

# Chemische Kampfmittel

## 0. Einleitung

Chemische Kampfstoffe galten, wie der gesamte Bereich des ABC-Schutzes, nie als besonders populäres Thema in der Öffentlichkeit. Auch in den Einheiten und Einrichtungen des Zivil- und Katastrophenschutzes tat man sich häufig schwer in der Vermittlung von Gefahren, die von atomaren, biologischen und chemischen Stoffen ausgehen. Gerade durch die Auflösung der Sowjetunion kam es zu einer Abwanderung vieler hochqualifizierter Wissenschaftler in Länder wie Pakistan oder Irak, die dankbar den Wissenstransfer für die Weiterentwicklung ihrer Waffenarsenale nutzen. Gerade den biologischen und chemischen Waffen kommt hier eine besondere Bedeutung zu, aufgrund ihrer relativ einfachen und billigen Herstellung.

Aber auch die chemische Industrie birgt Gefahren, die mit denen chemischer Kampfstoffe vergleichbar sind. Da eine Vielzahl von Produktionsabläufen und Zwischenprodukten hinsichtlich Symptomen, Diagnose, Therapie und Schutzmöglichkeiten denen von Kampfstoffen gleicht, lediglich die Verteilung ist eine andere.

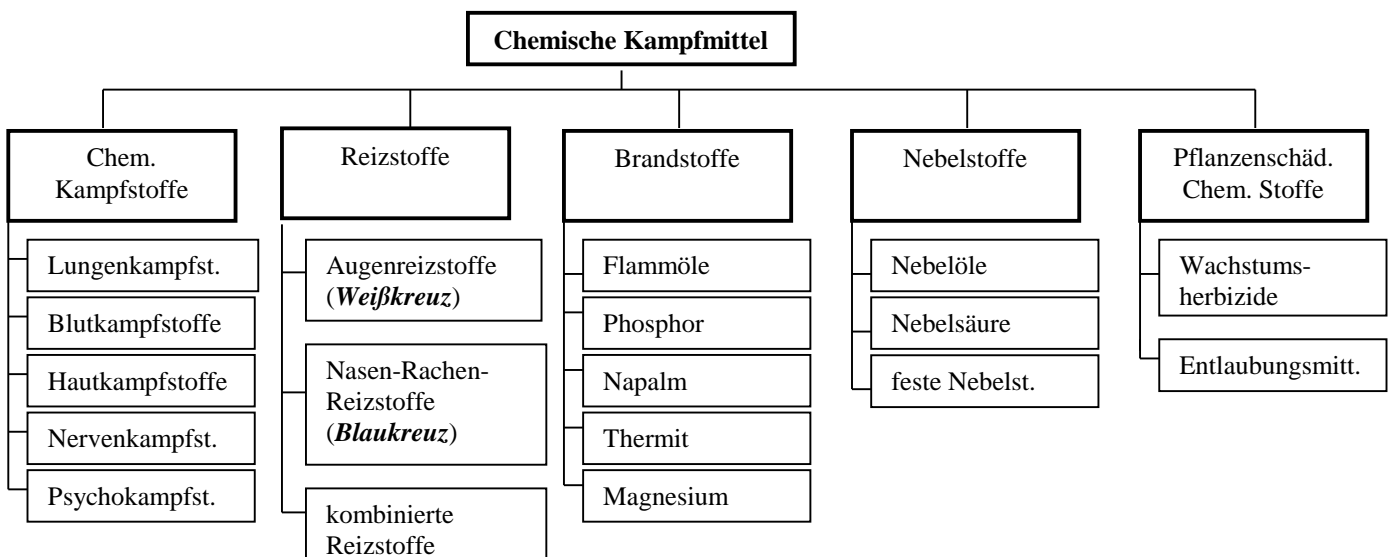
Das Arbeitsmaterial greift diese Problematik auf und möchte neben einem kurzen historischen Teil zur Entwicklung chemischer Waffen eine Übersicht über Systematik, Auswirkung auf Leben und deren Erstbehandlung geben.

## 1. Historisches

„Chemische Kampfstoffe“ gibt es schon seit ca. 424 vor Christus. So wurde zum Beispiel, durch das Verbrennen von Schwefel, potenzielle Gegner mit den dabei entstehenden Schwefeldioxid vergiftet. 1915 setzte die deutsche Heeresleitung erstmals Chlorgas im großen Stil ein. Etwa 150 Tonnen wurden freigesetzt und es entstand eine sechs Kilometer breite und 900 Meter tiefe Wolke die sich auf die feindlichen Stellungen zu bewegte. In den folgenden Jahren wurden immer mehr und gefährlichere Kampfstoffe entwickelt und hergestellt. In Deutschland lehnte man eine Einteilung an die Markierungen an, mit denen die Granaten zur schnellen Identifizierung gekennzeichnet wurden. So wurden ätzende Kampfstoffe als *Gelbkreuz*, erstickende als *Grünkreuz*, Nasen- und Rachen-Reizstoffe als *Blaukreuz* und Augenreizstoffe als *Weißkreuz* bezeichnet. Auch andere Staaten griffen auf die im ersten Weltkrieg gemachten Erfahrungen zurück und entwickelten weitere Kampfstoffe. Zum Beispiel setzte 1922 Spanien gegen Marokko oder 1936 Italien gegen Äthiopien Hautkampfstoffe ein. Mitte der dreißiger Jahre gelang deutschen Wissenschaftlern die Entwicklung und später auch die Produktion von Nervenkampfstoffen. In der heutigen Zeit spielt vor allem der Hautkampfstoff Lost eine wichtige Rolle. Er wurde zum Beispiel vom Irak mehrmals gegen den Iran eingesetzt.

## 2. Chemische Kampfmittel

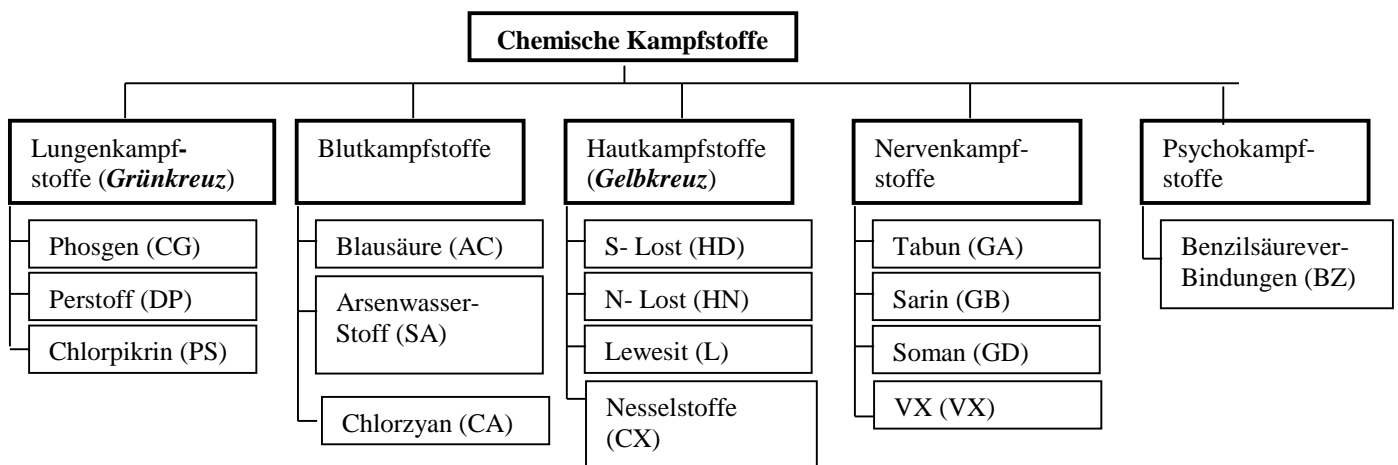
Chemische Kampfmittel bezeichnen als Sammelbegriff sämtliche auf chemischem Wege schädigende Substanzen und schließen die chemischen Kampfstoffe mit ein.



## 2.1. Chemische Kampfstoffe

Chemische Kampfstoffe sind indes nach ihrer Wirkung auf den Menschen klassifiziert. Sie können den Menschen vorübergehend, nachhaltig oder tödlich vergiften. Es handelt sich dabei um chemische Substanzen in gasförmigem, flüssigem oder festem Zustand, die aufgrund ihrer toxischen Wirkung gegen Menschen und Tiere eingesetzt werden können.

### 2.1.1. Zusammenstellung Chemischer Kampfstoffe



### 2.1.2. Lungenkampfstoffe

Lungenkampfstoffe sind die ältesten Kampfstoffe überhaupt. Das bekannteste, das Chlor, eignet sich aufgrund des unsicheren Blasverfahrens heute kaum noch für militärische Zwecke. Jedoch sind in der Industrie Chlorgasunfälle keine Seltenheit (Leckagen in Schwimmbädern oder in Industriebetrieben).

Militärische Bedeutung haben nach wie vor die Substanzen Phosgen, Diphosgen (Perstoff) und Chlorpikrin (Klop).

- Phosgen
- wurde 1811 von I.H. Davy entdeckt als er Kohlendioxid und Chlor dem Sonnenlicht aussetzte
  - es riecht heuartig, ist farblos, hat einen Siedepunkt von 8°C und ist etwa dreimal so schwer als Luft
  - bei 20 °C gasförmig und flüchtig
- Diphosgen (Perstoff)
- auch Perchlorameisensäuremethylester oder Perstoff genannt
  - erstmals von der Reichswehr am 19. Mai 1916 an der Maas eingesetzt
  - ist eine ölige gelbbraune Flüssigkeit mit einem Siedepunkt von 127°C
- Chlorpikrin (Klop)
- entdeckt durch den englischen Chemiker Stenhouse 1848 durch die Behandlung von Chlorkalk mit Pikrinsäure
  - ist farblos, leicht ölig, flüchtig und hat eine Siedetemperatur von 113°C und ist anders als die anderen beiden nicht wasserlöslich

Auffallend bei einer Lungenkampfstoffvergiftung ist die Ausbildung eines toxischen Lungenödems, welches durch Atemnot, grobblasige Atemgeräusche und schaumig-roten Auswurf begleitet wird. Der Betroffene ist ängstlich, hat Brustschmerzen und zeigt Anzeichen eines drohenden Schocks. Da die Symptome über Stunden verzögert auftreten können, muss die mögliche Aufnahmezeit beachtet werden. Sie können zu schweren Erkrankungen und zum Tod durch Erstickung führen. Dieses Krankheitsbild ist aus der Notfallmedizin ausreichend von Reiz- und Rauchgasintoxikationen bekannt. Wasserlösliche Substanzen wie Nitrose Gase oder eben Phosgen schädigen vor allem die unteren Atemwege, während Ammoniak oder Chlor vorwiegend die Augen und obere Atemwege angreifen und erst in höheren Konzentrationen bis in die Alveolen vordringen.

Als Entgiftungsmöglichkeit haben wir nur die Möglichkeit der Zufuhr von frischer Luft und bei betroffenen Personen die Gabe von Sauerstoff. Kontaminierte Kleidung ist separat abzulegen und als Sondermüll zu entsorgen.

Ersthilfemaßnahmen sind die Schockbekämpfung, Sauerstoffgabe und die inhalative Kortikosteroidgabe, wobei Dexamethason oder Budesonid zum Einsatz kommen.

### 2.1.3.Hautkampfstoffe

Ihre Verwendung geht bis in den ersten Weltkrieg zurück, aber hauptsächlich kamen sie im Iran-Irak Krieg und im Kampf gegen die Kurden zum tragen. Hier möchten wir auf die Stickstoff- und Schwefelloste, arsenhaltige Kampfstoffe (Lewisit) und die Nesselstoffe (Phosgenoxim) eingehen. Allen drei Stoffgruppen ist gemein, dass sie neben einer lokalen Wirkung auf die Haut zusätzlich den Körper systematisch schädigen können. Vor allem Loste sind heute noch potente und leicht herzustellende Kampfstoffe.

Lost leitet sich aus den Namen der Chemiker Lommel und Steinkopf ab.

- Schwefellost (HD) - wurde bereits 1860 entdeckt, jedoch erst 1916 wurde die extreme Hauttoxizität festgestellt  
- Engländer prägten aufgrund des Geruchs den Begriff "Mustard Gas"(Senfgas)  
- bei 20°C flüssig und sesshaft, Geruch nach Meerrettich, Zwiebeln oder Knoblauch
- Stickstofflost (HN) - umfasst drei verschiedene Substanzen, wobei das HN-3-Lost durch seine Geruchslosigkeit und geringe Flüchtigkeit die höchste Giftigkeit entwickelt  
- durch verdicken mit Wachs, Harzen oder Polystyrol zu Zähllost, kann eine besonders lange Kontamination bewirken, die selbst Jahrzehnte später noch nachzuweisen ist  
- auch ohne Verdickung durchdringen sie nahezu jedes Gewebe  
- Geruch nach Tran, Fisch oder Firnis
- Lewisit (L) - auch Chlorvinylarsindichlorid, geht auf den amerikanischer Militärchemiker Lewis zurück  
- farbloser, nach Geranien riechende Flüssigkeit mit einen Siedepunkt von 190°C und einer Temperatur von -18°C wo es noch flüssig bleibt, - es ist flüchtiger als die Loste  
- Hautkontakt ruft sofort brennende Schmerzen und Blasenbildung hervor, auch die Entzündungsreaktionen verlaufen schneller als bei den Losten
- Nesselstoffe (CX) - sofort nach Hautkontakt brennende Schmerzen, Quaddelbildung und eine starke Reizung der Augen und Atemwege  
- bei 20°C fest, wird also als Lösung angewendet, flüchtig

Nach schmerzlosen, meist unbemerkten Hautkontakt bildet sich mit einer Verzögerung von 6-8 Stunden eine scharf umgrenzter Rötung, die mit unerträglichem Juckreiz einhergeht. Etwa 24h später entstehen große, mit bernsteinfarbener Flüssigkeit gefüllte Blasen, die nach circa zwei Tagen aufplatzen und eine geschwürige, schlecht heilende Wunde hinterlassen. Tatsache ist das die Hautläsionen nicht nur im Bereich der direkten Einwirkung entstehen, sondern durch den verdampfenden Kampfstoff auch an anderen Körperstellen einwirken kann. Bei Kontakt mit den Augen, kann es bis zu einer völligen Erblindung kommen.

Es werden, egal bei welcher Aufnahmeart, Symptome wie Kopfschmerz, Übelkeit, Erbrechen, Bauchschmerz, Appetitlosigkeit und eine gestörte Blutbildung sowie eine erhöhte Infektanfälligkeit und Kräfteverlust wahrgenommen.

Bei Eigenkontamination, ohne ABC- Schutzausrüstung, ist der ABC- Selbsthilfesatz sofort anzuwenden. Mit Losten kontaminierte sind schnellstens zu dekontaminieren. Bei Stickstoff- Lost ist mit dem Entgiftungsstoff 2 (Natriumhydrogensulfat) und anschließend mit Chlorkalk zu reinigen. Sonst ist der Entgiftungsstoff 1 (Chlorkalk), Seife (oder andere alkalische Reinigungsmittel) und Wasser zu nutzen. Oder auch das Spezialentgiftungsmittel Chloramin. Bei Lewisit sind Antidote wie Dimercaprol anzuwenden.

### 2.1.4.Blutkampfstoffe

Auch hier wurden einige Blutkampfstoffe schon im ersten Weltkrieg eingesetzt. Zum Beispiel 1916 setzten franz. Truppen größere Chlorcyanvorräte, das sogenannte Mauguinite oder Vitrite ein.

In der Gruppe der Blutkampfstoffe werden Blausäure (Cyanwasserstoff), Chlorcyan und Arsenwasserstoff zusammengefasst. Insbesondere die Blausäure und ihre Salze zählen zu wichtigen Industriechemikalien welche in der galvanischen Industrie oder als Entwesungsmittel Verwendung finden. Aber auch Brandgase vieler Kunststoffprodukte enthalten Blausäure und stellen so eine erhebliche Gefahr für das Rettungspersonal dar.

- Blausäure(Zyklon B) - 1782 durch den schwedischen Chemiker Scheele hergestellt  
- wasserklare Flüssigkeit mit einem Siedepunkt von 26°C und einem intensiv Geruch nach Bittermandel

- schädigt Sauerstoffaufnahme durch Hemmung des Atmungskettenenzym Cytochromoxidase, dadurch kommt es zur inneren Erstickung
- für einen Kampfstoffeinsatz müssen hohe Konzentrationen in der Umgebungsluft herrschen

Chlorcyan (CK)

- verhält sich in den Eigenschaften sehr ähnlich denen der Blausäure, ist aber Gasförmig
- Siedepunkt bei 12,5°C und reizt zusätzlich Augen und Atemwege

Arsenwasserstoff (SA)

- führt zu einer Auflösung der Erythrozyten (rote Blutkörperchen), Dunkelroter Harn mit der Gefahr eines akuten Nierenversagens
- Wirkungseintritt erst nach einigen Stunden, bei hoher Konzentration Tod durch Nierenversagen oder hochgradige Blutarmut
- sehr schwacher Knoblauchgeruch

Symptomatisch für eine Cyanidvergiftung sind Angstgefühl, Schwindel, Atemnot mit gesteigerter Atemfrequenz, Übelkeit und Erbrechen sowie starke Brustschmerzen. Bei sehr starken Fällen treten Streckkrämpfe, Bewußtlosigkeit, geweitete Pupillen, Schnappatmung bis zu akuten Herz-Kreislaufstillstand auf. Da es sich um eine Sauerstoffverwertungsstörung und nicht um einen Sauerstoffmangel handelt, sehen Betroffene meist rosig und nicht bleich-zyanotisch aus! Es werden vor allem die Leber, Milz und Nieren geschädigt.

Erstmaßnahmen begrenzen sich auf Frischluftzufuhr bzw. Lüften, erhöhtem Eigenschutz und dem allgemeinen Maßnahmen wie Oberkörper hoch lagern, Sauerstoffgabe, Herz-Kreislaufstabilisierung. Weitere Ärztliche Maßnahme wäre die Antidotgabe von DMAP und Natriumthiosulfat.

### 2.1.5. Nervenkampfstoffe

Diese Gruppe zählt zu den gefährlichsten und wirksamsten Giften überhaupt. Es handelt sich dabei um toxische Organophosphate, deren Gefährlichkeit für den Menschen Mitte der dreißiger Jahre bei Forschungsarbeiten über Insektizide entdeckt wurde. Zu den Nervenkampfstoffen rechnet man die sogenannte G-Serie Tabun (GA), Sarin (GB) und Soman (GD), deren Abkürzungen sich von der amerik. Bezeichnung German herleitet, sowie das nach dem Zweiten Weltkrieg entwickelte VX. Die ersten Gifte waren ausschließlich Inhalationsgifte, aber eine chemische Modifikation sorgte für eine zuverlässige Aufnahme über die Haut. So ergibt sich zwangsläufig der Ganzkörperschutz, um eine schnelle Giftaufnahme durch die Haut zu unterbinden. Durch Zusatz polymerer Verbindungen erhöht sich die Sesshaftigkeit der Nervenkampfstoffe, um so über einen längeren Zeitraum schädigen zu können. In ihren chemischen Eigenschaften unterscheiden sich die Nervengifte nur gering. Sie sind allesamt nahezu geruchslose, farblose Flüssigkeiten, die sich schwer in Wasser lösen. Sarin besitzt mit 147°C den niedrigsten Siedepunkt und den höchsten Dampfdruck, weshalb es relativ flüchtig ist, VX hingegen gilt als äußerst sesshafter Kampfstoff.

Der Wirkmechanismus beruht auf die Ausschaltung bestimmter Enzyme und derer Wirkung auf Nerven und Organe. Verschiedene Rezeptoren sind daran beteiligt und dementsprechend sind die Symptome. Schweißausbrüche, Muskelzucken, Engegefühl in der Brust, Pupillenveränderungen, Tränen- und Speichelfluss, Atemnot, Übelkeit, Erbrechen, Magenkrämpfe, epileptische Anfälle, Desorientiertheit, Bewusstlosigkeit bis hin zum Atemstillstand.

Die Hilfsmaßnahmen für den Helfer sind auch hier unter peinlich genauen Eigenschutzmaßnahmen durchzuführen, um eine Kontaktvergiftung zu vermeiden. Schon bei Verdacht auf Nervenkampfstoffe sind der Atem anzuhalten, ABC-Schutzmaske/ Schutanzug aufsetzen und Wunden mit dem Wundschutzverband des ABC-Selbsthilfesatzes abzudecken. Zur Selbsthilfe sei gesagt, dass auch hier der ABC-Selbsthilfesatz sofort anzuwenden ist! Bei geringsten Vergiftungsanzeichen Selbstinjektion von Atropin durch die Kleidung in die Aussenseite des Oberschenkels. Möglichst dekontaminieren durch Kleiderwechsel und Waschen mit Natriumcarbonat (Soda) in Lösung oder Seifenwasser. Bei VX ist der Entgiftungsstoff 1 (Chlorkalk) anzuwenden. Vorrangig ist der drohende Atemstillstand zu bekämpfen und die Einleitung der Antidotgabe zu Veranlassen. Wichtig ist das hier schnelles Handeln gefragt ist, um mögliche irreparable Schäden bzw. den Tod zu verhindern.

### 2.1.6. Psychokampfstoffe

Seit den sechziger Jahren gibt es Anstrengungen, Kampfstoffe zu entwickeln, die den Gegner nicht töten, sondern lediglich vorübergehend kampf- und handlungsunfähig machen sollen. Die Schwierigkeit liegt in der Ausbringung einer militärisch wirksamen Dosis.

- Lysergsäurediäthylamid(LSD) - bereits 75 Mikrogramm reichen aus um Trugbilder, Angstpsychosen und Enthemmung hervorzurufen
- könnte als Wasserkontaminationsmittel oder in Aerosolform ausgebracht werden
  - als Aerosol flüchtig, als staubförmiger Niederschlag sesshaft
- Benzilsäureester (BZ)
- ist ein Stoff, der ausschließlich für diese Verwendung entwickelt wurde
  - ist ein farblos, kristallines Pulver und in Wasser kaum löslich
  - muss somit oral oder als Aerosol aufgenommen werden
  - hemmt die Erregungsübertragung an den muskarinergen Rezeptoren

BZ wirkt umgekehrt wie die Nervenkampfstoffe: es trocknet die Schleimhäute aus, trocken- gerötete Haut, erweiterte Pupillen, schneller Herzschlag, Harnverhalten und Verstopfung. Bei der Behandlung ist entscheidend, dass bewaffnete Personen sofort entwaffnet werden, um eine mögliche Eigen- oder Fremdgefährdung zu vermeiden. Zur Entgiftung ist die Bekleidung gesondert abzulegen und den Körper mit Seifenwasser oder mit chlorabspaltenden Mitteln abzuwaschen. Augen sind mit sauberen Wasser auszuspülen. Im weiteren Verlauf ist die Antidotgabe von Physiostigmin Erfolg versprechend.

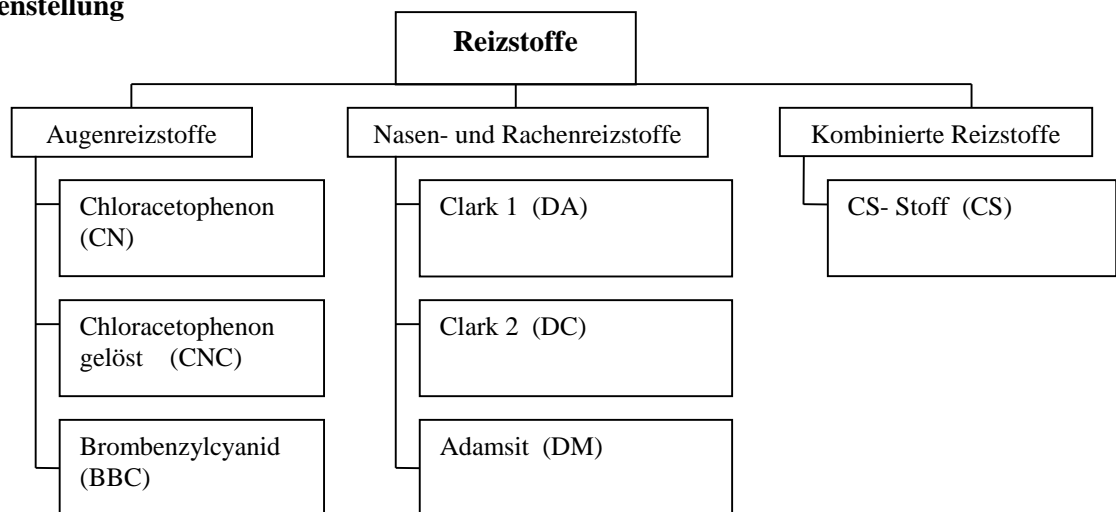
### 2.1.7.Schutzmaßnahmen

- ständiges Mitführen bzw. tragen der ABC- Schutzausrüstung und das Üben der schnellen Handhabung
- ABC- Selbsthilfesatz mitführen und die Anwendung beherrschen
- auf Anzeichen eines Kampfmiteinsatzes achten (Krankheitszeichen, Trübung der Luft, Gerüche, u.a.)

## 2.2.Reizstoffe

Reizstoffe sind für den militärischen Einsatz geeignete chemische Verbindungen, wie z.B. Adamsit, Clark 1, Clark 2 oder die bekannten Tränengase CN und CS. Sie erzielen bei normaler Konzentration eine Kurzdauernde, heftige, aber ohne nachhaltige Folgen abklingende Reizwirkung. Nach ihrer Wirkungsart auf den menschlichen Körper werden die Reizstoffe eingeteilt in Augenreizstoffe, Nasen-Rachen-Reizstoffe und kombinierte Reizstoffe.

### 2.2.1.Zusammenstellung



### 2.2.2.Augenreizstoffe(Weißkreuz- Kampfmittel)

Augenreizstoffe verursachen vorrangig Tränenfluss und behindern die Sehfähigkeit. Ist die Dosis sehr hoch, entsteht auch eine Reizwirkung im Rachen- und Nasenraum, sowie ein starker krampfhafter Lidschluss.

- Chloracetophenon (CN) - bei 20°C fest, in fester Form sesshaft und in Aerosolform flüchtig (CNC)
- Brombenzylcyanid (BBC) - bei 20°C fest, technisch gesehen flüssig, ist sesshaft bis flüchtig

Zu Erkennen am stark stechendem Geruch und der sofortigen Augenreizung. Die Schutzmaßnahmen beschränken sich auf das Schließen der Augen, Atem anhalten und aufsetzen der Atemschutzmaske. Bei Spritzern in den Augen, ist der ABC- Selbsthilfesatz anzuwenden. Alle Beschwerden gehen von allein zurück!

### 2.2.3.Nasen- und Rachenreizstoffe(Blaukreuz)

Diese Reizstoffe verursachen nach einigen Minuten starke Übelkeit, Kratzen im Hals, Atemnot und Beklemmungsgefühle. Wichtig ist hier, das nach aufsetzen der Atemschutzmaske, sich alle Erscheinungen steigern. Bei diesen dann Maske nicht abnehmen, Symptome vergehen nach 1-2 Stunden.

Clark 1 (Diphenylarsinchlorid-DA)

Clark 2 (Diphenylarsincyano-DI oder DA) - alle Stoffe sind bei 20°C fest und sesshaft, sind aber in Aerosolform Adamsit (Phenarsazinchlorid-DM) Aerosolform flüchtig, muffiger Geruch

Clark leitet sich aus dem Begriff **Chlor-Arsen-Kampfstoff** ab. Diese Reizstoffe wurden in den Weltkriegen mit **Blaukreuz** bezeichnet bzw. gekennzeichnet.

Als Hilfsmaßnahmen sind der Atem anzuhalten, Atemschutzmaske aufsetzen und in reizarmer Luft die Bekleidung zu wechseln, sowie Gurgeln mit lauwarmer Flüssigkeit. Auch hier gehen die Symptome nach einiger Zeit von allein zurück.

### 2.2.4.Kombinierte Reizstoffe

Hier ist die Wirkung von Augen- und Nasen-Rachenreizstoffen kombiniert. Zu den Symptomen der einzelnen Reizstoffe kommen noch folgende dazu: - starker Nasen- und Speichelfluss, -Brennen der Haut, -schwere Bindehautentzündungen und starkes Brennen im Rachenraum.

CS-Stoff (o-Chlorbenzylidenmalodinitril- CS) - stechender, pfefferartiger Geruch, sofortige Reizwirkung  
- bei 20°C fest und flüchtig

Mit Ausnahme der Bindehautentzündung verliert sich die Wirkung in sauberer Luft nach schon 15-20 Minuten. Zu beachten ist hier, dass erst nach 6 Stunden geduscht werden kann. Denn Feuchtigkeit verstärkt das Brennen auf der Haut. Nur größeren Mengen Reizstoffes auf der Haut, möglichst bald mit viel Wasser abspülen.

## 3.Physikalisch-Chemische Eigenschaften

*Schmelz- und Siedepunkt (°C)*-Der Schmelzpunkt einer chemischen Verbindung ist die Temperatur, bei der sie vom festen in den flüssigen Aggregatzustand übergeht.

Als Siedepunkt ist die Temperatur definiert, bei der eine Flüssigkeit in den gasförmigen Aggregatzustand übergeht. Während des Siedens ist der Dampfdruck der Flüssigkeit gleich dem äußeren Luftdruck.

Die meisten chemischen Kampfstoffe liegen bei 20°C als Flüssigkeit vor. Einige Reizstoffe (z.B. Clark1 und 2, Adamsit, CN, CS) liegen bei 20°C in festem Zustand vor, während verschiedene Kampfstoffe (Phosgen, Chlorcyan) bei dieser Temperatur bereits gasförmig vorliegen.

*Flüchtigkeit mg/l oder mg/m<sup>3</sup>* -Der Flüchtigkeit eines Stoffes ist ein Maß für die Neigung eines Stoffes vom festen oder flüssigen in den gasförmigen Zustand überzugehen. Je höher der Dampfdruck/ je niedriger der Siedepunkt eines Stoffes ist, desto größer ist seine Flüchtigkeit. Chemische Reiz- und Kampfstoffe mit Siedepunkten unter 130°C bis etwa 150°C werden allgemein als flüchtig bezeichnet.

*Sesshaftigkeit*

-Die Sesshaftigkeit gibt an, wie lange ein Stoff bis zu seiner völligen Verdampfung/ Verflüchtigung im offenen Gelände haftet. Als relative Sesshaftigkeit wird der reziproke Wert des Verhältnisses der Verdampfungsgeschwindigkeit des Wassers

definiert. Die Verdampfungsgeschwindigkeit wird bei 15°C als 1 gesetzt. Stoffe mit Siedepunkten zwischen 150°C und 300°C gelten als sesshaft.

### Löslichkeit

-Als Löslichkeit eines Stoffes in einem Lösungsmittel wird die Maximalkonzentration (Sättigungskonz.) bezeichnet, bei der der Stoff noch nicht ausfällt. Die meisten chemischen Kampfstoffe sind schlecht oder nur begrenzt in Wasser löslich (z.B. S-Lost, VX). In der Regel sind sie gut lipidlöslich, wodurch eine leichte Diffusion durch die Haut ermöglicht wird. Für die Dekontamination der in Wasser wenig löslichen Stoffe mittels Hydrolyse muss beachtet werden, dass nur der Anteil in der Lösung bzw. an der Grenzfläche erreicht wird.

### Persistenz (Sesshaftigkeit)

- Für einsatztaktische Zwecke wird in der Regel als Persistenz die Zeit bezeichnet, die ein Stoff in einem bestimmten Gelände bis zu seiner völligen Verflüchtigung benötigt. Die Persistenz hängt nicht nur von den Stoffeigenschaften ab. Auch die meteorologischen Bedingungen (Temp. Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit) und die Geländebeschaffenheit (Bodenbeschaffenheit, Bewuchs, Topographie) beeinflussen die Persistenz. Die Sesshaftigkeit eines Stoffes kann darüber hinaus durch Zusätze beeinflusst werden (z.B. Kautschuk zu S-Lost = Zäh-Lost).

## 3.2. Schmelz- und Siedepunkte wichtiger Kampf- und Reizstoffe

Substanz	Schmelzpunkt °C	Siedepunkt °C
Clark 1 (Diphenylarsinchlorid)	44	333
Clark 2 (Diphenylarsincyamid)	31,5	346
Dick (Ethylarsindichlorid)	-65	155
Pfiffikus (Phenylarsindichlorid)	-20	256
Adamsit (Phenarsazinchlorid)	195	410
Lewisit (Isomerengemisch)	-10	180
<b>S-LOST</b>	14	218
<b>N-LOST</b>	-4	230
Tabun, GA	-48	240
Sarin, GB	-57	151
Soman, GD	-70	167
VX	-30	300
DFP	-82	183
<b>CN</b>	57	245
<b>CS</b>	95	310- 315
<b>CR</b>	72	?
Blausäure	-13	26
Phosgen	-118	8,2

## 3.3.Persistenz ausgewählter Kampfstoffe

Kampfstoff		Witterungsverhältnisse		
		Sonnig, um 20°C leichte Brise	nass und windig um 10°C	windstill, sonnig, Schneedecke, um -10°C
S-LOST	(HD)	2-7 Tage	1 1/2-2 Tage	2-8 Wochen
Tabun	(GA)	1-4 Tage	1 1/2-6 Stunden	1 Tag- 2 Wochen
Sarin	(GB)	1/4-4 Stunden	1/4-1 Stunde	1-2 Tage
Soman	(GD)	2 1/2-5 Tage	3-36 Stunden	1-6 Wochen
Kampfstoff VX		3-21 Tage	1-12 Stunden	1-16 Wochen

## 4. Biochemisch- toxikologische Eigenschaften

Chemische Kampfstoffe können als sesshafte und nicht sesshafte Stoffe vorliegen. Je niedriger der Siedepunkt einer Substanz ist, desto weniger sesshaft ist sie. Liegt der Siedepunkt unter 130°C bezeichnet man den Kampfstoff als nicht sesshaft.

Meteorologische Einflüsse wie beispielsweise eine starke Sonneneinstrahlung können die Sesshaftigkeit beeinflussen, da diese unter anderem temperaturabhängig ist.

In der Praxis leitet man von der Sesshaftigkeit eines Kampfstoffes auch den Zeitraum ab, in der ein Gelände gesundheitsschädigend kontaminiert ist. Hierbei ist zu beachten, dass durch Verdunstung auch die nicht unmittelbar betroffene Umgebung ebenfalls gefährdet sein kann. Die Wirkdauer ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Die für den Menschen relevante Toxizität ergibt sich zusätzlich aus der Giftigkeit und der Einwirkzeit des schädigenden Stoffes.

### 4.1. Wichtige Begriffe für die toxikologischen Eigenschaften

*Reizschwelle (mg/m<sup>3</sup>)* – als Reizschwelle wird die Mindestgiftkonzentration in der Umgebungsluft bezeichnet, die gerade noch die für das jeweilige Gift typische Reizwirkung, z.B. Augenbrennen, auslöst. Diese minimale Wirkdosis dient ebenfalls der Charakterisierung von Reizstoffen.

*Erträglichkeitsgrenze (mg/m<sup>3</sup>)* – ist die Konzentration eines Giftes in der Umgebungsluft, die ein gesunder Mensch ohne nachweisbare Schädigung des Organismus 1 min. lang ertragen kann. Diese Konzentration wird im ebenso als Kriterium zur Beurteilung von Reizstoffen herangezogen.

*MAK-Wert (mg/m<sup>3</sup> oder ppm)* – Maximale-Arbeitsplatz-Konzentration, sie wird als die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz bezeichnet, bei der im Allgemeinen die Gesundheit der Arbeitnehmer nicht beeinträchtigt wird. Dieser arbeitsmedizinisch relevante Wert ist auf eine wiederholte Exposition, im Allgemeinen 8h pro Tag und 40h pro Woche bezogen.

*LCT<sub>50</sub> (mg \* min/ m<sup>3</sup>)* – Letales (tödliches) Konzentrations-Zeit-Produkt für 50% der Betroffenen. Es wird gebildet aus der Giftkonzentration C (mg/m) und der Zeit T (min), die die gifthaltige Luft inhaliert wird. Je niedriger der LCT<sub>50</sub>- Wert ist, desto toxischer ist ein Giftstoff.

*ICT<sub>50</sub> (mg \* min/ m<sup>3</sup>)* – Handlungsunfähigmachendes Konzentrations-Zeit-Produkt für 50% der Betroffenen. Dieser Wert kann sowohl für tödlich wirkende Kampfstoffe, als auch für Reizstoffe mit vorübergehender Wirkung angegeben werden.

*LD<sub>50</sub>* - mittlere letale Dosis, bei Überschreitung der angegebenen Dosis sterben 50% der Betroffenen

*ID<sub>50</sub>* - mittlere inhibitorische Dosis, 50% der Betroffenen werden kampf-/leistungsunfähig, wenn die für einen Stoff festgelegte Dosis überschritten wird.



Sowohl ID<sub>50</sub> als auch LD<sub>50</sub> werden in Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht bzw. pro Mensch unter Annahme eines mittleren Gewichts von 70 Kg angegeben. Hierdurch ist ein Vergleich über die Giftigkeit eines Stoffes möglich.

Für die Risikoabwägung, mit welcher Intensität eine Person Kampfstoff in einem kontaminierten Gebiet aufgenommen hat, muss hingegen das Konzentrations-Zeit-Produkt (mg \* min je m<sup>3</sup> Luft) herangezogen werden. Demnach ist die Wirkung eines Kampfstoffes gleich, wenn eine höhere Konzentration kürzere Zeit oder eine geringere Konzentration längere Zeit auf den Menschen einwirkt. Analog dazu bezeichnet man die Konzentrations-Zeit-Produkte als ICT<sub>50</sub> bzw. LCT<sub>50</sub>.

## 4.2. Ausgewählte Toxische Daten

<b>Parameter</b> ▶ <b>Kampfmittel</b> ▼	<b>LCT<sub>50</sub></b> <b>mg x min</b> <b>m<sup>3</sup></b>	<b>ICT<sub>50</sub></b> <b>mg x min</b> <b>m<sup>3</sup></b>	<b>LD<sub>50</sub></b> <b>mg/</b> <b>70 kg</b>	<b>LC<sub>50</sub></b> <b>mg</b> <b>m<sup>3</sup></b>	<b>LC</b> <b>mg</b> <b>m<sup>3</sup></b>	<b>Erträglich-</b> <b>keitsgrenze</b>	<b>Reizschwelle</b> <b>mg</b> <b>m<sup>3</sup></b>	<b>MAK-</b> <b>Wert</b> <b>ppm</b>
Bromaceton CB- Stoff						10-30		
Chloraceto- phenon (CN)	11000	80				1-4,5		
Brombenzyl- cyanid (BBC)	4000	30				5		
o-Chlorbenzyl- idenmalodinitril	25000	10-20						
Diphenylarsin- chlorid (Clark 1)	15000	12 für 15 min				1,0	0,1	
Diphenylarsin- cyanid (Clark 2)	10000	30 für 30s 20 für 5min				0,25	0,005	
Phenarsazin- chlorid (Adamsit)	15000	22 für 1 min 8 für 60 min				0,4	0,1	
S-LOST	1500 inhal. 10000 mit Maske	200 Augen 2000 mit Maske	4200					
HN- 1	1500 inhal. 20000 mit Maske	200 Augen 9000 mit Maske						
Lewesit (L)	1200-1500 inhal. 100000 mit Maske	300 Augen 1500 mit Maske	35					
Phenyldichlor- arsan (PD)	2600 inhal.	16 durch Erbrechen 1800 durch						

		Blasenbild.					
Ethylchlorarsan (ED)	3000- 5000 inhal. 100000 mit Maske	5-10 inhal.					
Tabun (Aerosol)	100-200		3000-4000				
Sarin (Aerosol)	50-100		(200)-1700				
Soman (Aerosol)	20-40		700-1400				
VX (Aerosol)	5-15		2-10				

## 5. Antidote (Gegengifte)

Die Gegengifte haben verschiedene Wirkungsweisen und Verabreichungsmöglichkeiten, um hier einen kleinen Einblick zugeben, sollen die folgenden Erläuterungen helfen.

### Giftbindende Substanzen

z.B. – Natriumthiosulfat, fängt mit seiner Schwefelgruppe 1 verschiedene Gifte in der Blutbahn ab (z.B. Löst, Cyanide, Nitrile)  
- Britisch Anti-Lewisit (BAL) und Natrium-2,3-Dimercaptopropan-1-Sulfonat (DMPS) fangen Arsenkampfstoffe und Reizstoffe im freien und gebundenen Zustand ab

### Funktionelle Antagonisten

z.B. – Corticoide, wirken entzündungshemmend und membranabdichtend und unterdrücken z.B. das toxische Lungenödem nach Reizgasintoxikationen (Chlor, Phosgen)

### Kompetitive Antagonisten

z.B. – Atropin, wirkt als Antagonist an den muskarinartigen Acetylcholin-Rezeptoren

### Stoffwechselaktive Gegengifte

z.B. – 4-Dimethylaminophenol (4-DMAP), oxidiert das Fe (2)-Hämoglobin zu Methämoglobin und trägt damit zur lebensrettenden Entgiftung bei Vergiftungen mit Blausäure und Chlorcyan bei.

### Reaktivatoren

z.B. – Obidoxim, reaktiviert die Acetylcholinesterase bei Intoxikationen mit als Enzym-Inhibitor wirkenden organischen Phosphorsäureestern (z.B. Tabun) und Phosphorsäureestern (z.B. Sarin).

### Dexamethason-21-isonicotinat

als Antidot bei akuten Reizgasintoxikationen

Quellen: - Michael Heier (Schutz vor ABC- Waffen)  
- Dr. med. Stefan Schulz (Chemische Kampfstoffe im Blickpunkt)  
- Bertelsmannlexikon  
- Heiko Peipst (Strahlenschutz und chemische Stoffe)