



2015

Factsheet VX

1. Allgemeines

VX (O-Ethyl-S-2-(N,N-diisopropylamino)ethyl-methylthiophosphonat) ist eine organische Phosphorverbindung und gehört als Nervengift zusammen mit den drei „klassischen“ Nervengiften Tabun, Sarin und Soman zu den giftigsten chemischen Kampfstoffen. Andere Bezeichnungen für VX sind MPT oder Tx60 (<https://www.opcw.org/protection/types-of-chemical-agent/>).

Bei der Suche nach einem Ersatz für das Pestizid DDT stiessen britische Forscher 1952 auf die Substanz VX, welche unmittelbar toxisch für Insekten wie für Säuger wirkte. Die Technologie zur Herstellung von VX wurde vorerst in Grossbritannien, später nur noch in den USA entwickelt. Ab 1955 bereitete die damalige Sowjetunion eine eigene Version eines sogenannten V-Stoffes (RVX) von ähnlicher chemischer Struktur für die militärische Anwendung vor. Die USA verfügten über Spraytanks und Bomben für VX. Weitere mögliche Einsatzmittel sind Artillerieraketen oder Minen. Es wurde auch an der Binärtechnik für den Einsatz gearbeitet, bei der die hochtoxische Flüssigkeit erst nach dem Abwurf der Bomben oder nach dem Abfeuern der Geschosse oder Raketen aus relativ ungiftigen Ausgangsstoffen hergestellt wird.

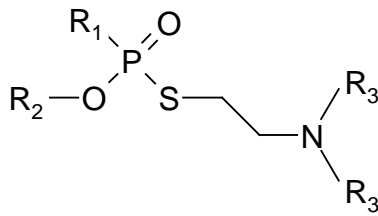
Es sind bisher keine Fälle bekannt, in denen V-Stoffe für Kriegs- oder Terrorzwecke eingesetzt wurden. Mit 4500 Tonnen VX teilweise munitioniert und ca. 15200 Tonnen RVX besaßen die USA und Russland am meisten dieser Stoffe. Zudem hat der Irak nach dem zweiten Golfkrieg 1990 deklariert, Forschungsarbeiten zur Herstellung von VX betrieben zu haben.

Verschiedene andere Länder wurden ebenfalls verdächtigt chemische Waffen zu lagern und/oder zu produzieren. Eine Reihe von Industriestaaten (organisiert in der Australiengruppe) versucht, durch Absprache von Exportkontrollen für kritische Güter (z.B. Chemikalien, Anlagebauteile) die Proliferation (Weiterverbreitung) von chemischen Waffen zumindest zu erschweren (<http://www.australiagroup.net/de/>).

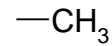
Das 1997 in Kraft getretene Chemiewaffenübereinkommen (<https://www.opcw.org/chemical-weapons-convention/>) verlangt, dass die Vorräte an chemischen Waffen innert 10 Jahren vernichtet werden müssen, jedoch wurden bis März 2015 nur etwa 87 % der von den Mitgliedstaaten deklarierten ~72'500 Tonnen Chemiewaffen zerstört. Die internationale Organisation für das Verbot von chemischen Waffen (OPCW) verifiziert die Vernichtung sowie die deklarierte Produktion, Verarbeitung und den Verbrauch von kritischen Chemikalien (mögliche Ausgangsstoffe für chemische Kampfstoffe).

2. Chemische Struktur

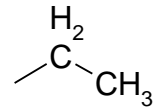
VX ist ein Phosphonsäureester mit folgender Struktur:



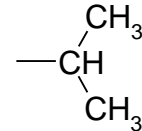
R₁: Methyl



R₂: Ethyl



R₃: Isopropyl



3. Chemische und physikalische Eigenschaften

Schmelzpunkt	-50 °C
Siedepunkt	298 °C (Zersetzung)
Flüchtigkeit (20 °C)	10 mg/m ³
Wasserlöslichkeit	5 %
Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln	gut in polaren, sehr gut in apolaren organischen Lösungsmitteln
Hydrolyse (Abbau in Wasser)	Halbwertszeit (25 °C): 1,8 min pH 14 2 h pH 12 40 h pH 7 100 d pH 2 – 3
Geruch:	geruchlos (wenn rein)
Farbe:	leicht gelblich, ähnlich wie leichtes Motorenöl
Entgiftung:	Entgiftungspulver sowie Seife oder spezifische Dekontaminationsmittel gegen chemische Kampfstoffe

4. Nachweis

VX kann mit den Methoden der chemischen Instrumentalanalytik nachgewiesen werden. Der Vergleich mit Massenspektren, Infrarotspektren oder Kernresonanzspektren der reinen Substanz macht die Identifikation zweifelsfrei möglich. Von möglicherweise entstandenen Abbauprodukten kann zumindest auf die Substanzklasse der Phosphonsäureester zurück geschlossen werden.

Das LABOR SPIEZ verfügt über eine akkreditierte Prüfstelle für Untersuchungen von Proben aller Art auf chemische Kampfstoffe und verwandte Verbindungen.

Im Feld kann VX relativ einfach mit Handhelddetektoren nachgewiesen werden.

5. Toxizität

5.1. Wirkung

VX kann als Aerosol über die Atemwege und die Augen oder flüssig durch die Haut in den Körper gelangen. Es blockiert das parasymphatische Nervensystem, indem es die Acetylcholinesterase, ein Enzym das in der Übertragung von Nervenreizen zwischen zwei aufeinander folgenden Nervenzellen wichtig ist, hemmt. Dies hat zur Folge, dass die Übertragungen in den Nervenbahnen, sowohl im Zentralnervensystem als auch an den Verbindungen zwischen Nerven und Muskeln, durch Überstimulierung unterbrochen wird.

5.2. Vergiftungssymptome

Anfangssymptome:

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

Hauptsymptome:

- Zittern und/oder Zucken der Muskulatur
- Erbrechen, unkontrollierter Harn- und Stuhlabgang
- Atemnot
- Angstzustände, Spannung, Verwirrtheit
- evtl. generalisierte Krämpfe, Bewusstlosigkeit
- Tod durch Atemlähmung, evtl. durch Kreislaufkollaps

Latenzzeit (Zeit bis zum Erkennen von Symptomen):

VX kann über die Atemwege oder durch die Haut aufgenommen werden. Je nach Menge und Art der Aufnahme tritt die Wirkung unmittelbar oder mit einer Latenzzeit von bis zu 10 Minuten ein.

5.3. Toxizitätsdaten

Für VX als Aerosol sind in der Folge die Dosen als ct_{50} -Produkt angegeben, d.h. das Produkt Konzentration (mg/m^3) * Expositionszeit (min), bei dem 50 % der Betroffenen eine bestimmte Wirkung zeigen.

Stark vereinfacht wird dabei angenommen, dass eine kleine Konzentration während langer Zeit, die gleiche Wirkung zeitigt wie eine hohe Konzentration über entsprechend kürzere Zeit.

Für flüssiges VX wird die letale Dosis LD_{50} (mg/Mensch), d.h. die Menge pro Mensch bei deren Aufnahme 50 % der Betroffenen sterben, angegeben.

	ct_{50} [(mg/m^3)*min]	Letale Dosis LD_{50} [mg/Mensch]
Aufnahme als Aerosol über Atemwege: - handlungsunfähig machend - tödlich	5 35 - 45	- -
Aufnahme als Aerosol über die Haut: - handlungsunfähig machend - tödlich	150 – 200 1000	- -
Aufnahme flüssig: - oral - perkutan	- -	5 15

Daten aus: S. Franke, K. F. Koehler, H. Zaddach, „Chemie der Kampfstoffe, Umwandlung und Vernichtung“, Teil 1, Dr. Koehler GmbH, 1994.

6. Schutz

Wenn die Gefahr des Kontakts mit VX besteht, ist der Ganzkörperschutz mit semi-permeablem oder impermeablem Schutzanzug mit Handschuhen und Überschuhen erforderlich. Die Atemwege sind mit einer Schutzmaske mit geeignetem Schutzfilter zu schützen. Die ABC-Schutzfilter der Armee (für Schutzmasken und Schutzräume) bieten einen ausgezeichneten Schutz gegen gas- und aerosolförmig eingesetztes VX. Es schützen auch Industriefilter der Typen A und B (Klasse 2) kombiniert mit einem Partikelfilter (Klasse 3).

7. Therapie

Ein Patient muss zum Schutz der behandelnden Personen zwingen vorgängig dekontaminiert werden (z. B. mit Wasser und Seife).

Unter Spitalbedingungen: Möglichst rasch nach Auftreten von Symptomen, intravenöse Applikation von Atropin, Toxogonin und Valium. Anwendung von Atropin je nach Stärke der Vergiftung über Stunden. Künstliche Beatmung falls notwendig.

Im Feld: Atropin und Toxogonin sind als Komponenten in den Combopen-Autoinjektoren (Armee und Zivilschutz) enthalten. Ebenfalls verfügt die Armee über Valium-Autoinjektoren. Die Medikamente werden unter Selbstapplikation oder Kameradenhilfe intramuskulär gespritzt.

Die in der Armee eingeführten Pyridostigmin-Tabletten werden bei erhöhter Gefahr eines Nervengifteinsatzes, auf Befehl, eingenommen. Sie verbessern durch medikamentösen Schutz eines Teils der Acetylcholinesterase, die Erfolgchancen einer korrekten Therapie bei einer nachfolgenden Vergiftung.

(<http://www.lba.admin.ch/internet/lba/de/home/themen/sanit/koordinierter0.html>)

8. Beurteilung

VX ist der potenteste chemische Kampfstoff, welcher in grossen Mengen, zu Waffenzwecken hergestellt worden ist.

Wegen des hohen Siedepunktes bzw. der geringen Flüchtigkeit ist es schwierig, hohe Konzentrationen an gasförmigem VX zu erzeugen. Die effizienteste Art des Einsatzes ist die Ausbringung als Aerosol, als fein verteilte Tröpfchen, welche lange in der Luft schweben und lungengängig sind.

Wegen der raschen Aufnahme durch die Haut ist auch flüssiges VX sehr gefährlich. Tropfen können ungeschützte Hautstellen treffen, Hautkontakt mit benetzten Flächen kann zur tödlichen Vergiftung führen.

Auch für die Herstellung von kleinen Mengen (bis Kilogramme) ist eine gute Laboreinrichtung mit entsprechendem Sicherheitsstandard unerlässlich. Überdies ist es nicht einfach, über den Chemikalienhandel, an die Schlüsselausgangsstoffe zu gelangen. Deren eigene Herstellung ist sehr aufwendig.

Über eine aktuelle Produktion in grösserem Massstab ist nichts bekannt.

Die vollständige Vernichtung von gelagertem VX ist im Gange, wird aber voraussichtlich nicht vor 2020 abgeschlossen sein.