

Chemische Kampfstoffe

Manuel Burkhalter
D-GESS
12.11.05

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Unterschied zwischen C-Waffen und C-Kampfstoffen	3
3. Einige chemische Kampfstoffe	3
3.1 Trilone	3
3.1.1 Sarin	3
3.1.2 Tabun	4
3.1.3 Soman	4
3.2 Blausäure	5
3.3 VX	5
4. Wirkungsweise der erwähnten chemischen Kampfstoffe	5
5. Schutzmassnahmen	6
6. Zusammenfassung	7
7. Literaturverzeichnis	8

1. Einleitung

Immer wieder berichten die Medien über Angriffe mit chemischen Kampfstoffen und ihre Folgen. Die Bevölkerung sieht sich zunehmend durch terroristische Vereinigungen mit chemischen Kampfstoffen bedroht und fühlt sich ohnmächtig etwas dagegen zu tun. Im Militärdienst wurde das Thema der chemischen Waffen und Kampfstoffen abermals aufgegriffen und über die Folgen berichtet, ohne dass jemand auf die Wirkungsweise, Herstellung und Eigenschaften bescheid wusste.

Das Ziel dieses Berichtes soll nun sein, einige Aspekte der Wirkungsweise, Herstellung und der Eigenschaften von chemischen Kampfstoffen darzulegen.

2. Unterschied zwischen C-Waffen und C-Kampfstoffen

Für den weiteren Verlauf dieses Berichtes soll hier gemäss nachfolgenden Definitionen zwischen chemischen Waffen und chemischen Kampfstoffen unterschieden werden:

- ~ Chemische Waffen sind toxische Substanzen in munitionierter Form, die in der Absicht hergestellt werden, im Rahmen einer kriegerischen Auseinandersetzung den Tod oder sonstige Körperschäden hervorzurufen.
- ~ Chemische Kampfstoffe sind toxische Substanzen, Reizstoffe oder psychotrope Substanzen in nicht munitionierter Form. Chemische Kampfstoffe werden im flüssigen (auch sesshaft) oder gasförmigen Zustand eingesetzt.

3. Einige chemische Kampfstoffe

An dieser Stelle sollen die geläufigsten chemischen Kampfstoffe sowie ihre physikalischen Eigenschaften und ihre Herstellung besprochen werden.

3.1 Trilone

Als Trilone bezeichnet man diejenigen Nervengas-Kampfstoffe, bei welchen es sich um Phosphorsäurederivate handelt. Als Beispiele sollen hier Sarin, Tabun und Soman dienen.

3.1.1 Sarin

Sarin ist eine geruchlose, farblose und bei Normaltemperatur flüssige Substanz., welche gut lipidlöslich ist. Die nach IUPAC richtige Bezeichnung für Sarin lautet Methylfluorophosphonsäureisopropylester. Für die

Herstellung von Sarin wird 2-Propanol und Methyl difluorphosphonsäure verwendet, wobei sich bei der Reaktion Fluorwasserstoff abspaltet.

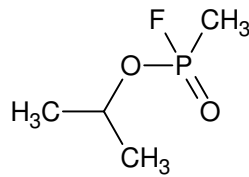


Fig. 1: Sarin

3.1.2 Tabun

Tabun ist eine farblose bis bräunliche lipophile Substanz mit leicht fruchtigem Aroma, welche bei Normaltemperatur flüssig ist und sich nur wenig in Wasser löst. Die nach IUPAC richtige Bezeichnung für Tabun lautet Dimethylphosphoramidocyanidsäureethylester. Tabun ist der erste mit Acetylcholinesterase-hemmender Wirkung entwickelte Kampfstoff und wird als weniger giftig eingestuft als Sarin.

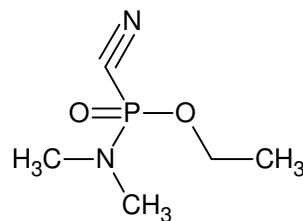


Fig. 2: Tabun

3.1.3 Soman

Soman ist eine farblose bis leicht gelbliche lipophile Substanz mit campherartigem Geruch und ist bei Normaltemperatur flüssig. Die nach IUPAC richtige Bezeichnung für Tabun lautet Methylfluorophosphonsäure-1,2,2-trimethylpropylester. Tabun ist unter den hier aufgeführten Trilonen das weitaus giftigste, wengleich auch das instabilste, Nervengas.

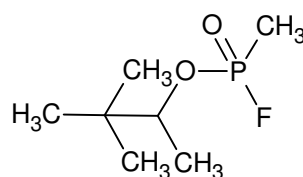


Fig. 3: Soman

3.2 Blausäure (HCN)

Blausäure ist eine farblose bis leicht gelbliche und brennbare Flüssigkeit. Sie ist gut wasserlöslich und besitzt einen charakteristischen, unangenehmen Bittermandelgeruch. Tatsächlich enthalten einige Nahrungsmittel, darunter Mandeln, Blausäure. Blausäure wird nach systematischer Nomenklatur als Cyanwasserstoff bezeichnet. Es sind einige Unfälle bekannt, bei denen unabsichtlich Blausäure hergestellt wurde weil man zu Cyanid-Ionen Säure zugegeben hat.

3.3 VX

Der als VX bezeichnete Kampfstoff ist farb- und geruchlos und ist bei Normaltemperatur flüssig. Aufgrund des relativ grossen Kohlenwasserstoff-Anteils ist VX stark lipophil und nur sehr begrenzt in Wasser löslich. Die nach IUPAC richtige Bezeichnung lautet *S*-[2-(Diisopropylamino)ethyl]-*O*-ethyl-methylphosphonothioat. Für die Herstellung von VX wird *O*-Ethyl-*O*-2-diisopropylaminoethylmethyl-phosphonit mit Schwefel in Verbindung gebracht. Die Giftigkeit von VX wird als drei Mal höher als diejenige von Sarin eingeschätzt.

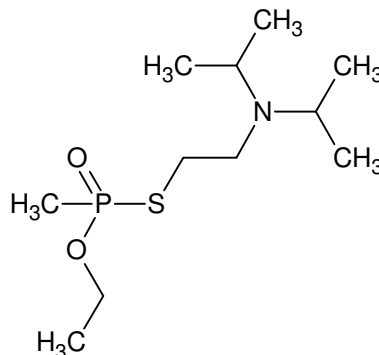


Fig. 4: VX Kampfstoff

4. Wirkungsweise der erwähnten chemischen Kampfstoffe

Die Funktionsweise unseres Körpers lässt sich vereinfacht auf das Nervensystem zurückführen. Dabei werden das vegetative- und das zentrale Nervensystem unterschieden. Das vegetative Nervensystem ist dabei weitgehend der willkürlichen Kontrolle des Bewusstseins entzogen und ist zuständig für die Vitalfunktionen (Herzschlag, Atmung, Stoffwechsel,...). Das zentrale Nervensystem dient somit unter anderem auch der Verarbeitung von Sinneswahrnehmungen und bildet die oberste Instanz für die Motorik des Organismus.

Die Verarbeitung von Reizen, das Ausführen von Bewegungen und die Funktionsweise des vegetativen Nervensystems ist auf den Ablauf von biochemischen Reaktionen zurückzuführen. Befehle oder Reize erzeugen im Körper an der Nervenzelle einen elektrischen Impuls (Aktionspotential), der entlang der Nervenzelle weitergeleitet wird. Die Entstehung des Aktionspotentials ist auf den Konzentrationsunterschied der Calcium-, Kalium-, Natrium- und Chlorid-Ionen zwischen Zelleninnen- und aussenseite zurückzuführen. Gelangt nun ein Impuls bis an das Ende einer Nervenzelle, zum Endköpfchen, so werden dort Neurotransmitter ausgeschüttet, welche über den synaptischen Spalt (Zwischenraum zwischen zwei Neuronen) zu den Rezeptoren des neuen Neurons gelangen und dort wieder ein Aktionspotential auslösen. Der Neurotransmitter wird schliesslich Abgebaut oder von der Nervenzelle aufgenommen, was zu einer Beendigung des synaptischen Ereignis führt. Einer der häufigsten Neurotransmitter ist Acetylcholinesterase das von dem Enzym Cholinesterase abgebaut wird. Gelangen nun chemische Kampfstoffe über die Atemwege oder begünstigt durch ihren lipophilen Charakter über die Haut in den Körper, so binden sie sich im synaptischen Spalt irreversibel an das abbauend wirkende Enzym Cholinesterase, wodurch das Enzym in seiner Tätigkeit gehemmt wird. Als Folge der Inaktivität der Cholinesterase kommt es zu einem Überschuss an Acetylcholin. Der Überschuss und der gehemmte Abbau des Neurotransmitters führt schliesslich zu einer Dauererregung des Nervensystems.

Als Folge der Dauererregung des Nervensystems kommt es zu Vergiftungserscheinungen. Die Symptome verlaufen zuerst gleich einer Allergie. Es kommt anfänglich zu einer Überproduktion der Schleimdrüsen der Nase, erhöhtem Speichelfluss, Sehstörungen einhergehend mit der Verengung der Pupillen und leichter Atemnot. Werden zu dieser Zeit keine Gegenmassnahmen ergriffen, so sind weiter Augenschmerzen, Muskelzucken und schwere Krämpfe, Schweissausbrüche, Erbrechen, unkontrollierter Stuhlabgang, Bewusstlosigkeit und akute Atemnot festzustellen, was schliesslich zum Tode führt.

Im Gegensatz zu den Trilonen und VX wirkt Blausäure nicht auf das Nervensystem. Blausäure wird durch Inhalation inkubiert und reagiert in den Mitochondrien mit dem Eisen-III-Ion der Cytochrom-Oxidase unter Bildung eines Komplexes, wodurch schliesslich die Zellatmung zum Erliegen kommt, da der Sauerstoff nicht mehr Energiebringend verwertet werden kann. Allgemein bekannt ist auch die Bindung des Cyanids an das Eisen-Ion im Hämoglobin und der damit verbundenen Inaktivierung, jedoch ist diese Reaktion vergleichsweise gering.

5. Schutzmassnahmen

Ist mit einem Kontakt von chemischen Kampfstoffen zu rechnen, so ist ein adäquater Schutz der Haut und der Atemwege notwendig. Ein angemessener Schutz wird dabei durch das Tragen einer Schutzmaske und plastifizierter, mit Aktivkohle bestückter Schutzkleidung gewährleistet. Die Plastikeinlagen inhibieren hierbei die Diffusion des Kampfstoffs durch das Gewebe der Kleidung auf die Haut. Die Aktivkohle, welche sich im Schutzfilter der

Schutzmaske und der Kleidung befindet, dient der absorption des Kampfstoffs, wodurch dieser nicht weiter eindringen kann. Weiter wird eine präventive Einnahme von Pyridostigmin -Tabletten nahegelegt. Pyridostigmin wirkt dabei ähnlich wie die Kampfstoffe selbst: Nach der oralen Einnahme der Tabletten und der Verteilung des Wirkstoffs im Körper bindet sich das Pyridostigmin an die Cholinesterase, hier jedoch reversibel. Der Schutz besteht nun darin, dass das Pyridostigmin bei einer Kontaminierung des Organismus mit Hilfe von Atropin entfernt werden kann, wodurch ein Teil der Cholinesterase wieder funktionstüchtig wird. Ist es bereits zu einer Kontamination des Organismus mit chemischen Kampfstoffen gekommen, so ist es notwendig ein Muskelrelaxan zu spritzen, wodurch eintretende Krämpfe vorläufig unterdrückt werden können. Weiter wird zugleich Diazepam verabreicht, was eine Angstlösende und antiepileptische sowie beruhigende Wirkung aufweist. Um die Speichel- und Schleimsekretion zu hemmen kann auch Atropin verabreicht werden. Für die Nachbehandlung, welche einige Wochen in anspruch nehmen kann, wird Obidoxim verwendet, was zu einer regeneration der Cholinesterase führt.

6. Zusammenfassung

Abschliessend lassen sich folgende Aussagen machen:

- ~ Chemische Kampfstoffe sind sehr giftige Substanzen, welche schon in geringen Mengen die lebensqualität drastisch erniedrigen können.
- ~ Chemische Kampfstoffe sind deshalb besonders gefährlich, weil sie grundsätzlich weder sichtbar und noch riechbar sind.
- ~ Die Herstellung von chemischen Kampfstoffen liegt einigen trivialen Reaktionsmechanismen zugrunde und erfordert kein Fachwissen, was sie wiederum etwas gefährlicher macht.
- ~ Die für die Herstellung von chemischen Kampfstoffen erforderlichen Edukte sind weitgehend ungiftige Substanzen und relativ leicht zu besorgen, was in Verbindung mit dem vorangehenden Punkt eine weitere Gefahr birgt.
- ~ Entgegen der Einfachheit der Herstellung ist die Vernichtung von chemischen Kampfstoffen wesentlich anspruchsvoller, da Öfen vorhanden sein müssen, in denen die giftigen Substanzen verbrannt werden können, ohne das giftige Abbauprodukte entstehen.
- ~ Bei einem Angriff mit chemischen Kampfstoffen ist die Bevölkerung unzureichend geschützt.
- ~ Werden chemische Kampfstoffe in gasförmigem Zustand eingesetzt, können sehr grosse gebiete durch die Verbreitung mit dem Wind kontaminiert werden.
- ~ Chemische Kampfstoffe sind sehr Witterungsbeständig und lassen sich nur durch alkalische Lösungen oder verbrennen vernichten.

7. Literaturverzeichnis

Biologie, Neil A. Campell/ Jane B. Reece, 6. Auflage
Biologie heute SII, Schrödel Verlag GmbH 1997, Hannover
Chemie, das Basiswissen der Chemie, Charles E. Mortimer, 8. Auflage
Fluka, Riedel-de Haën, Laborchemikalien und analytische Reagenzien, 2005
Reglement 52.163d AC Schutzdienst, 1995
Reglement ABC Merkpunkte für Kader, 2004
<http://www.roempp.com/prod/index1.html>