



2015

# Factsheet SARIN

## 1. Allgemeines

Sarin (O-Isopropyl-methylphosphonfluoridat) ist eines der drei "klassischen" Nervengifte Tabun, Sarin und Soman, welche vor und während des Zweiten Weltkrieges in Deutschland entwickelt worden sind. Zusätzlich ist VX als sehr potentes Nervengift bekannt, welches etwa 1952 entwickelt wurde. Sarin wurde bis in die 60er Jahre in grossen Mengen, d.h. Tausenden von Tonnen zur Herstellung von chemischen Waffen durch die Grossmächte in Ost und West produziert. Neuere Entwicklungen vor Ende des Kalten Krieges zielten darauf ab, sogenannte binäre Sarin-Munition für die Artillerie zu entwickeln. In diesen Geschossen wird das Nervengift erst nach dem Abschuss der Granate oder Rakete aus relativ ungefährlichen Ausgangsstoffen gebildet. Die bekannteste Bezeichnung für Sarin ist GB (<https://www.opcw.org/protection/types-of-chemical-agent/>).

Nach dem Golfkrieg haben Inspektionen im Irak ergeben, dass dort einige hundert Tonnen Nervengift produziert worden sind.

Verschiedene weitere Länder wurden verdächtigt, sich mit chemischen Waffen aufzurüsten, wie weit dabei der Kampfstoff Sarin eine Rolle spielt, ist nicht bekannt. 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).

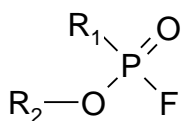
In der Stossverkehrszeit am Morgen des 20. März 1995 wurde in der U Bahn von Tokio Sarin freigesetzt. In der Folge starben 13 Menschen, mehr als 5000 wurden vergiftet oder verletzt.

Am 21. August 2013 wurde in der Ghuta-Ebene in Syrien, mittels Boden-Boden Raketen, Sarin gegen die Zivilbevölkerung eingesetzt. Die Angaben zu der Anzahl getöteter Menschen schwankt je nach Quelle zwischen 300 und 1700. Weiter wird vermutet, dass über 3600 Personen vergiftet oder verletzt wurden.

Die beiden Fälle sind traurige Beispiele der Nutzung von C-Waffen als Terror- und Kriegsmittel.

## 2. Chemische Struktur

Sarin ist ein Phosphonsäureester mit folgender Struktur:



R<sub>1</sub>: Methyl      —CH<sub>3</sub>

R<sub>2</sub>: Isopropyl       $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{—CH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

## 3. Chemische und physikalische Eigenschaften

Schmelzpunkt	- 56 °C		
Siedepunkt	158 °C (Zersetzung)		
Flüchtigkeit (20 °C)	16.1 g/m <sup>3</sup>		
Wasserlöslichkeit	100 %		
Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln	löslich in allen organischen Lösungsmitteln		
Hydrolyse (Abbau in Wasser)	Halbwertszeit: (20 °C)	0.6 min	pH 11
		80 h	pH 7
		27 min	pH 1
Geruch	geruchlos (wenn rein)		
Farbe	wasserklar (wenn rein)		
Entgiftung	Entgiftungspulver sowie Seife oder spezifische Dekontaminationsmittel gegen chemische Kampfstoffe		

## 4. Nachweis

Sarin 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 Sarin relativ einfach mit Handhelddetektoren nachgewiesen werden.

## 5. Toxizität

### 5.1. Wirkung

Sarin kann gasförmig über die Atemwege und die Augen oder flüssig durch die Haut in den Körper gelangen. Es blockiert das parasympathische 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):

Bei Aufnahme über die Atemwege Sekunden bis wenige Minuten, bei Aufnahme durch die Haut bis zu 30 Minuten. Bei einer tödlichen Dosis tritt der Tod wenige Minuten nach Auftreten der ersten Symptome ein.

Je nach Menge des aufgenommenen Sarins können Art und Reihenfolge der Symptome verschieden sein, charakteristisch sind die Anfangssymptome. Nur aufgrund der Symptome auf eine Vergiftung durch Sarin zu schliessen, ist nicht möglich. Es gibt verschiedene andere Substanzen (Acetylcholinesterase Hemmer) die ähnliche oder gleiche Symptome verursachen; Analysen sind notwendig.

## 5.3. Toxizitätsdaten

Für gasförmiges Sarin 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 Sarin 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 gasförmig über Atemwege: - handlungsunfähig machend - tödlich	50 – 75 70 - 100	- -
Aufnahme gasförmig über die Haut: - handlungsunfähig machend - tödlich	8000 12000	- -
Aufnahme flüssig: - oral - perkutan	- -	2 - 10 1700

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 Sarin 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 Sarin. 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

Sarin ist einer der gefährlichsten chemischen Kampfstoffe, die zu Waffenzwecken hergestellt worden sind.

Der relativ tiefe Siedepunkt bzw. die hohe Flüchtigkeit (verglichen mit VX) machen Sarin zu einem sehr gefährlichen und effizienten Kampfstoff für den Einsatz.

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 kommen. Deren eigene Herstellung ist aufwendig.

Über eine aktuelle Produktion in grösserem Massstab ist nichts bekannt.

Die vollständige Vernichtung von gelagertem Sarin wird voraussichtlich nicht vor 2020 abgeschlossen sein. Die tragischen Ereignisse in Japan und Syrien haben gezeigt, dass Terrororganisationen ein grosses Interesse an C-Kampfstoffen haben.

LABOR SPIEZ