

**Zeitschrift:** Protar  
**Herausgeber:** Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes  
**Band:** 3 (1936-1937)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Kritische Ueberlegungen zum Problem neuer Kampfstoffe  
**Autor:** Wehrli, S.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-362520>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Zündungsspitze besitzen, welche in diesem Falle durch das seitliche Auffliegen berührt werden könnte. Ob es solche Bomben gibt, entzieht sich zurzeit meines Wissens.

Eine Verstärkung des Steildaches muss wohl der grossen Kosten wegen abgelehnt werden, und man wird die Abbrennung der Bombe im Dachraume eben vorziehen müssen. Bei geschlossener Ueberbauung ist das Flachdach als ideal zu bezeichnen, weil die Bombe ausserhalb des Hauses zur Abbrennung gelangt. Flachdächer lassen sich auch billiger und in architektonischer Hinsicht besser verstärken, aber diese Verstärkung muss unter der Berücksichtigung grösstmöglicher Elastizität und anderer angeführter Faktoren geschehen.

Was von primärer Wichtigkeit ist, wenn eine Brandbombe im Dachraume abbrennen soll, muss hier nicht gesagt werden, denn unsere Luftschutzverbände weisen hinreichend auf diese Notwendigkeit hin. Je nach chemischer Zusammensetzung der Brandbombe entwickelt der Brandsatz eine Hitze von 2000—3500 °. Die Entflammbarkeit des Weichholzes ist bei etwa 300 °, diejenige des Hartholzes

bei etwa 600 °. Die Dauer der Abbrennung ist recht verschieden und soll sich zwischen 10—15 Minuten abspielen. Brandtechnische Schutzmassnahmen sind sehr gut möglich und es ist das Löschen mit trockenem Sand oder pulverartigen Mitteln weitaus vorzuziehen. Das Wasserlöschen ist nach diversen Richtungen hin absolut verwerflich. Trotzdem ist ein brand- und löschwasserdichter Belag und eine Verstärkung des Dachbodens vorzusehen. Auch hier gibt es diverse Ausführungsvarianten, auf die hier der Knappheit des Raumes wegen nicht näher eingetreten wird.

Welche zweckdienliche Sicherung bei Dächern gegen die Abdeckung infolge Luftstosses und der damit verbundenen Saugwirkung in billigster Weise erstellt werden können, bleiben einem späteren Artikel vorbehalten. In diesem Artikel sollen die einzelnen Konstruktionen auf ihre Empfindlichkeit und Auswirkungen bei gewaltigem Luftstoss und Sog erwähnt werden.

Mögen auch diese Ausführungen ein Beitrag zu den mannigfachen Problemen des bau-technischen Luftschutzes bilden und zur Abklärung des unendlich weitläufigen Spezialgebietes verhelfen.

## Kritische Ueberlegungen zum Problem neuer Kampfstoffe

Von Dr. S. Wehrli, Dipl.-Ing. chem., Chemischer Oberassistent am Gerichtlich-medizinischen Institut der Universität Zürich

Unsere Vorbereitungen für den passiven Luftschatz stützen sich hauptsächlich auf die Erfahrungen, welche im Weltkrieg mit den chemischen Kampfmethoden gemacht wurden. Die Frage, mit welchen Stoffen in einem zukünftigen Luftangriff zu rechnen sein wird, ist darum von grundlegender Bedeutung. Es ist selbstverständlich ein gewagtes Unterfangen, über die Zukunft und ihre Methoden etwas auszusagen; aber in Anbetracht der Bedeutung dieses Problems glaube ich, dass diese Ausführungen von Nutzen sein können, trotzdem sie unter allem Vorbehalt erfolgen.

Der Kampfstoff Yperit, das Dichlor-Diäthylsulfid, hat sich als sehr wirksam erwiesen. Es kann darum nicht wunder nehmen, dass nach weiteren Stoffen gesucht wurde, welche dieser Verbindung in chemischer Beziehung ähnlich zusammengesetzt sind, in der Hoffnung, ihre Giftigkeit könnte noch grösser sein. Was war das Ergebnis? Die meisten Kampfstoffe enthalten Chlor oder Brom, und tatsächlich hängt in bezug auf Giftigkeit viel vom Chlor- oder Bromgehalt ab. So ist das Diäthylsulfid und auch noch Chlor-Diäthylsulfid nur wenig giftig; wogegen das Dichlor-Diäthylsulfid eine hohe Giftigkeit besitzt. Eine weitere Beladung des Moleküls mit Chloratomen führt aber zu einem umgekehrten Ergebnis: Das Tetrachlor-Diäthylsulfid sowie das Hexachlor-Diäthylsulfid stehen in ihrer Giftigkeit dem Dichlor-Diäthylsulfid

(Yperit) nach. In bezug auf Chlorgehalt stellt Yperit bereits die höchste Stufe der Wirksamkeit dar.

$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \text{CH}_3 \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_2 \text{CH}_3 \end{array}$ Diäthylsulfid	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \text{CH}_2 \text{Cl} \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_2 \text{CH}_2 \text{Cl} \end{array}$ Dichlor-Diäthylsulfid (Yperit)	fast ungiftig
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \text{CH Cl}_2 \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_2 \text{CH Cl}_2 \end{array}$ Tetrachlor-Diäthylsulfid	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \text{CCl}_3 \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_2 \text{CCl}_3 \end{array}$ Hexachlor-Diäthylsulfid	sehr giftig
		weniger giftig

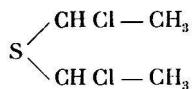
Bei den Reizstoffen hat sich gezeigt, dass ein Ersatz von Chlor durch Brom zu noch wirksameren Verbindungen führt. Dibrom-Diäthylsulfid ist wirksamer als Yperit.



Hier kommt aber eine andere Erscheinung hinzu, welche den Stoff in seiner Brauchbarkeit als Kampfstoff beeinträchtigt, nämlich sein höherer Siedepunkt. Er schmilzt bei 34 ° und siedet bei etwa 240 °, gegenüber 14, bzw. 217 ° bei Yperit. Das

hat zur Folge, dass die Dampfkonzentration bei seiner Anwendung kleiner bleibt als bei Yperit. Ausserdem ist dieser Stoff leichter zersetzbbar als Yperit, denn nach einem allgemeinen chemischen Prinzip setzen sich Bromverbindungen leichter um als die entsprechenden Chlorkörper. Das erhöht seine Wasserempfindlichkeit, begünstigt die Entgiftbarkeit usw. Alles in allem hat zur Folge, dass dieser Stoff als Kampfstoff weniger leistet als Yperit.

Befinden sich die Chloratome an einer andern Stelle wie in der Verbindung



so sind die giftigen Eigenschaften viel weniger ausgeprägt. Also auch in dieser Beziehung stellt Yperit ein Maximum dar. Wenig ist über Stoffe bekannt, welche sich von Yperit durch Einführen weiterer Atome ableiten. Durch solche Änderungen wird aber die Flüchtigkeit herabgesetzt und der Körper müsste dann schon sehr viel giftiger als Yperit sein, wenn er dieses als Kampfstoff trotzdem noch übertreffen sollte.

Es hat also den Anschein, dass Yperit, zum mindesten innerhalb der Stoffgruppe, zu welcher es gehört, bereits den gefährlichsten Kampfstoff repräsentiert.

Die oft gefürchtete Blausäure kommt als Kampfstoff nicht in Frage. Abgesehen davon, dass sie weniger giftig ist als etwa Phosgen, hat sie ein so kleines Gewicht, dass sie sich rasch in höhere Luftschichten verteilt und dann wegen zu grosser Verdünnung unwirksam wird. Sie ist im Weltkriege angewendet worden, hat sich aber aus den genannten Gründen nicht bewährt.

Auch Kohlenoxyd kommt nicht in Frage. Es hätte zwar die schlimme Eigenschaft, dass es geruchlos ist und dann nicht ohne weiteres als Angriffsstoff erkannt würde, aber es ist gegenüber Phosgen etwa 200mal weniger giftig,<sup>1)</sup> sodass sein Einsatz als Kampfstoff an dem unverhältnismässig grossen Materialaufwand scheitert. Diese Verhältnisse werden auch dadurch nicht geändert, dass es möglich ist, das Kohlenoxyd in Form gewisser Metallverbindungen anzuwenden,<sup>2)</sup> welche bei der

<sup>1)</sup> Ausserdem sammeln sich die Kampfstoffe in den Zellen resp. Zelloberflächen an, so dass sie auch in minimalen Konzentrationen bei genügend langer Einatmungszeit wirksam werden. Kohlenoxyd dagegen wird in Verdünnungen von 0,01 % an abwärts überhaupt nicht mehr resorbiert, so dass eine Anreicherung während längerer Zeit gar nicht möglich ist. Darum ist die grösste Konzentration, welche auch während längerer Dauer ertragen wird, für Kohlenoxyd etwa hundertmal grösser, als beispielsweise für Phosgen.

<sup>2)</sup> Ein solcher Stoff ist das bekannte Eisenkarbonyl. Es wird von der aktiven Kohle der Gasmaskenfilter wohl absorbiert, dann aber in Eisen und Kohlenoxyd zerlegt. Das letztere gelangt dann unmittelbar in die Maske und wird eingeadmet. Kohlenoxyd, welches auf diese Weise entstanden ist, unterscheidet sich in keiner Beziehung von gewöhnlichem Kohlenoxyd. Es ist also auch nicht giftiger als jenes. Gelegentlich wird die An-

Berührung mit der Filtermasse der Gasmasken zersetzt werden und so das Kohlenoxyd innerhalb der Maske erzeugen. Eine solche Verbindung kann nur weniger Kohlenoxyd entwickeln als ihrem Gesamtgewicht entspricht, sodass der nötige Materialaufwand für den Angreifer noch grösser würde als bei der Verwendung von reinem Kohlenoxyd. Dazu kommt noch, dass der Verlauf einer nichttödlichen Kohlenoxydvergiftung sehr viel günstiger ist als nichttödliche Vergiftungen mit den bekannten Kampfstoffen, sodass Kohlenoxyd oder Kohlenoxyd bildende Stoffe als Angriffswaffe keine Bedeutung haben. Die Gefährlichkeit des Kohlenoxydes in kleinen, geschlossenen Räumen, welche mit Rauch von Bränden oder mit den Explosionsgasen einschlagender Geschosse erfüllt werden, wird von diesen Betrachtungen nicht berührt, denn hier werden viel grössere Konzentrationen erreicht als für den militärischen Einsatz von Kampfstoffen als Durchschnittswerte angenommen werden können.

Vergleichen wir die Kampfstoffe mit andern Giften, so ergibt sich, dass ihre Wirkungen von gleicher Größenordnung sind. Die kleinste Menge Chlor, welche einen Menschen zu töten vermag, beträgt etwa 60 Milligramm. Die kleinste tödliche Dosis für Nikotin ist gleich gross. Andere Kampfstoffe sind etwas giftiger; aber auch unter den Pflanzengiften befinden sich Stoffe, welche das Nikotin an Wirksamkeit noch übertreffen. Die folgende Tabelle zeigt deutlich die Uebereinstimmung in den Größenordnungen. Auch die giftigsten Stoffe erreichen in beiden Gruppen ungefähr die gleiche Grenze.

Kampfstoffe:	Kleinste tödliche Menge in Milligramm
Phosgen	4
Yperit	12
Chlorpirkin	16
Blausäure	32
Chlor	60
Clark II	128
Stickstoffdioxyd	400
Kohlenoxyd	700

sicht vertreten, es handle sich hier um ein besonderes Kohlenoxyd, weil es unmittelbar vor seiner Einatmung erst aus chemischen Verbindungen freigesetzt werde. Dass chemische Stoffe im Moment, in welchem sie gebildet werden, andere, reaktionsfähige Eigenschaften aufweisen, ist eine oft beobachtete Erscheinung. Sie beschränkt sich aber auf ausserordentlich kleinere Zeiten, sodass diese aktiven Zustände des Kohlenoxydes längst verschwunden sind, wenn es in die Atmungsorgane eintritt. Solche Vorgänge spielen sich nur auf der Oberfläche der Filterkohle selbst ab. Die Tatsache, dass unter einer dicht schliessenden Gasmaske sämtliches Kohlenoxyd eingeatmet wird, welches sich im Filter bildet, ändert nichts an unseren Ueberlegungen, denn mehr Stoff als von aussen in den Filter eintritt, kann er auch nicht nach innen abgeben und unsere Berechnungen beziehen sich ja auf die Aussenkonzentrationen der Luft.

Andere Gifte:	Kleinste tödliche Menge in Milligramm
Aconitin	2
Strychnin	30
Phosphor	50
Nikotin	60
Cyankalium	150

Weit kleinere Mengen sind bereits wirksam, wenn es sich lediglich um Reizerscheinungen vom Typus der Blaukreuzstoffe handelt. Ein Vergleich des Geruches mit andern stark riechenden Materialien zeigt aber auch hier, dass sich die Blaukreuzstoffe mit andern Körpern einreihen lassen.

Kampfstoffe:	Wahrnehmbar Milligramm im m³
Clark II	0,01
Chloracetophenon	0,3
Yperit	2
Phosgen	4
Andere Stoffe:	
Merkapantan	0,002
Chlorphenol	0,2
Blausäure	1
Schwefelwasserstoff	20
Brom	35

Alle diese Ueberlegungen führen also immer wieder zu dem Schlusse, dass die bekannten Kampfstoffe eine Auslese unter den in Betracht kommenden chemischen Verbindungen bilden, welche in mancher Beziehung schon erschöpft ist,

das heisst, die giftigsten Körper sind innerhalb gewisser Gruppen bereits gefunden. Die Aussicht auf Entdeckung neuer Kampfstoffe, welche viel giftiger sind als die bekannten, dürfte gering sein. Es ist auffällig, dass auch unter allen übrigen Giften, wie sie die Menschheit wahrscheinlich schon seit Jahrtausenden gesucht und präpariert hat, keine Produkte sind, welche auf die Möglichkeit von wesentlich stärkeren Wirkungen deuten. (Die Pfeilgifte stehen nicht einmal an erster Stelle.)

Die Wirkung der Gifte ist primär immer eine rein chemische, bzw. physikalisch-chemische und darum an bestimmte Mengenverhältnisse gebunden. Mit andern Worten: Es wird für eine wirksame Vergiftung immer eine bestimmte Mindestmenge eines Stoffes notwendig sein und wir haben Grund, zu hoffen, dass die heutigen Kampfstoffe diese Grenze bereits erreicht haben.

Was in einem zukünftigen Kriege wesentlich anders aussehen wird, das ist die Taktik der Anwendung, der Umfang der Angriffe, die Raschheit, mit welcher sie ausgeführt werden und anderes mehr, entsprechend den Fortschritten und Möglichkeiten der heutigen Technik. In bezug auf die chemische Eigenart der Kampfstoffe wird aber für die passive Abwehr mit Recht auf die bekannten Typen abgestellt werden dürfen.

#### Literatur.

Sartori: Die Chemie der Kampfstoffe.

Müller: Der chemische Krieg.

Flury-Zernik: Schädliche Gase.

## Ausland-Rundschau - Nouvelles de l'étranger

**Frankreich.** Nach Meldungen der französischen Tagespresse sind derzeit Versuche mit Raketengeschossen zur Fliegerabwehr im Gange, da die Schusshöhen der Flugabwehrgeschütze gegenüber einem in grosser Höhe anfliegenden Gegner nicht mehr ausreichen. Ueber die Versuchsergebnisse selbst bezüglich Steighöhe und Sprengwirkung dieser Geschosse liegen jedoch keine weiteren Nachrichten vor. Dr. H. R.

**Dänemark.** Die von den technischen Heereswerkstätten hergestellte Heeres-Gasmaske M. 1931 wird nunmehr auf dem in Dänemark vorgeschriebenen Wege über die Apotheken in grossem Maasse an die Zivilbevölkerung vertrieben. Der amtlich festgelegte Preis beträgt 22,50 dänische Kronen für die vollständige Ausrüstung; das Reservefilter kostet 6 Kronen.

Aus «Gasschutz und Luftschutz»,  
Heft 12, 1936.

**England.** Vorliegenden Pressemeldungen zufolge sind für Anfang 1937 im Raum zwischen Colombo (Ceylon), Singapore, Hongkong und Port Darwin Manöver grossen Ausmasses geplant, die in erster Linie die Erprobung der in diesem Gebiet, vornehmlich in

Singapore, in der letzten Zeit getroffenen Verteidigungsmassnahmen zum Ziele haben. Ausser den gesamten in dem bezeichneten Raume stationierten Land-, See- und Luftstreitkräften sollen die im Irak stehenden Teile der britischen Luftwaffe teilnehmen. Darüber hinaus wird gleichzeitig auch die Wirksamkeit der für die Zivilbevölkerung vorbereiteten Gas- und Luftschutzmassnahmen einer Prüfung unterzogen werden. Für die Zivilbevölkerung der Stadt Hongkong sollen dem Vernehmen nach bereits Räumungspläne für den Fall von Luftangriffen aufgestellt sein, auch wurde in Singapore aus den Angehörigen der britischen Offiziere eine Luftschutzabteilung gebildet.

Aus «Gasschutz und Luftschutz»,  
Heft 12, 1936.

**Lettland.** In Riga wurde eine lettische Landes-Luftschutzschule eröffnet, die somit die erste ihrer Art in den baltischen Randstaaten ist. Zunächst sind vierzehntägige Kurse für Luftschutzführer aus allen Orten des Landes vorgesehen. Die Lehrgangsteilnehmer werden für die Dauer der Ausbildung kaserriert.

Aus «Gasschutz und Luftschutz»,  
Heft 12, 1936.