportiert das Insektizid in den gleichen Leitungsbahnen wie alle zu ihrem Aufbau notwendigen Stoffe. Dadurch werden alle Teile der Pflanze vergiftet. Derartige Stoffe bezeichnet man allgemein als systemische Insektizide, neben den Systoxverbindungen sind die Wirkstoffe der Präparate **Thimet, Tetram, Disyston, Paraoxon, Dimefox** und andere gleichfalls systemisch wirksam.

Die meisten dieser Verbindungen werden in der Pflanze umgebildet in neue, zum Teil toxischere Substanzen, die wiederum insektizid wirken, aber auch für Warmblüter nicht ungefährlich sind. Die Pflanze selbst baut diese Stoffe nach einer gewissen Zeit zu ungiftigen Produkten ab.

Voraussetzung für die systemische Wirkung und für die Verwendung derartiger Mittel ist:

- insektizide Wirksamkeit
- gute Löslichkeit in den Pflanzensäften und in Wasser
- gute Diffusion durch das Pflanzenmaterial wie Wurzeln, Blätter, krautige Stengel zum Saftstrom der Pflanze
- maximale Beständigkeit bei pH-Werten von 4,5 bis 6,5 (pH-Bereich der Pflanze)
- kontrollierbarer Abbau in der Pflanze zu ungiftigen Produkten.

Von ziviler Seite wird die Forderung nach möglichst für Warmblüter ungiftigen oder wenig giftigen Verbindungen erhoben bzw. dass der kontrollierbare Abbau in der Pflanze zu ungiftigen Produkten bis zur Ernte beendet sein muss, da die mit systemischen Insektiziden vergifteten Pflanzen eine unmittelbare Gefahr für Mensch und Tier sind.

Taktische Militärplaner sind daran interessiert, Pflanzenkulturen zum Zweck der Schädigung und Tötung der lebenden Kraft mit Mitteln zu vergiften, bei denen die von ziviler Seite angestrebten natürlichen Entgiftungsfaktoren ausgeschaltet werden. Geeignet sind dazu phosphororganische Verbindungen mit systemischer Wirkung, hoher Toxizität, langen Hydrolysezeiten und gutem Diffusionsvermögen. Das gute Diffusionsvermögen der Stoffe in bezug auf das Pflanzenmaterial ist gleichzusetzen mit einer guten Lipoidlöslichkeit, denn es handelt sich meist um Verbindungen mit starker perkutaner Toxizität.

Wegen ihrer guten chemischen, physikalischen und toxischen Eigenschaften kommt den Systoxverbindungen und einigen analogen Verbindungen militärische Bedeutung zu. Sie haben gegenüber den anderen systemisch wirkenden

Präparaten den Vorzug, von der Pflanze leicht aufgenommen zu werden und insofern witterungsbeständiger zu sein, als sie sich den Witterungseinflüssen durch ihr Eindringen in die Pflanze schneller entziehen. Wegen der starken perkutanen Toxizität wird von den Bayer-Werken für das Präparat Systox das Tragen von Schutzmasken und Schutzbekleidung vorgeschrieben.

Einige nicht systemisch wirkende Insektizide werden in den folgenden Abschnitten wegen ihrer allgemeinen Bedeutung mit behandelt.

Als Organophosphorverbindungen sind die Verbindungen der Systoxreihe typische Cholinesteraseinhibitoren. Sie wirken auf den menschlichen und tierischen Organismus mit den diesen Verbindungen charakteristischen Merkmalen. Die typischen Vergiftungserscheinungen sind Schwindel, Gesichtsröte, Pupillenverengung, Schweissausbrüche, Erbrechen, Bauchkrämpfe, Durchfall, Muskelzuckungen und -krämpfe, Wadenschmerzen, Atembeschwerden und Lungenödem.

Träger der toxischen und systemischen Eigenschaften der Systoxpräparate sind ihre Thiolverbindungen, während die Thionoverbindungen die Reserve darstellen. Aus diesen ergänzen sich die Thiolverbindungen und ihre Oxydationsprodukte durch die Isomerisation.

Vergiftungen durch perkutane Intoxikationen sind bei den Systoxpräparaten häufiger als bei anderen phosphororganischen Insektiziden. Die Lipidlöslichkeit ist bei den Thionoverbindungen stärker ausgeprägt.

Systox wird vor allem im Obst- und Futteranbau eingesetzt. Im Gemüseanbau ist seine Anwendung verboten (!). Es soll spätestens 42 Tage vor der Ernte angewendet werden.

Ebenfalls im Handel erhältlich sind die Insektizide

- **Disyston**
- **Thimet**
- **Tetram (Amiton)**

Die beiden Verbindungen **Disyston** und **Thimet** wirken bei Warmblütern sehr toxisch wobei Thimet noch giftiger ist als Disyston.

12.1 Darstellung im Labor

In 350 ml Benzol werden 35,1 g 2-Diäthylaminoäthanol gelöst und der Lösung 4,6 g Natrium zugegeben. Das Äthylat ist gebildet, wenn nach längerem Kochen und Rückfluss das gesamte Natrium gelöst ist. Unter starkem Rühren werden 37,7 g des Thionophosphorylchlorids zugegeben. Zur Isomerisation wird das Reaktionsgemisch 4 h auf 70 bis 80°C gehalten. Nach der Abtrennung des Natriumchlorids (Filtration) wird die Lösung bei 0,27 mbar destilliert.

Die quaternären Verbindungen lassen sich nach **SCHRÄDER** durch Addition von Triäthylamin mit Diäthyl-S-(2-bromäthyl)-thiophosphat darstellen.

12.2 Toxische Eigenschaften

Tetram hat eine lang anhaltende ausgezeichnete systemische Wirkung. Seine Anwendung im Pflanzenschutz ist wegen der sehr hohen Toxizität für Warmblüter nur begrenzt möglich.

Die perkutane Toxizität ist hoch. Die LD₅₀ für Ratten (per os) beträgt 3 bis 7 mg/kg, für Mäuse (i.p.) 0,5 mg/kg.

Analog dem **Systox** und dem **Thimet** führt die Einführung einer Alkylgruppe an die Stelle einer RO-Gruppe zu giftigeren Verbindungen. Diese Verbindungen sind unter Umständen als Gefechtskampfstoffe anwendbar. Sie wirken unter normalen Wetterbedingungen im Gelände sehr lange. Die Toxizität vermindert sich bei Verlängerung der Kohlenstoffkette, besonders bei Anwesenheit eines Aryls. Der Ersatz beider RO-Gruppen durch R-Gruppen steigert die Toxizität.

Verbindungen mit einer Dialkylaminogruppe im Molekül sind in ihrer Toxizität mit **Tetram** vergleichbar, falls sie noch einen Thionoschwefel enthalten.

13 Parathion und Paraoxon

Parathion¹⁾ und **Paraoxon**²⁾ wurden 1944 von **SCHRADER** hergestellt. Ursprünglich wurden sie mit E 605 bzw. mit E 600 bezeichnet. Parathion ist als Kontaktinsektizid weit verbreitet; unrühmlich bekannt wurde es Anfang der fünfziger Jahre in Westdeutschland als Modegift.

Paraoxon hat eine ausgezeichnete Kontakt- und Systemgiftwirkung. Die hohe Toxizität für Warmblüter lässt nur eine begrenzte Anwendung zu.

¹⁾ E 605, Paraphos, Thiophos und andere.

²⁾ E 600, Mintacol.

13.1 Darstellung im Labor

Die Darstellung von **Parathion** und **Paraoxon** erfolgt in der Endstufe durch Reaktion von Diäthoxythionophosphorylchlorid mit dem Natriumsalz von 4-Nitrophenol.

Die Diäthoxyphosphorylchloride lassen sich aus Phosphor(III)-chlorid über das Phosphoryl- bzw. Thionophosphorylchlorid darstellen. Die Veresterung der Phosphorylchloride mit überschüssigem Äthanol führt zu entsprechenden Alkoxydichloriden, die in Gegenwart säurebindender Mittel mit einem weiteren Mol Äthanol bzw. mit Natriumäthylat weiter zu den Diäthoxyphosphorylchloriden verestert werden.

13.2 Toxische Eigenschaften

Parathion hat als Insektizid sowohl eine Kontakt- als auch eine Frass- und Inhalationsgiftwirkung. Im Gegensatz zum **Paraoxon** hat es keine systemische Wirkung. Insektizid wirkt es nach der Anwendung allgemein 1 bis 2 Tage, aber nie länger als 8 Tage.

Wegen seiner enormen Toxizität dürfte **Paraoxon** als Insektizid kaum verwendet werden. Gegenüber **Parathion** ist es um ein vielfaches giftiger, wie man aus der folgenden Gegenüberstellung sieht.

	LD ₅₀ in mg/kg		
	Mäuse s.c.	Kaninchen kut.	Ratten or.
Parathion	10 ... 12,5	40 ... 50	13
Paraoxon	0,6 ... 0,8	5	3

Geringe Dosen **Paraoxon** wirken bereits bei Konzentrationen von 1:10.000 miotisch, worauf seine Anwendung in stark verdünnten Lösungen als Glaukomtherapeutikum zurückzuführen ist.

Nach den Untersuchungen des US Army Chemical Center sind **Paraoxon-aerosole** mit einem mittleren Teilchendurchmesser von 0,9 mm sehr toxisch. Unter gleichen Bedingungen ist aerolisiertes **Paraoxon** bei Ratten nur 3,5mal weniger giftig als **Sarin**. So beträgt die LC₅₀ bei einer Expositionszeit von 10 min

für **Paraoxon** 0,089 mg/l und
für **Sarin** 0,027 mg/l.

Militärische Bedeutung

Die angeführten phosphoorganischen Insektizide sind als chemische Kampfstoffe für einen gefechtsmäßigen Einsatz nicht in jedem Fall geeignet. Die Produktion und die Entwicklung auf dem Gebiet phosphororganischer Insektizide haben in den letzten Jahren einen grossen Aufschwung genommen. In vielen Ländern entstanden Produktionsstätten für Insektizide. Die amerikanische chemische Industrie ist zur Zeit in der Lage, neben anderen Insektiziden etwa 14.000 bis 15.000 t **Parathion** im Jahr zu erzeugen.

Neben ihrer grossen Bedeutung für den Pflanzenschutz finden sie ein gewisses militärisches Interesse. Das sind vor allem die systemisch wirkenden Verbindungen, die die Pflanzen für eine gewisse Zeit auch für Warmblüter vergiften. Die systemische Wirkung kann in einigen Fällen von der Saat bis zur Ernte anhalten. Hierbei interessieren die giftigsten Vertreter, wie Verbindungen vom Typ **Systox**, **Tetram**, **Thimet** und **Dimefox**.

Obwohl die Toxizität dieser Verbindungen zum Teil geringer ist als die des **Sarins**, muss man die Folgen in Betracht ziehen, die bei Genuss derartig vergifteter Pflanzen und Pflanzenteile auftreten.

Die Vergiftung von lebenden Pflanzen ist Gegenstand militärischer Untersuchungen. Sie geht in zwei Richtungen:

- a) die Vernichtung der Kulturen selbst, damit dem Gegner die Ernährungsgrundlage entzogen wird (**Phytogifte**);
- b) die Vergiftung und Vernichtung des Gegners durch den Genuss vergifteter lebender Pflanzen.

Die bisher bekannten Insektizide lassen die Möglichkeit, andere Verbindungen mit besseren systemischen und toxischen Eigenschaften zu erforschen, auch weiterhin offen. Bekanntlich ändert sich durch geringfügige Konstitutionsveränderungen die biologische Wirksamkeit der phosphororganischen Verbindungen sprunghaft, so dass es auch unter den Systemgiften viele Variationsmöglichkeiten geben kann. In belgischen militärchemischen Laboratorien untersuchte man z.B. analoge Tetramverbindungen, unter anderen das Äthoxymethyl-(2-diäthylaminoäthyl)-thiophosphinoxid, dass sich als ein starker Cholinesteraseinhibitor erwies. Ähnliche Untersuchungen sind aus den CWS-Laboratorien der USA-Armee und aus westdeutschen Laboratorien bekannt. Die Anwendung einiger der angeführten Verbindungen kann sich auch auf die Vergiftung von Wasserversorgungsanlagen und von lebenswichtigen Nahrungsmitteln erstrecken. Ziel der Anwendung ist in allen Fällen die hinterhältige Vergiftung des Gegners.

Die Anwendung der pflanzenvergiftenden Systemgifte ist technisch kein Problem. In kürzester Zeit können mit den vorhandenen Mitteln grosse Kulturfächen vergiftet werden. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, dass mit phosphororganischen Insektiziden lebende Pflanzen vergiftet werden, deren Genuss schwere gesundheitsschädigende Folgen nach sich zieht.

14 Psychochemische Kampfstoffe (Psychogifte)

Einführung

1958 wurde bekannt, dass man in einigen militärchemischen Forschungsstellen Untersuchungen mit Verbindungen durchführte, die die Psyche des Menschen beeinflussen können, mit sogenannten Psychochemicals. Einige dieser Verbindungen wurden in den letzten Jahren unter feldmässigen Bedingungen erprobt. Verständlicherweise hält man die Ergebnisse dieser Versuche geheim. Sie zeigen jedoch das intensive Bemühen des Militärs, neben den hochtoxischen phosphororganischen Kampfstoffen eine chemische Waffe einzuführen, die in geringsten Konzentrationen nur eine zeitweilige Gefechts- und Handlungsunfähigkeit des Feindes bewirkt.

Neben gewissen Nachteilen haben die militärisch für den Widerstand eventuell in Frage kommenden Psychogifte gegenüber den anderen Kampfstoffen Vorteile. So wird die Gefechtsunfähigkeit durch äusserst geringe, mit herkömmlichen Nachweismethoden nicht mehr feststellbare Dosen bzw. Konzentrationen herbeigeführt. Die durch diese Stoffe ausgelösten Psychosen dauern nur eine bestimmte Zeit und hinterlassen später keine Schäden.

Die psychochemischen Kampfstoffe sind farb-, geruch- und geschmacklos. Sie können sowohl als Gefechtskampfstoffe als auch als Sabotagegifte zur Vergiftung von Wasser, Nahrungs- und Genussmitteln angewandt werden. Die ausgewählten Verbindungen sind in der Atmosphäre und auch im Wasser äusserst stabil.

Obwohl eine beträchtliche Anzahl psychoaktiver Substanzen in den letzten Jahren bekannt wurde, können doch nur jene ausgewählt werden, die gewisse Kampfstoffeigenschaften besitzen und in kleinen Mengen einfach herzustellen sind. Die psychochemischen Kampfstoffe eignen sich nach Auffassung des Widerstandes besonders als Sabotagekampfstoff für begrenzte örtliche und zeitliche Auseinandersetzungen.

Da eine Verbreitung tödlicher Konzentrationen dieser Kampfstoffe mittels Geschossen kaum möglich ist und auch nicht der strategischen Zielsetzung entspricht, misst man ihrem Einsatz auf eigenem Territorium mit Rücksicht auf die im Einsatzgebiet lebende Bevölkerung grosse Bedeutung bei.

Mit relativ kleinen Mengen können bei guter Planung grosse Auswirkungen auf den Feind erzielt werden. Mit dem Feind kooperierende Bevölkerungsteile können bei Vergiftung von Wasserversorgungsanlagen und dergleichen über einen bestimmten Zeitraum handlungsunfähig gemacht werden. Empfindliche Produktionsstörungen, Angst, Unsicherheit und unberechenbare Handlungen sind die Folgen.

Die Psychogifte unterscheiden sich von anderen Kampfstoffen in ihrer effektiven Wirkung. Während bei den phosphororganischen Kampfstoffen eine Menge, die 2fach geringer ist als die tödliche Dosis, zur Gefechtsunfähigkeit

führt, so beträgt bei den **Psychogiften** die ausser Gefecht setzende Dosis mitunter nur 1/1000 der tödlich wirkenden Menge.

Im Vergleich zu anderen Kampfstoffen, etwa **Blausäure** und **Sarin**, verhalten sich die Gefechtskonzentrationen von **Blausäure** zu **Sarin** zu **Psychogift** wie 1:0,1:0,001. Man benötigt nur 1/1000 der Menge an **Psychogift**, um den Gegner ausser Gefecht zu setzen.

Die Wirkung der einzelnen **Psychogifte** auf Menschen ist unterschiedlich. Die Unterschiede sind jedoch nicht so charakteristisch, dass sie Schlussfolgerungen auf irgendwelche Beziehungen zwischen ihrer chemischen Struktur und ihrer toxischen Wirkung zulassen. Die **Psychogifte** zeigen ein grosses Wirkungsspektrum. Entsprechend ihrer Grundstruktur findet man unter ihnen z.B. **Indolderivate**, **Phenylalkylaminverbindungen** und einige **Piperidine**. Es sind zum Teil natürlich, zum Teil synthetisch hergestellte Verbindungen.

Die **Psychogifte** erzeugen bei normalen Menschen psychische Anomalien, sogenannte Modellpsychosen. Die Psyche des Menschen verändert sich, ohne dass irgendwelche bleibende Schädigungen im Organismus auftreten wie etwa beim **Bleitetraäthyl** oder bei ähnlichen Verbindungen. Obwohl die psychischen Veränderungen sehr mannigfaltig sein können, tritt die halluzinogene Wirkung in den Vordergrund.

Die **Halluzinogene** führen zu überstarken Erregungen bestimmter Hirnrindenzellen, die sich unter anderen in optischen und akustischen Halluzinationen äussern. Der Vergiftete erfasst Dinge, Gegenstände usw., ohne dass diese überhaupt von den Sinnesorganen wahrgenommen wurden. Die natürlichen Empfindungen werden durch die psychischen Störungen des Bewusstseins gedämpft und in völlig anderer Form widergespiegelt. Das Bewusstsein wird eingeschränkt oder ganz ausgeschaltet.

Die durch die Psychose entstandenen Vorstellungen über Nichtvorhandenes beeinträchtigen das angeeignete Wahrnehmungsgefüge und lassen den Sinn für das Konkrete verloren gehen. Die Stimmung und das Erleben werden beim Vergifteten ganz von den durch die Halluzinogene hervorgerufenen Psychosen bestimmt. Diese Veränderungen haben teilweise schizophrenen Charakter.

Zwischen der natürlichen Schizophrenie und der künstlichen Psychose scheinen in Bezug auf den Wirkungsmechanismus gewisse Identitäten zu bestehen, zumal bei schizophrenen Kranken gleiche oder analoge Abbauprodukte, wie sie die **Psychogifte** darstellen, gefunden wurden. Vor einigen Jahren glaubte man noch, dass für die natürlichen psychischen Störungen ein charakteristischer «Verwirrungsstoff», den man auch aus dem Blut schizophrener Kranker isoliert zu haben glaubte (**Taraxein**), verantwortlich zu machen sei. Sowohl für die natürliche als auch für die künstliche Psychose trifft eine Vielzahl von Faktoren zu, die in ihrer Gesamtheit nur von vielen wissenschaftlichen Disziplinen in langer, mühevoller Arbeit gelöst werden können.

Der am 3. Dezember 1958 auf einer Konferenz in New York gezeigte Film des US Army Chemical Corps über einen Laboratoriumsversuch mit einer Katze und einer Maus demonstrierte die Wirkung derartiger Substanzen. Während die normale Katze entsprechend ihrem natürlichen Instinkt die Maus tötete, zeigte dieselbe Katze bei Einwirkung eines Psychogiftes ein völlig anderes Verhalten. Sie hatte vor der Maus Angst und ging in Abwehrstellung.

Die halluzinogenisierenden Substanzen wirken meist zugleich euphorisierend, was sich in einer gemütlichen, heiteren Sorglosigkeit äussert, wie das vom Alkoholismus her bekannt ist. Einige **Psychogifte** beeinflussen den Willen, was zur Interesselosigkeit, zur Verminderung der psychischen Anpassungsfähigkeit, zur Haltlosigkeit, zur Bewegungsarmut und zur Aufhebung der Entscheidungsfähigkeit führt. Diese Verbindungen üben eine depressive Wirkung auf die Betroffenen aus.

Unter den in den letzten Jahren eingeführten **Psychopharmaka**, die zur therapeutischen Behandlung psychischer Störungen verwendet werden, sollen in der Reihe der sogenannten **Tranquillizer** einige militärisch verwertbare Verbindungen vorhanden sein. Die tranquillierenden Substanzen haben beruhigende Wirkungen (**Sedativa**). Sie wirken einschläfernd, erzeugen Interesselosigkeit und die ethischen Gefühle werden negativ beeinflusst.

Militärisch interessieren vor allem zwei Gruppen der psychochemischen Verbindungen:

a) **Psychodisleptika**

Dieser Gruppe wird die grösste Aufmerksamkeit gewidmet. In ihr befinden sich die wirkungsvollsten Verbindungen. Sie führen zur Persönlichkeitsspaltung, stören die Sinneswahrnehmungen, beeinträchtigen das Bewusstsein, desorientieren, führen zu Halluzinationen und Visionen und erzeugen Angst.

b) **Tranquillizer**

Sie sollen den Willen, den Verstand und die psychische Leistungsfähigkeit mindern. Der aufkommende Gleichmut, die Lustlosigkeit usw. sollen von der Erfüllung der Kampfaufgabe abhalten.

Unabhängig von ihrer pharmakologischen Wirkung findet man unter den **Psychogiften** folgende Gruppen vor:

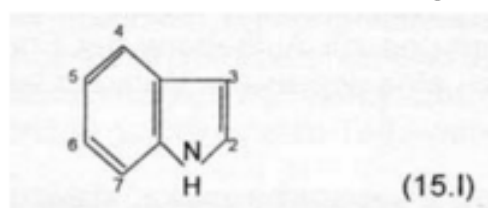
- **Indolderivate;**
- **Phenylaminoalkane;**
- **Piperidinderivate.**

Die **Psychogifte** sind kompliziert aufgebaute Verbindungen. Jedoch zeigen auch gewisse niedermolekulare Verbindungen bestimmte psychische Wirkungen, unter anderen das **Dimethylazetamid**, das bei Dosen über 400 mg je Kilogramm Körpermasse (im Verhältnis zu anderen **Psychogiften** eine hohe Dosis) Depressionen, Orientierungsverlust, Lethargie, visuelle Halluzinationen, Wahnvorstellungen und dergleichen mehr hervorruft. Die Psychose dauert etwa 7 Tage, führte aber in 5 von 15 beschriebenen Fällen zum Tode. In

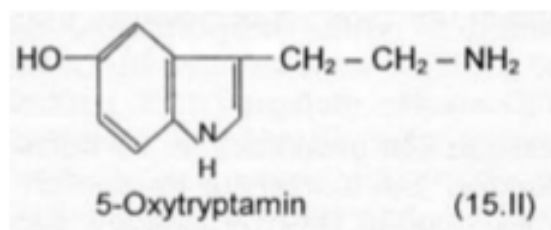
den angeführten Gruppen wird unter den **Indolderivaten** dem **Lysergsäure-diäthylamid** und unter den Piperidinderivaten den Glykolaten das grösste Interesse als mögliche **psychoaktive Kampfstoffe** entgegengebracht.

15 Indolderivate

In ihrer Struktur enthalten die zu dieser Gruppe gehörende **Psychogifte** das benzokondensierte heterozyklische Ringsystem des Indols (15.I).



Das Indol ist als Baustein einiger lebenswichtiger biogener Amine wie des Tryptophans, des Tryptamins und des Serotonins bekannt. Das Serotonin (15.II) übt einen wesentlichen Einfluss auf die Nerventätigkeit beim Menschen aus. Die Funktion des Gehirns steht in einem engen Zusammenhang mit dem Stoffwechsel dieser Substanz.

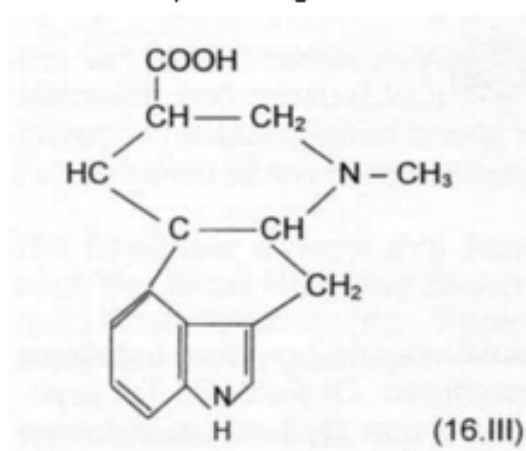


Allgemein besteht die Auffassung, dass das Serotonin durch die strukturell verwandten Psychogifte verdrängt wird. Die verdrängenden Verbindungen übernehmen dabei nicht die Funktion des Serotonins, die in der Übertragung nervöser Impulse an das Zentralnervensystem besteht.

Durch die Hemmung des Ferments Aminooxydase wird der Serotoninstoffwechsel empfindlich gestört, was bestimmte Anomalien zur Folge hat und als Ursache der psychischen Störung angesehen wird. Die serotoninverwandten psychochemischen Stoffe werden durch bisher noch nicht bekannte Rezeptoren des Nervensystems aufgenommen.

16 Lysergsäurederivate

Die **Lysergsäure** (16.III) ist der Hauptbaustein der Mutterkornalkaloide (Seka-
lealkaloide) der Ergotamin- und Ergotoxingruppe.



In jüngster Zeit wurden einige Lysergsäureamide aus der mexikanischen Zauberdroge Ololiuqui, den Samen verschiedener Windengewächse (*Rivea corymbosa*, *Ipomea tricolor*) isoliert. Diese Droge wurde bei religiösen Anlässen zur Erzeugung von Rauschzuständen benutzt. Die aus ihr gewonnenen Indolderivate sind Halluzinogene, die im Samen zu 0,01 bis 0,05% enthalten sind.

Die durch die Psychose entstandenen Vorstellungen über Nichtvorhandenes beeinträchtigen das angeeignete Wahrnehmungsgefüge und lassen den Sinn für das Konkrete verloren gehen. Die Stimmung und das Erleben werden beim Vergifteten ganz von den durch die Halluzinogene hervorgerufenen Psychosen bestimmt, diese Veränderungen haben teilweise schizophrenen Charakter.

Die halluzinogenisierenden Substanzen wirken meist zugleich euphorisierend, was sich in einer gemütlichen, heiteren Sorglosigkeit äussert, wie das von Alkoholismus her bekannt ist. Einige Psychogifte beeinflussen den Willen, was zur Interesselosigkeit, zur Verminderung der psychischen Anpassungsfähigkeit, zur Haltlosigkeit, zur Bewegungsarmut und zur Aufhebung der Entschlussfähigkeit führt. Diese Verbindungen üben eine depressive Wirkung auf die Betroffenen aus. Das Denkvermögen, die Konzentrationsfähigkeit und die ethischen Gefühle werden negativ beeinflusst.

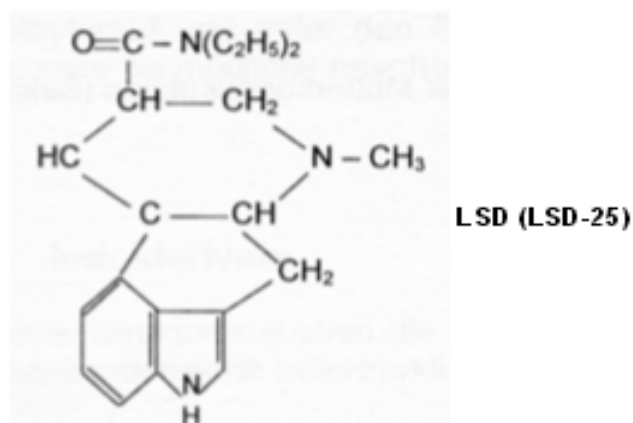
Die Lysergsäure wird aus den Mutterkornalkaloiden durch Einwirkung methanolischer Alkalien gewonnen.

Als mögliche Psychogifte werden von den Lysergsäureabkömmlingen erwähnt:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| - Lysergsäurediäthylamid | - Lysergsäurehydrazid |
| - Lysergsäureäthylamid | - Lysergsäuremorpholid |

Die grösste Aufmerksamkeit kommt dem Lysergsäurediäthylamid zu, zumal sich dieses Amid durch Totalsynthese darstellen lässt.

17 d-Lysergsäurediäthylamid



In seinem Aufbau setzt sich das Lysergsäurediäthylamid aus dem Indolkern und einem zum Teil hydrierten Cholinring zusammen. Obwohl die Totalsynthese möglich ist, erfolgt die Darstellung aus der aus Mutterkornalkaloiden gewonnenen Lysergsäure durch Amidierung. Das Mutterkorn wird auf Roggen gezüchtet.

Durch Kultivierung des Mutterkorns auf Nährböden versucht man, die Produktion dieser Stoffe zu erhöhen. Verständlicherweise werden grosse Anstrengungen unternommen, geeignete, ökonomisch vertretbare Technologien zur synthetischen Darstellung der Lysergsäureabkömmlinge auszuarbeiten.

Allgemeine Eigenschaften

Das Lysergsäurediäthylamid ist eine kristalline, sich in der Wärme leicht zersetzende Substanz. Die Zersetzung tritt bereits bei der Schmelztemperatur (Fp 83°C) ein. Wegen seiner Wasserunlöslichkeit wird für praktische Zwecke das leicht lösliche LSD-Tartrat (Fp 198 bis 200°C) verwendet. Chemisch ist das LSD eine sehr stabile Verbindung.

Psychotrope Eigenschaften

Bereits in äusserst geringen Mengen löst das Lysergsäurediäthylamid beim Menschen eine Psychose aus. Für gesunde, normale Menschen wird als Schwellwert eine Dosis von 0,260 bis 0,295 µg je Kilogramm Körpermasse angegeben. Allgemein gelten für Menschen als minimale Dosis 10 bis 30 µg. Kleinere Dosen wirken nicht psychotrop. Die ersten Erscheinungen treten bei Dosen zwischen 20 µg und 125 µg je Person nach 15 bis 60 min auf.

Vor Beginn der Psychose verspürt der Vergiftete eine leichte Übelkeit, und es kommt zur Pupillenerweiterung. Die durch das LSD ausgelöste Psychose äussert sich in Unruhe, Sehstörungen, Beeinträchtigung der Aufmerksamkeit, unbegründetem Lachen, Sprachschwierigkeiten, das visuell Wahrgenommene erscheint deformiert, Gegenstände und Dinge werden verzerrt, verformt, vergrössert oder verkleinert und unnatürlich gefärbt wahrgenommen. Bei dem Vergifteten geht das Zeit- und Geschwindigkeitsgefühl verloren; obwohl er in einem schnellfahrenden Auto sitzt, scheint es ihm doch nur langsam zu fahren. Das Reaktionsvermögen ist stark vermindert.

Optische Halluzinationen erscheinen als phantastische, sehr farbintensive und bunte Bilder. Sie werden durch akustische Halluzinationen ergänzt, die wiederum gewisse optische Sinnestäuschungen hervorrufen. Die Halluzinationen werden oft als schmerzhaft empfunden.

Die Vergifteten leiden an Angstzuständen und an Verfolgungswahn. Sie sind feindselig und misstrauisch. Bei Berührung sind sie überempfindlich und reagieren unter Umständen zornig und impulsiv. Sie sind nicht ansprechbar, und ihr Verhalten ist mit dem bei Schizophrenie vergleichbar.

Die Psychose erreicht ihre maximale Intensität in der 2. bis zur 4. Stunde nach der Einwirkung und dauert je nach der aufgenommenen Dosis 5 bis 12 h. In Einzelfällen werden Spätreaktionen noch nach 24 h, auch nach über einer Woche festgestellt.

Nach Überstehen der Psychose empfindet der Betroffene keinerlei Nachwirkungen mehr. Er ist normal und kann sich an den grössten Teil der Halluzinationen erinnern. In hohen Dosen kann **LSD** tödlich wirken. Die Vergiftungssymptome, die bei tödlichen Dosen auftreten werden, wenn auch nicht so stark, auch bei kleineren Dosen beobachtet.

Die Pupillenerweiterung ist ausgeprägter, Koordinationsstörungen führen zur Unsicherheit im Gehen, während des Greifens und Hantierens. Die Gliedmassen und der Kopf scheinen unwahrscheinlich schwer, es kommt zu Erbrechen, Speichelfluss, lähmungsartiger Schwäche, Hautempfindlichkeit, Kältegefühl, zu unverständlichem, unartikuliertem Sprechen und Schreien. Der Tod tritt durch Atemstillstand ein.

Die mittleren **letalen Dosen** (LD₅₀) betragen bei intravenösen Injektionen

für Mäuse	46,0 mg/kg
für Ratten	16,0 mg/kg
für Kaninchen	0,3 mg/kg

Weitere Lysergsäureabkömmlinge:

Lysergsäureäthylamid, **LAE**

Es ist in seiner psychotropen Wirkung etwa 10fach geringer als das **LSD**. Die Sinnestäuschungen sind nicht so stark ausgeprägt.

Lysergsäurehydrazid, **LSH**

Die Produktion dieser Verbindung wurde bereits 1944 in Deutschland vom IG-Farben-Konzern vorbereitet. Diese Verbindung soll als Kampfmittel brauchbar sein.

Lysergsäuremorpholid, **LSM**

Die Wirkung dieser Verbindung ist etwa um 1/3 geringer als die von **LSD**. Die Psychosen entsprechen denen des **LSD**.

17.1 Wirkungsweise (Zusammenfassung)

Zeit in Minuten	Art	Beschreibung
5-15	allgemein	Pupillenerweiterung, Trockenheit im Mund, Herzbeschleunigung, Steigerung der Reflexerregbarkeit, Muskelschwäche, Schwindelgefühl, Tremor
	emotional	Gefühl der Vergiftung, Angst, Schwindelgefühl im Kopf, Unbesonnenheit, Furcht, Euphorie, Entpersönlichung
15-45	intellektuelle Beeinträchtigung	vermindertes Reaktionsvermögen und Konzentrationsschwäche
30-60	Wahrnehmungsveränderungen	verzerrte bildliche Vorstellungen, Illusionen, räumliche und zeitliche Desorientierung, verzerrte Körpervorstellungen, visuelle, taktile und optische Halluzinationen
	Erstarrung	verlangsamter Bewegungsablauf und Aufnahmefähigkeit, Zusammenhanglosigkeit, Müdigkeit, Desinteresse
45-120	Delirium	Verwirrtheit, traumähnliche Stadien, extreme Ruhelosigkeit, auffallende motorische und geistige Unkoordination, ziellose motorische und geistige Aktivität
60-120	zentrale Sprachstörungen	unsinniges Gerede, keine gedankliche Konzentration bzw. objektbezogene Orientierung, falsche Auslegung von Fragen
	emotional	Negativismus, Zornausbrüche, Wahnsinn, Furcht, Panik
1-8 h	Amnesie	Bewusstseinsstörungen, teilweise oder vollständige Erinnerungslücken

Zeitweilige Gefechts- und Handlungsunfähigkeit des Gegners. Psychochemicals wurden von militärischer Seite Feldmässig erprobt.

Für den Widerstandskämpfer interessant sind die sogenannten "Diversions" Sabotagegifte. Der Vorteil ist unter anderem die geringen Dosen, die mit herkömmlichen Nachweismethoden nicht feststellbar sind.

Die beim Gegner ausgelösten Psychosen dauern nur eine bestimmte Zeit und hinterlassen keine Schäden. Ein weiterer Vorteil psychochemischer Kampfstoffe ist, dass sie farb-, geruch- und geschmacklos sind. Daher können Wasser, Nahrungs- und Genussmittel des Gegners vergiftet werden.

Die Verbindungen sind in der Atmosphäre und im Wasser äusserst stabil.

Armée suisse

Schweizerische Armee

Esercito svizzero

KRIEGSMOBILISATION

AUFGEBOT DER GRENZTRUPPEN

MOBILISATION DE GUERRE MOBILITAZIONE DI GUERRA

SEIT DER FÜR DAS JAHRES 1911/12

WURDE DAS GEGENSTÄNDLICHE

1. Die Grenztruppen werden mobilisiert.

a) Alle Kriegsmobilisationen dienen der Mobilisierung der Grenztruppen.

b) Die Mobilisierung der Grenztruppen ist im Interesse der Landesverteidigung.

c) Die Mobilisierung der Grenztruppen ist im Interesse der Landesverteidigung.

d) Die Mobilisierung der Grenztruppen ist im Interesse der Landesverteidigung.

e) Die Mobilisierung der Grenztruppen ist im Interesse der Landesverteidigung.

f) Die Mobilisierung der Grenztruppen ist im Interesse der Landesverteidigung.

g) Die Mobilisierung der Grenztruppen ist im Interesse der Landesverteidigung.

h) Die Mobilisierung der Grenztruppen ist im Interesse der Landesverteidigung.

i) Die Mobilisierung der Grenztruppen ist im Interesse der Landesverteidigung.

2. Es sind ebenfalls aufgegeben und haben sofort einzurücken:

a) Die Organe des Kriegsmobilisations- und Mobilisations-

b) Die Organe des Kriegsmobilisations- und Mobilisations-

c) Die Organe des Kriegsmobilisations- und Mobilisations-

d) Die Organe des Kriegsmobilisations- und Mobilisations-

e) Die Organe des Kriegsmobilisations- und Mobilisations-

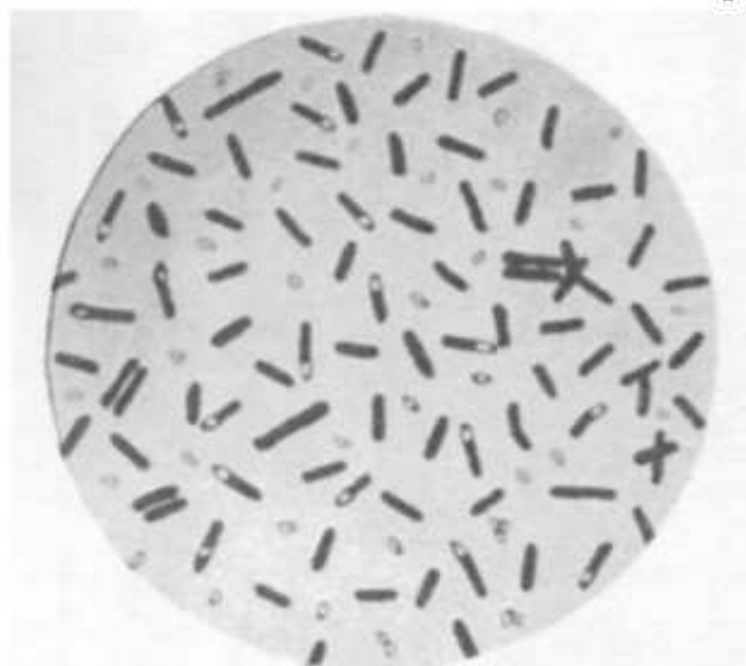
Eidgenössisches Militärdepartement.

Biologischer Kampfstoff für den Widerstand

Botulinum (*Clostridium botulinum*)

Das Gift Botulinumtoxin (B.Toxin, Neurotoxin) wird von einem anaeroben Bakterium gebildet. Die Krankheit, die das Gift auslöst heisst Botulismus. Das Bakterium produziert 7 verschiedene Toxine, wovon 5 humantoxisch sind und für den Widerstand in Frage kommen.

Das Botulinumtoxin ist eines der wirksamsten Bakteriengifte, das einfach herzustellen ist. Oral sind bereits 0,1 Mikrogramm tödlich.



Clostridium botulinum
Systematik
Domäne: Bakterien
Abteilung: Firmicutes
Klasse: Clostridia
Ordnung: Clostridiales
Familie: Clostridiaceae
Gattung: Clostridium
Art: Clostridium botulinum

Erstmals wurde dieses Bakterium 1895 vom belgischen Mikrobiologen Emile van Ermengem aus einem verdorbenen Schinken isoliert und *Bazillus botulinus* genannt.

Das Bakterium kann sich unter Sauerstoffabschluss, z.B. in geschlossenen Konserven oder im Innern von grossvolumigen, nicht gekühlten Lebensmitteln wie z.B. Rohschinken, vermehren und Toxine bilden, die eine Lebensmittelintoxikation auslösen können. Die Toxine sind hitzelabil, d.h. sie können durch Erhitzen auf mindestens 80°C in 20 bis 30 Minuten inaktiviert werden.

Neurotoxin (B.Toxin) wird als biologischer Kampfstoff eingesetzt. Dabei wird **Neurotoxin** in eine Form gebracht (Spray, Staub) damit es über die Lunge aufgenommen werden kann, was mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Infektion führt. Klimaanlage, Lüftungsanlagen etc.

Um gezielt Truppenteile, Kommandostrukturen und Spezialeinheiten anzugreifen, sind Partisanen auch auf aussergewöhnliche, leicht zu beschaffende oder selber herzustellende Mittel angewiesen. Wir zeigen auf, wie **Botulinum-Bakterien** gezüchtet und wie das extrem giftige Produkt **Neurotoxin** gegen Ziele der Besatzungsmacht eingesetzt werden kann.

Was ist Botulismus

Botulismus ist die Krankheit, die im Normalfall durch den Verzehr von Lebensmitteln verursacht wird, in welchen das Bakterium "**Clostridium Botulinum**" enthalten ist. Die Bakterie entwickelt mit ihrem normalen Wachstum das höchst giftige Protein Botulin.

B.Toxin gilt neben einem Gift, das von der südpazifischen Korallen Bakterie stammt, als zweitstärkstes Gift. Bereits eine Dosis von etwa 1 Mikrogramm wirkt tödlich, d.h. 1 Gramm reines **Botulin** ergibt etwa 1 Million tödliche Dosen.

Symptome / Wirkung auf den Menschen

Die Giftwirkung beruht auf der Blockade der Signalübertragung zwischen Nerven und Muskeln. Zuerst sind meist die Augenmuskeln betroffen, der Vergiftete sieht verschwommen und/oder doppelt, die Augen fallen immer wieder zu und die Pupillen sind geweitet. Im weiteren Krankheitsverlauf sind Lippen-, Zungen-, Gaumen- und Kehlkopfmuskulatur betroffen, es kommt zu Mundtrockenheit (dadurch Durst), Fieber, Sprach- und Schluckstörungen. In schweren Fällen breitet sich die Lähmung vom Kopf absteigend auf die Muskulatur der inneren Organe aus, es kommt zu Erbrechen, Durchfall, später Verstopfung und Bauchkrämpfen, schliesslich durch Lähmung der Herz- und Atemmuskulatur zum Tod durch Erstickten oder Herzstillstand.

Die Bakterie, die **B.Toxin** produziert, «**Clostridia botulinum**», kann auf der ganzen Welt gefunden werden. Bei einer wahllos entnommenen Probe von Erde ist die Chance sehr gross, dass die Bakterie enthalten ist. Die Sporen sind wie Samen für die Bakterie und sehr widerstandsfähig gegen raue Behandlung. Diese Eigenschaft kommt sehr willkommen, wenn es darum geht, die Botulin Bakterie zu kultivieren, denn andere Bakterien können durch Erhitzen, z.B. in heissem Wasser, unschädlich gemacht werden. Nur die **Botulin Bakterie** keimt und wächst weiter wenn sie wieder abgekühlt wird. Mehr darüber später.

Eine weitere sehr wichtige Eigenschaft der **Botulin Bakterie** ist, dass sie den Kontakt mit Luft nicht überlebt. Der Sauerstoff in der Luft bringt die Bakterie um, die Sporen jedoch existieren weiter. Der Giftstoff der von der Bakterie produziert worden ist bevor sie abgestorben ist, behält seine ganze Wirksamkeit. Die grösste technische Herausforderung für die Züchtung der Bakterie ist, dass sie nur in einem luftleerem Raum gedeihen kann.

Innerhalb der Gattung der **Botulinum Bakterien** gibt es Untergruppen, die Gifte von unterschiedlicher Stärke produzieren. Sie sind nach folgenden Typen bezeichnet: **A, B, C, D, E, F** und **84**. Typ **A** ist der tödlichste gefolgt von Typ **B** und **84**. Die übrigen beachten wir bei unseren Ausführungen nicht. Auch innerhalb eines Types bestehen Unterschiede bezüglich der Menge an Giftstoff, die eine Bakterie produziert. Mittels Selektion und Genmanipulation haben Russen und Amerikaner versucht, einen speziell produktiven Typ der Bakterie zu züchten. So war z.B. die sogenannte **Hall Bakterie** vom **Typ A** in der Lage, je Milliliter Substanz in welcher Sie gezüchtet wurde, etwa 300 der für den Menschen tödlichen Dosen Botulin zu erzeugen.

Herstellung von Botulinum-Toxin, Neurotoxin

Bei diesem Herstellungsverfahren sind keine Erfahrungen im Umgang mit Bakterien erforderlich. Folgende Anforderungen sind entscheidend für eine erfolgreiche Zucht

- **sorgfältiges Arbeiten**
- **Grundwissen über Sterilisation.**

Der Prozess des Sterilisierens passt ideal, um eine grössere Menge von **Botulinum-Bakterien** zu züchten. Benötigt wird ein Einmachglas mit Dichtung. Dieses wird mit dem Medium gefüllt und in ein Wasserbad gestellt, das erhitzt wird. Der Glasinhalt wird so stark erhitzt, dass die Bakterien absterben; die Sporen überstehen die Hitze. Durch den beim Erhitzen entstehenden Überdruck wird die Luft aus dem Glas gepresst. Wenn das Glas mit dem Medium abkühlt, verhindert die Dichtung zwischen Glas und Deckel den Wiedereintritt von Luft. Im Glas bildet sich ein Vakuum. Dieser Sauerstoff freie Raum bildet eine ideale Umgebung für die **Botulinum Bakterien**. Dieser Vorgang kann natürlich auch in einem Dampfkochtopf durchgeführt werden.

Der Grund warum die Bakterie nicht in allen selbst sterilisierten Kulturen wild wuchert ist ein anderer wichtiger Faktor für das Wachstum und eine erfolgreiche Zucht. **Botulinum Bakterien** sind sehr wählerisch. Wichtig für ihr gutes Gedeihen sind der **pH-Wert** und die **Temperatur**. Alle diese Faktoren können einfach kontrolliert werden und sichern den **Botulinum Bakterien** eine ideale, ihr Wachstum fördernde Umgebung.

Die Voraussetzung für ein gutes Wachstum einer Kolonie von **Botulinum Bakterien** ist eine Nahrungsquelle (z.B. Fleisch), die reich an Proteinen ist, ein **pH-Wert** der nahezu neutral ist und ein warmer Platz, um ungestört ein paar Tage zu gedeihen. Der ideale **pH-Wert** um eine Kultur zu starten ist **7,2**, die ideale Temperatur **35°C**. Die Bakterien können auch bei niedrigeren Temperaturen überleben, höhere Temperaturen können der Bakterienkultur jedoch grösseren Schaden zufügen.

Nachdem nun die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Zucht bekannt sind, gilt es, die Sporen der **Botulinum Bakterien** zu finden. Diese sind nicht in der nächsten Apotheke erhältlich. Vielmehr benötigen wir einige Erdproben aus der freien Natur, die möglichst viele dieser Bakterien und möglichst Bakterien des **Typs A** enthalten. Untersuchungen haben gezeigt, dass **Clostridium Botulinum nährstoffreiche, feuchte Erde, welche reich an organischen Stoffen** ist, bevorzugt. Sandige Erde ist nicht so gut geeignet für **Clostridium Botulinum**. Die Bakterie ist zudem weiter verbreitet in warmen Regionen als in kalten. Schlussendlich, der **Typ A** ist die am meisten verbreitete **Botulinum Bakterie** in der Schweiz wobei unberührte Erde am meisten und überwiegend Bakterien vom **Typ A** enthält. Grundsätzlich gilt: Es ist viel einfacher Erde zu finden die Sporen dieser Bakterien enthält als welche, die keine dieser Sporen enthält.

Die Probe sollte **einige Zentimeter unter der Erdoberfläche** entnommen werden. Diese werden nun im Einmachglas sterilisiert. Ein guter Nährboden für die **Botulinum Bakterie** ist fettiges Fleisch. Einige fettige Stücke ohne Knochen werden mit dem Mixer püriert. Danach wird die Masse in ein Einmachglas gegeben und die gleiche Menge Wasser zugeführt. Das Glas sollte fast ganz gefüllt werden damit möglichst wenig Luft darin verbleibt. Dem Glas wird nun ein halber Esslöffel der Erdprobe dazugegeben. Es empfiehlt sich, pro Erdprobe **zwei Gläser** mit dieser Mischung zu füllen. Nachdem Deckel und Dichtung aufgesetzt wurden, wird das Ganze geschüttelt um den Inhalt gut zu mischen.

Die Gläser werden dann in eine grosse Pfanne mit kochendem Wasser gestellt und zwischen **45 und 60 Minuten sterilisiert**, wie Tomaten oder Früchte sterilisiert werden. Mikrobiologen nennen diesen Vorgang "**Hitze-schock**". Er vernichtet alle lebenden Bakterien und lässt nur die Sporen überleben. Der Grund dass fettiges Fleisch verwendet wurde ist, dass das Fett beim Erhitzen schmilzt, sich an der Oberfläche ansammelt, sich nach dem Abkühlen wieder verfestigt und so den Kontakt zwischen Fleisch und allfällig im Glas verbliebener Luft verhindert. Die Dichtung zwischen Glas und Deckel verhindert den Luftzutritt, im luftleeren Raum können nur luftunabhängige Bakterien gedeihen, die für ihr Wachstum keinen Sauerstoff benötigen. Neben **Botulinum** werden im Glas auch einige andere Bakterien zu finden sein. Aber viele dieser Bakterien, wie z.B. **Tetanus**, produzieren ein eigenes Gift und bilden keine grosse Gefahr.

Nach dem **Hitzeschock** werden die Gläser zum **Abkühlen** aus dem **Wasserbad** genommen und an einen warmen Platz gestellt. Sie sollten weder geschüttelt noch sonst irgendwie gestört werden, da sonst Luft in das Gemisch eindringen könnte. Mit dem Wachstum produzieren die **Botulinum Bakterien** gasförmiges **Hydrogensulfid**. Dieses nach faulen Eiern riechende Gas greift die **Dichtung** an, die durchlässig wird. Dadurch kann der im **Glas** entstehende **Überdruck** entweichen.

Nach einigen **Tagen** bis zu einer **Woche** bei ca. **35°C**, sollte der Inhalt der Gläser bereit sein. Die Gläser die **Botulinumkulturen** enthalten sind leicht zu erkennen. Das Fleisch wird sich **schwarz** verfärbt haben und mindestens teilweise verfault sein. Ein faul riechendes Gas wird sich im Glas angesammelt und die Dichtung am Deckel zerstört haben.

Um die Stärke des Giftes der **Botulinum Bakterie** zu testen, eignen sich Mäuse, Hamster und Meerschweinchen am besten. Ausgerüstet mit **Gummihandschuhen** wird der Deckel ein wenig geöffnet, dem Sud mit einer **Pipette** einige **Tropfen** entnommen und dem **Versuchstier** eingeflösst. Enthält der Sud **B.Toxin**, wird das Tier innerhalb weniger Tage sterben. Die Verzögerung um ein paar Tage liegt in der Natur des Giftes und ist nicht ein Zeichen für die Konzentration oder die **Toxizität** des Giftes. Um die **Toxizität** zu testen, wird das Gift einem grösseren Tier verabreicht. Die Symptome der Vergiftung sind: **Müdigkeit, Erbrechen, flüssiger Stuhlgang, Lähmungen** und **Tod**. Damit ist das B.Toxin bereit für den Einsatz gegen ein Ziel.

Ein guter Sud enthält mehrere tödliche Dosen **B.Toxin** pro Milliliter. Diese kleine Menge des übelriechenden Schlammes kann nun einfach in einem scharfen, stark riechenden Mix, wie beispielsweise Chilli getarnt werden. Zu beachten ist, dass es sich bei **B.Toxin** um ein Protein handelt, das bei hohen Temperaturen vernichtet wird und dadurch seine Toxizität verliert. Es ist deshalb für eine Anwendung in kochendem Wasser oder in anderen Substanzen mit hoher Temperatur nicht geeignet.

Im frühen Stadium wird eine Vergiftung durch **B.Toxin** im menschlichen Organismus meistens fehldiagnostiziert, als Magen-Darm-Grippe, Polio, Herzprobleme oder sehr schwere Schwindelgefühle. Im fortgeschrittenen Stadium lautet die Diagnose auf Lebensmittelvergiftung. Die Möglichkeit eines Anschlages oder einer absichtlichen Verseuchung der Nahrungskette wird gar nicht in Betracht gezogen.

Die medizinische Wissenschaft hat Gegengifte gegen **B.Toxin** entwickelt. Diese müssen jedoch sofort, d.h. vor Auftreten der ersten Symptome verabreicht werden. Danach zeigen sie keinerlei Wirkung mehr. Ob eine **B.Toxin** Vergiftung tödlich verläuft hängt ab von der Dosis, die eingenommen wurde, von der Widerstandsfähigkeit des Opfers und von der frühzeitigen Behandlung mit einem Gegengift.

Die Produktion von **B.Toxin** in grossen Mengen kann durchaus eine Alternative zum Einsatz von Nervengiften gegen feindliche Truppenteile darstellen. Das mag auf den ersten Blick überraschen, aber durch Verbesserung der vorgeschriebenen, einfachen Produktionstechnik wird die Herstellung von grossen Mengen von äusserst stark toxischem **Neurotoxin** möglich.

Gegenüber **Sarin** oder **V-Gas** weist **B.Toxin** einige Vorteile auf. Erster und wichtigster Vorteil ist die Wirkung, die diejenige des stärksten **V-Gases** um mehrere hundert Prozent übersteigt. Diese hohe Toxizität hat zur Folge, dass eine mit einer Drohne, einem Modellflugzeug, einem Ballon usw. mitgeführte Ladung auf einer grossen Fläche zerstäubt und einen verheerenden Schaden anrichten kann. Denn **B.Toxin** wirkt weit tödlicher, wenn es eingeatmet wird als wenn es über die Nahrung aufgenommen wird.

Der zweite Vorteil gegenüber der Herstellung von **Nervengiften** ist, dass für einen grossflächigen Angriff nicht derart riesige Mengen von Chemikalien benötigt werden. Der Angreifer kann dadurch den Kontrollen entgehen, denen Handel und Grossproduktion von Chemikalien üblicherweise unterworfen sind. Die für die Herstellung von **B.Toxin** benötigten Grundstoffe können kaum überwacht werden. Und die vielen **Biotechnologie-Firmen, Kleinbrauereien** etc., bilden ein schwer zu überwachendes Dickicht, in welchem sich **Botulinumproduzenten** verstecken können.

Ein dritter, nicht zu vernachlässigender Faktor ist, dass sich der Mensch mittels einer Impfung gegen eine B.Toxin-Vergiftung schützen kann. Angestellten in militärischen Labors wird diese Impfung standardmässig verabreicht. Eine Serie von drei Impfungen schützt gegen kleine Mengen von **Botulinum**. Der

Versuch, diesen Impfstoff über die normale medizinische Versorgung zu beschaffen, könnte Verdacht erregen. Es ist jedoch möglich, einen solchen Impfstoff selber herzustellen. Dies ist ein weiterer Vorteil gegenüber der Produktion von **Nervengiften**, bei welcher der einzige wirksame Schutz darin besteht, dass der Kontakt mit den Chemikalien verhindert wird.

Eine Anleitung zur Herstellung eines Impfstoffes wurde veröffentlicht im **Journal Immunology**, Ausgabe 55, Seite 245-254. Autor C. Nigg !

Grundsätzlich lassen sich die allgemeinen Anforderungen folgendermassen zusammenfassen: Erstens wird ein reiner Bakterienstamm der **Clostridia Botulinum** benötigt. Die grösste Wirkung wird mit einem Bakterienstamm vom **Typ A** erzielt. Von einer solchen Kultur wird die giftige Substanz auf einfache Weise ausgeschieden. Mit einer grossen Menge von reinem **B.Toxin** können, auf gleiche Weise wie mit **Nervengiften, Waffen** produziert werden.

Der schwierigste Vorgang ist, einen Bakterienstamm zu isolieren und als Stamm der **Clostridia Botulinum Typ A** zu identifizieren. Danach muss sichergestellt werden, dass die Kultur in einer sauerstofffreien Umgebung keine Schmarotzer-Bakterien in die Kultur eindringen können. Auf jeden Fall benötigt dieser Vorgang die Teilnahme von jemandem, der etwas Erfahrung in **Mikrobiologie** hat.

Auch für die industrielle Grossproduktion sind, wie für die Sterilisation im Einmachglas beschrieben, lediglich einige Sporen der **Bakterie Clostridia Botulinum** zu beschaffen. Erdproben werden immer auch eine Vielzahl von mikroskopischen Lebewesen enthalten die für das Vorhaben unerwünscht sind. Diese werden durch Erhitzen der Erdproben vernichtet. Nur sehr wenige Bakterienarten generieren Sporen, die das Überleben und Gedeihen der Bakterie auch nach einem Hitzeschock sicherstellen.

Um möglichst reine Kulturen zu erhalten, wird wiederum die Technik des Sterilisierens angewendet. Dazu wird etwa ein halber Teelöffel Erde in ein sauberes Reagenzglas gegeben. Dieses wird bis zur Hälfte mit Wasser aufgefüllt und kräftig geschüttelt, um die Sporen von der Erde zu lösen. Nun wird Baumwollwatte in das offene Ende des Reagenzglases gestopft und das Glas in kochendes Wasser gestellt. Die Zufuhr von Hitze wird reduziert, die Wassertemperatur darf auf 80°C absinken. Diese Temperatur muss dann für etwa 45 Minuten gehalten werden. Ab jetzt müssen die luftleeren Konditionen erhalten bleiben.

Reagenzgläsern die mit **Thioglycollate** gefüllt sind, wird Wasser zugeführt das aus den zuvor erhitzten Reagenzgläsern entnommen wird. Dann wird der Inhalt mit frisch autoklavter **Vaseline** abgedichtet und für 72 Std. im Brutschrank bei 36°C gelagert. Von jedem Reagenzglas wird anschliessend eine Probe entnommen, auf eine Platte **Eigelb Agar** gegeben und während 2 bis 3 Tagen bei 30°C im **Brutschrank** gelagert. Kolonien der **Clostridia Botulinum Bakterie** haben ein ganz bestimmtes Erscheinungsbild, und zeigen eine einzigartige Struktur bei der Fäulung des **Eigelb Agar**.

Wenn einige Kolonien identifiziert worden sind, kann unter dem Mikroskop festgestellt werden, ob es sich tatsächlich um die Bakterien **Clostridia Botulinum** handelt. Ihre **graue Färbung** zeigt an, dass sie Gram positiv sind. Zur Züchtung von grossen Kulturen werden die Stämme verwendet, die das stärkste Gift produzieren. Diese findet man, indem Proben der verschiedenen Stämme in je separate, mit gekochtem Fleisch gefüllte Reagenzgläser gegeben und im Brutschrank während 5 Tagen bei 30°C aufbewahrt werden. Das so erhaltene Gift wird an Versuchstieren (Mäusen etc) getestet. Den Reagenzgläsern werden vorsichtig abgemessene mengen entnommen und im Verhältnis 1:100 verdünnt. Davon werden einer Maus 0,1 ml injiziert. Die Proben die nach ein paar Tagen eine tödliche Wirkung zeigen, sollten noch einmal mit einer stärkeren Verdünnung an einer Maus angewendet werden, bis schliesslich der stärkste Bakterienstamm gefunden worden ist. Dieser wird dann zweifellos ein Stamm vom **Typ A** sein.

Dieser Stamm bildet Grundlage für die Produktion. Einige grosse Gläser werden mit gehacktem Fleisch gefüllt und mit Bakterien aus diesem Stamm geimpft. Die Gläser werden während **5 Tagen** im Brutschrank **bei 30°C** aufbewahrt und anschliessend in den Gefrierschrank verlegt. Für die weitere Verarbeitung eignen sich Gläser mit einem Inhalt von 3 bis 4 Liter, da diese in einem Standard-Dampfkocher sterilisiert werden können. Hat man Zugriff auf einen **Autoklaven**, können auch grössere Behälter sterilisiert werden. Mit grösseren Behältern kann mit weniger Zwischenschritten eine grössere Menge produziert werden.

Eine andere Methode um ein **sehr starkes Gift** zu erreichen, wurde von den Ingenieuren des **US Army Chemielabors** entwickelt. Sie publizierten ihre Arbeit im Journal Bacteriology, Ausgabe 53, Seiten 213 - 229. Die Autoren sind Lewis und Hill, der Titel heisst "Practical Media and Control Measures for Producing Highly Toxic Cultures of Clostridia Botulinum Type A". Die darin verwendete Formel sieht die Verwendung von gefiltertem, festen **Maislikör** vor. Dieser wird gewonnen aus in Wasser eingeweichem Mais. Darin setzen sich bei der Sterilisierung die übrigen Stoffe ab.

Die Herstellung von filtriertem Maislikör wird folgendermassen beschrieben: Der feste **Maislikör** wird mit Wasser verflüssigt und der pH-Wert mit Hilfe von **50% Sodiumhydroxid** auf einen Wert zwischen **8,4 und 9,0** gebracht. Diese Mischung wird zum Kochen gebracht und der Sud anschliessend filtriert oder der Schlamm mit Hilfe einer **Zentrifuge** entfernt.

(Ein weiteres Medium, bei dem die Sporen der Bakterie Clostridia Botulinum sehr gut gedeihen, ist Honig. Nach neuesten Erkenntnissen schätzt man, dass bis zu zehn Prozent der Säuglinge, die in diesem Alter Honig zu sich nehmen, erkranken.)

Die Formel für das Medium lautet:

Lösung A:

20 Gramm Milchpulver werden mit 180 ml Wasser vermischt. Dazu gibt man unter stetigem Umrühren tropfenweise etwa 1 M NaOH dazu, bis sich das Milchpulver ganz aufgelöst hat.

Lösung B:

6 Gramm Glukose werden mit 4 Gramm des im Wasser eingeweichten Mais vermischt und das Ganze mit 800 ml Wasser verdünnt.

Diese beiden Lösungen werden vermischt und der pH-Wert der neuen Lösung auf **ca. 7,5 korrigiert**. Das ganze wird dann in ein Kultivierungsglas gegeben und im Dampfkochtopf mit **15 bar**, für **15 bis 20 Minuten** sterilisiert. Nach der Sterilisierung sollte der pH-Wert bei ca. 7,0 liegen. Die Formel generiert etwa 1 Liter der Lösung, kann aber in den Zutaten hochgerechnet werden um grössere Mengen zu erzeugen. Ein **pH-Messgerät** mit **Glaselektroden** kann für ca. 200 Euro erworben werden.

Wenn die Gläser abgekühlt sind, werden 2 Vol.% gehacktes Fleisch aus dem Gefrierschrank beigegeben, welches aktive Kulturen der **Bakterie Clostridium Botulinum** enthält. Das ganze geben wir dann in den Brutschrank bei 34°C. In offenen Gläsern wird zur Abdichtung der Lösung frisch autoklavte Vaseline verwendet. Nach 72 Stunden im Brutschrank liegt der pH-Wert der Lösung im sauren Bereich; das Gift ist in einer alkalischen Lösung nicht haltbar.

Das Gift muss nun aus der Lösung extrahiert werden. Einmal mehr hat die **US Armee** ihre **Untersuchungsergebnisse** zu diesem Vorgang publiziert. Es ist nicht schwierig, kann aber sehr gefährlich sein. **Schutzkleidung, Atemschutzgerät und Abzugshaube** oder **Kapelle** sind auf jedenfall erforderlich. Der Kultur wird 3M HCl (etwa 10%) unter ständigem Umrühren beigegeben, bis der pH-Wert zwischen 3,5 und 4,0 ist. Dies bewirkt, dass sich das Gift niederschlägt und am Boden des Gefässes sammelt. Das Gefäss wird nun über Nacht stehengelassen um den Prozess abzuschliessen. Nun wird der Überstand weggenommen und weggeworfen. Das giftige Fällungsmittel wird danach in ein kleineres Gefäss umgeschüttet um sich bei ca. 4°C noch mehr zu setzen. Dieses Fällungsmittel ist nun **ca. 25 mal stärker als die Originalkultur** und nimmt nur ca. 1/40 des ursprünglichen Volumens ein. Die prozentuale Wiederherstellung der Kultur liegt bei ca. 96%.

Das giftige Fällungsmittel wird nun mit Wasser gewaschen. Hierfür wird das Fällungsmittel um das 4fache des eigenen Volumens mit Wasser verdünnt. Unter Zuführung von verdünntem HCl oder N₂OH und starkem Umrühren wird der pH-Wert auf 5,0 gebracht und dann das ganze im Kühlschrank bei 4°C über Nacht ruhen gelassen. Der Überstand wird nochmals wie schon vorher weggeworfen und das Fällungsmittel wird bei 4°C in eine Zentrifuge gegeben wo es 30 Minuten bei 3500 rpm zentrifugiert wird. Einmal mehr wird der Überstand weggeworfen und das Fällungsmittel mit destilliertem Wasser auf 1:40 des Volumens der Originalkultur verdünnt. Die prozentuale Wiederherstellung

bei diesem Schritt liegt bei 80% der Originalkultur und veredelt das Produkt um den Faktor 2,5.

Durch Zugabe von Kalziumchloriden kann abschliessend ein Grossteil der Unreinheiten in Schlamm verwandelt und dieser ausfiltriert werden: Der zentrifugierte Giftstoff wird mit der 4fachen Menge Wasser verdünnt. Dann wird 1 M CaCl_2 beigegeben bis eine Konzentration von 0.0075M CaCl_2 erreicht ist und der pH-Wert bei 6,5 liegt. Diese Mischung wird bei Raumtemperatur durch ein Filterpapier gefiltert. Das Endprodukt enthält noch 66% des ursprünglichen Giftes.

Die Kosten für die zur Erstellung des Giftstoffes verwendete **Zentrifuge** liegen für ein Neugerät bei ca. 600 Euro.

Publikationen zur Herstellung von Botulinum

- Incidence and Distribution of C1 Botulinum in Soils of Illinois, by M.T. Jones
- Survey of Soils for Spores of C1 Botulinum, by CG. Knock, J. Sci.Fd Agric
- The Distribution of Spores of C1 Botulinum in California, by K.F. Meyer
- Spores of C1 Botulinum in Georgia Soil, by R.E. Morse, Fd Res., Vol. 15
- Prevalence of C1 Botulinum in Soils of Central New York State
- Impfstoff gegen Botulinum-Vergiftung "Journal of Immunology" Ausgabe 55, Seiten 245 - 254, Hersteiungsanleitung, Autor C. Nigg

Die genauen Details zur Isolation des Botulinum Giftes kann im "Journal of Bacteriology" Ausgabe 73, Seiten 42 - 47, der Autor ist James Duff, gefunden werden. Bilder, die befallene Eigelb Agar zeigen, sind zu finden im "Journal of Bacteriology" Ausgabe 53, Seiten 139 - 146. Autor des Beitrages ist L.S. McClung.

Bilder vom Aussehen der Clostridia Botulinum Bakterien im Buch von Bailey and Scott (4. Ausgabe) Seite 186.

Informationen zur Erhaltung luftleerer Konditionen sind in folgenden Büchern zu finden:

- Diagnostic Microbiology by Bailey and Scott (beinhaltet Anweisungen wie Clostridia Botulinum isoliert werden kann)
- Microbiological Methods by C.H. Collins
- Isolation of Anaerobes by D.A. Shapton

Armée suisse

Schweizerische Armee

Esercito svizzero

KRIEGSMOBILMACHUNG

AUFGEBOT DER GRENZTRUPPEN

MOBILISATION DES TRUPPEN MOBILITAZIONE DI GUERRA

WENN IHR MIT IHRER FAMILIE VERBUNDEN SIND, SIND IHR MIT IHRER FAMILIE VERBUNDEN

Die Grenztruppen werden mobilisiert.

- a) Alle Familienmitglieder, deren Dienstort in der Schweiz liegt, sind mobilisiert.
- b) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- c) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- d) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- e) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- f) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- g) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- h) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- i) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- j) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- k) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- l) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- m) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- n) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- o) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- p) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- q) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- r) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- s) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- t) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- u) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- v) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- w) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- x) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- y) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- z) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.

2. Es sind ferner ebenfalls aufgerufen und haben sofort zu erscheinen:

- a) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- b) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- c) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- d) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- e) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- f) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- g) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- h) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- i) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- j) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- k) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- l) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- m) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- n) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- o) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- p) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- q) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- r) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- s) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- t) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- u) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- v) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- w) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- x) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- y) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.
- z) Die Familienmitglieder, die in der Schweiz wohnen, sind mobilisiert.

Eidgenössisches Militärdepartement

Der totale Widerstand - Band 1

Kleinkriegsanleitung für jedermann

von Major Hans von Dach

ISBN 3-9521096-1-4

Kleinkrieg stellt ein heikles und ungefreutes Kapitel dar. Immerhin ist es im Zeitalter des **totalen Krieges**, wo es im Kampfe nicht nur um materielle, sondern ebenso sehr um weltanschauliche Dinge geht, nötig, sich mit diesen Fragen zu beschäftigen.

Es kann angenommen werden, dass wir in einem Kriege grosse Teile unseres Territoriums vorübergehend an den Gegner verlieren. Die Armee kann im wesentlichen gesehen, niedergekämpft sein, selbst wenn sich noch beträchtliche Restteile davon im Alpengebiet (**Réduit**) während längerer Zeit halten sollten.

Der grösste Teil der Soldaten sowie die Masse der Zivilbevölkerung wird aber den Feldzug überlebt haben. Es stellt sich nun die Frage, ob nach dem Zusammenbruch der Armee diese Überlebenden loyale Untertanen der neuen Machthaber werden sollen, die in Selbstzufriedenheit auf Rettung und Befreiung durch das Ausland harren, oder ob der alte Kampf in neuer Form mit allen Mitteln weitergeführt werden soll.

Die **Instruktionsschrift** bietet **Anleitung** für **diesen Kampf** sowie für das Verhalten im besetzten Gebiet. Sie will als "**Notration**" für den schlimmsten Fall aufgefasst sein und gehört somit in jedes **Schweizerhaus**, genau so wie die **Waffe und die Taschenmunition**.

Der erste Teil der Schrift wendet sich an die **Wehrmänner aller Grade** und aller **Waffengattungen** und vermittelt ihnen eine **taktisch-technische Anleitung** zur Führung des **Partisanenkampfes** für den Fall

- dass sie als **Einzelkämpfer von ihrer Truppe abgesprengt werden und sich nun im Rücken der feindlichen Front befinden, oder**
- dass die **Schweizer Armee im grossen Rahmen gesehen besiegt ist.**

Einleitend werden die Ziele des **Kleinkrieges** skizziert. Der Verfasser, **Major Hans von Dach**, tritt hierauf ausführlich auf die Organisation des Kleinkrieges ein, wobei er scharf unterscheidet zwischen den **«mobilen Kleinkriegsverbänden»**, die sich aus Restteilen der Armee zusammensetzen und den lokalen, ortsgebundenen Elementen der **«zivilen Widerstandsbewegung»**. Die Hauptparole lautet hierbei: **«Den Feind nie zur Ruhe kommen lassen. Ihm schaden, wo man kann!»**. Wie das im konkreten Falle zu machen ist, kann in regelrechten **«Gebrauchsanweisungen»** nachgelesen werden.

Es wird unter Beizug zahlreicher Fotos und Skizzen auch für den Laien leicht

verständlich dargestellt, wie man einen Partisanenverband organisiert, Bewaffnung, Munition und Verpflegung improvisiert, den Sanitätsdienst organisiert und mit der Bevölkerung zusammenarbeitet.

Der zweite und zugleich wichtigste Teil ist dem Aufbau der **zivilen Widerstandsbewegung** gewidmet und wendet sich vornehmlich an alle nicht in der Armee eingeteilten Personen: Frauen, Jugendliche, Dienstuntaugliche und bereits aus der Wehrpflicht entlassene. Das Hauptproblem lautet hier: Wie organisiert man eine **zivile Widerstandsbewegung** im Schatten der Geheimpolizei und der einheimischen Verräter.

Erstmals wurde auch das weite Gebiet des **«passiven Widerstandes»** praktisch und erschöpfend aufgezeigt, spielt doch dieses **«Kampfverfahren»** im besetzten Gebiet eine wichtige Rolle.

Ein spezielles Kapitel ist dem Vorgehen der **Besetzungsmacht** gewidmet und umfasst unter anderem die Grundsätze des **Terrors** sowie **Organisation** und **Arbeitsweise** der **politischen Polizei**.

Welche Regeln muss man als **Verhafteter** im Verhör durch die **politische Polizei** befolgen? Wie hat man sich bei Deportation oder im Zwangsarbeitslager zu verhalten, um eine Überlebenschance zu haben usw.

Davon ausgehend, dass der mögliche **totalitäre Gegner** auch tief in unsere geistige und weltanschauliche Sphäre eingreifen wird, wurden die Abschnitte **«Kampf um die Jugend»** und **«Kirchenkampf»** geschaffen.

Phrasenlos und ohne pathetische Worte, dafür immer im Sinne einer **«Gebrauchsanweisung»** taktisch und technisch ins Detail gehend, verfügen wir im **«Totalen Widerstand»** über eine umfassende, systematische und für uns selbst bestimmte Anleitung für den Fall einer Besetzung des Landes. Trotz **militärischer Gründlichkeit** ist die Schrift in allen Teilen bewusst einfach und somit auch für den **Nicht-Fachmann** leicht verständlich abgefasst. Das macht ihren Wert aus und darum gehört sie nicht nur in die Hand jedes **Soldaten**, sondern darüber hinaus in diejenige aller **Zivilisten**. Denn was weiss bei uns der einzelne **Bürger** schon von diesem **«merkwürdigen Krieg im Dunkeln»**, den er dermaleinst vielleicht zu führen gezwungen sein wird?

WARNUNG

Diese Bücher enthalten wirksame Waffen.Kampf-und Verteidigungstechniken.welche logischerweise nicht ungefährlich sind.

Der Missbrauch dieser Methoden und Techniken kann ernste Folgen haben und Strafverfolgung nach sich ziehen.Die Bücher gehören nicht in die Hände von Jugendlichen unter 18 Jahren.

Buchverlag HVD Urheberrechtsbesitzer der Bücher Major Hans von Dach

Buchserie „ Militärtaktik“

Best.Nr MD 201 ISBN 978-3-9521096-3-0 Gefechtstechnik 1

Best.Nr.MD 202 ISBN 978-3-9521096-4-9 Gefechtstechnik 2 Teil 1

Best.Nr.MD 210 ISBN 978-3-9521127-6-3 Gefechtstechnik 2 Teil 2

Best.Nr.MD 203 ISBN 978-3-9521096-5-7 Gefechtstechnik 3

Best.Nr.MD 204 ISBN 978-3-9521096-6-5 Gefechtstechnik 4 Teil 1

Best.Nr.MD 212 ISBN 978-3-9522696-1-1 Gefechtstechnik 4 Teil 2

Best.Nr.MD 205 ISBN 978-3-9521096-7-3 Gefechtstechnik 5A

Best.Nr.MD 206 ISBN 978-3-9521096-8-1 Gefechtstechnik 5B

Best.Nr.MD 207 ISBN 978-3-9521096-9-X Kampfbeispiele 6

Best.Nr.MD 208 ISBN 978-3-9521127-7-1 Gefechtstechnik 7 Teil 1

Best.Nr MD 211 ISBN 978-3-9522696-7-0 Gefechtstechnik 7 Teil 2

Best.Nr.MD 209 ISBN 978-3-9521127-8-X Gefechtstechnik 8

Buchserie „ Totaler Widerstand“

Best.Nr.MD 500 ISBN 978-3-9521096-1-8 Totaler Widerstand Band 1 Teil 1

Kleinkriegsanleitung für jedermann. Originalausgabe ungekürzt

Best.Nr.MD 509 ISBN 978-3-9522696-9-7 Totaler Widerstand Band 1 Teil 2

Kleinkriegsanleitung für jedermann Originalausgabe ungekürzt

Best.Nr.MD 502 ISBN 978-3-9521127-0-4 Totaler Widerstand Band 2 Teil 1

Chemische Kampfstoffe für den Widerstand

Best.Nr.MD 508 ISBN 978-3-9522696-8-9 Totaler Widerstand Band 2 Teil 2

Chemische Kampfstoffe für den Widerstand

Best.Nr.MD 503 ISBN 978-3-9522696-0-3 Totaler Widerstand Band 3

Herstellungsanleitung für jedermann Maschinenpistole PARTISAN

Best.Nr.MD 504 ISBN 978-3-9521127-2-0 Totaler Widerstand Band 4

Herstellungsanleitung für jedermann Pistole TARN 9mmPara

Best.Nr.MD 505 ISBN 978-3-9521127-5-5 Totaler Widerstand Band 5

Kleinkriegsanleitung für jedermann BOOBYTRAPS Sprengfallen

Best.Nr.MD 506 ISBN 978-3-9521127-3-9 Totaler Widerstand Band 6

Herstellungsanleitung für jedermann Schalldämpfer 9mmPara TELL

Best.Nr.MD 507 ISBN 978-3-9521127-4-7 Totaler Widerstand Band 7

Kleinkriegsanleitung für jedermann GRENADES Handgranaten

Buchserie „ Spezial Titel“

Best.Nr.MD 601 ISBN 978-3-9521096-2-2 Problem Stgw Colt M 16 in Vietnam

Best.Nr.MD 602 ISBN 978-3-9521096-0-6 OC-Pfeffer Abwehrsprays Instruktionsbuch

Best.Nr.MD 603 ISBN 978-3-9522696-2-x Messerkampf Sport-Verteidigung

Best.Nr.MD 604 ISBN 978-3-9522696-3-8 Schützen Sie sich selbst Selbstverteidigung
und Notwehr gegen kriminelle Gewalt

Best.Nr.MD 605 Reprint Anleitung Revolver 1882 Schweizer Ordonanz



Postfach 6520
CH-8050 Zürich-Oerlikon



BUCHVERLAG
MAJOR VON DACH