

**Zeitschrift:** Protar  
**Herausgeber:** Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes  
**Band:** 5 (1938-1939)  
**Heft:** 4  
  
**Artikel:** Praktikum zur Chemie der Kampfstoffe  
**Autor:** Wehrli, S.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-362672>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.02.2025

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

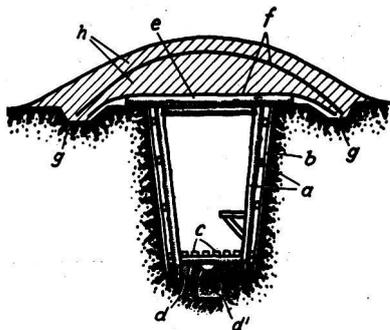


Abb. 14. Graben.

Querschnitt eines Grabens, der mit Rundholz (a) und einer Bretterschalung (b) ausgebaut ist. Ein Lattenrost (c) mit Steinbett (d) und Sickerschacht (d') bildet einen trockenen Fussboden. Zur Ueberdeckung werden eng aneinandergereihte starke Hölzer (e) verwendet mit zwei Dachpappenreihen (f), die seitlich in kleine Gräben (g) münden, und mit einer Ueberhöhung aus möglichst dichter und schwerer Erde (h). Derartige Gräben können wegen der beschränkten Haltbarkeit des Holzes erst bei Kriegsgefahr ausgebaut werden, doch ist das Material schon im Frieden zuzuschneiden und bereitzuhalten. Gemauerte Gräben haben den Vorteil, dass sie schon im Frieden erstellt werden können.

Januar 1939.

in kürzester Zeit bezogen werden können. Mindestentfernung von der Fassade 7—8 m. Wenn möglich, sind die Gräben mit einem gedeckten, geknickt verlaufenden Stollen an das Haus anzuschliessen.

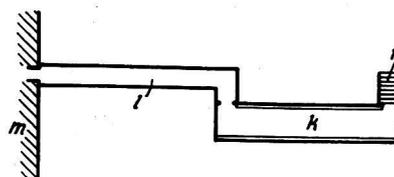


Abb. 15. Situationsplan.

Am besten ist die Anordnung des Grabens (k), wenn ein Laufstollen (l) von 7—8 m Länge zu dem bestehenden Gebäude (m) führt und der Notausgang (n) auf der am weitesten vom Gebäude entfernten Seite liegt.

Die luftschutzpflichtigen Gemeinden sind angewiesen, den Verkauf von Sandsäcken, die der Bund zum Selbstkostenpreis liefert, zu organisieren, ebenso die Abgabe von Sand. Ueberdies haben sie Beratungsstellen für die Bevölkerung einzurichten.

Man wende sich an die von den Gemeinden bezeichneten Stellen, um jetzt sofort Säcke und Sand anzuschaffen!

Eidg. Militärdepartement.

Abteilung für passiven Luftschutz.

## Praktikum zur Chemie der Kampfstoffe

Von Dr. S. Wehrli, Zürich

Die Literatur über chemische Kampfstoffe ist heute recht umfangreich und auch der Laie wird allgemeinverständliche Darstellungen finden, welche ihn über alles orientieren, was er sucht. Die so erworbenen Kenntnisse werden aber nur zu oft zu gedächtnismässigen Sammlungen von Beschreibungen, wobei sich der betreffende oft selbst nicht einmal bewusst wird, dass ihm die grundlegenden Vorstellungen fehlen. Ein Wissen ohne solide Grundlage muss aber versagen, sobald es sich in etwas abgeänderten oder gar neuen Situationen bewähren sollte. Es ist eine alte Erfahrung des Chemieunterrichtes, dass die Grundbegriffe nur durch Anschauung, also durch das chemische Experiment, richtig erfasst und verstanden werden. Ganz besonders wirksam ist in dieser Hinsicht die Ausführung der Versuche durch den Lernenden selbst.

Der Laie kann sich kaum ein richtiges Bild von diesen Dingen machen, wenn er nur davon liest und hört. Er sollte unbedingt die Stoffe einmal selbst in die Hände bekommen. Nur wer persönlich damit arbeitet, wer dabei zu seinem eigenen Schutze Vorsichtsmassnahmen treffen muss, wer chemische Eigenschaften selbst beobachtet hat, besitzt die für die Begriffsbildung erforderlichen Voraussetzungen.

Wer eine Gasmaske trägt, soll auch das Vertrauen in sein Gerät haben. Das persönliche Erlebnis ist dazu unerlässlich. Jede gute Gasmasken-

instruktion umfasst darum eine sogenannte Dichtigkeitsprobe in der Gaszelle, welche dem einzelnen beweist, dass er sich auf seine Ausrüstung verlassen kann. In genau gleicher Weise wird ein Laie erst das nötige Vertrauen in die chemischen Entgiftungs-Operationen erlangen, wenn er sich persönlich von den einschlägigen Tatsachen überzeugt hat. Dieser Weg bietet jedoch seine praktischen Schwierigkeiten, indem Einrichtungen vorhanden sein müssen, und es bedarf der kundigen Leitung eines geübten Experimentators, um Zwischenfälle zu vermeiden. Ausserdem soll die Auswahl der Aufgaben dem Lehrziel angepasst sein.

Die vorliegende Zusammenstellung von Versuchen vermittelt die für das Verständnis wichtigen allgemeinen Begriffe und zeigt jene Haupteigenschaften der Kampfstoffe, welche für die Abwehr von Bedeutung sind. Der Text ist so gehalten, dass eine kleine Gruppe von Teilnehmern selbständig arbeiten kann, wenn sich ein Fachmann unter ihnen befindet und die erforderlichen Materialien bereitgestellt sind. Der Stoff ist nach bestimmten theoretischen Gesichtspunkten geordnet, wobei je-weilen allgemeine Beschreibungen der praktischen Anleitung vorangehen. Unter der Oberaufsicht eines guten Chemikers dürfte auch die kursmässige Durchführung mit mehreren Gruppen, welche ab-wechslungsweise verschiedene Aufgaben gleichzeitig lösen, keine besonderen Schwierigkeiten bereiten.

Das Programm umfasst hauptsächlich Versuche mit Phosgen, Brom, Bromaceton, Chlorpikrin, Lewisit und Yperit; mit dem Ziel, diese Stoffe kennenzulernen. Ferner geben die angeführten Nachweisreaktionen ein Bild von den chemischen Möglichkeiten zur Feststellung von Kampfstoffen. Weitere Experimente zeigen die Wirkungsweise der Filtergeräte. Unspezifische Versuche erläutern die nötigen allgemeinen physikalisch-chemischen Grundsätze. Die selbständige Herstellung von bestimmten Lösungen wird nach Vorschriften geübt.

Der Kurs ist in erster Linie gedacht für Instruktoren, Unteroffiziere der Luftschutzorganisation, für Lehrer, Werkmeister der Industrie etc. Als Ort kommen wohl hauptsächlich die öffentlichen Laboratorien in Frage.

### 1. Stoffnatur der Gase.

#### *Theorie.*

Die Kampfstoffe sind zum Teil feste Stoffe, teils Flüssigkeiten, welche auf irgend eine Weise als Dampf, Nebel oder Gas in der Luft verteilt werden, oder es sind schon von Natur aus Gase; auf alle Fälle aber handelt es sich um Stoffe. Sie haben also bestimmte stoffliche Eigenschaften, können stofflich verändert werden, was bei der Entgiftung der Fall ist, und sie haben als Stoffe ein Gewicht, welches sogar meistens erheblich grösser ist, als dasjenige der Luft. Was sie dagegen vor den flüssigen und festen Stoffen auszeichnet, ist ihre Unsichtbarkeit und ihre Fähigkeit, sich beliebig weit und beliebig fein in der Luft zu verteilen. Die stoffliche Eigenart und das Gewicht der Gase gehen aus den folgenden zwei Versuchen hervor, bei denen sie ähnlich wie Flüssigkeiten umgegossen, gewogen und ausgegossen werden können.

#### *Versuche: Umgiessen von Gasen.*

Ein Becherglas von 0,5—1 l Inhalt wird aus einer Bombe oder einem Gasentwicklungsapparat mit Kohlendioxyd gefüllt, wobei die Füllung an der oberen Mündung des Gefässes mit einem brennenden Streichholz geprüft wird, welches im Kohlendioxyd erlischt. Ein zweites Becherglas ist auf einer Waage im Gleichgewicht mit der Tara. In dieses Glas giesst man langsam den unsichtbaren Inhalt des ersten Gefässes. Die Waagschale sinkt dabei deutlich, woraus hervorgeht, dass das Kohlendioxyd schwer ist. Dann wird das Glas sachte von der Waage genommen und rasch über eine brennende Kerze gegossen. Bei geschickter Ausführung der Bewegung erlischt die Flamme sofort, weil sie vom erstickend wirkenden Kohlendioxyd überschüttet wird.

In einen Glaszylinder von einem Liter Inhalt giesst man zwei Tropfen Chlorpikrin, welche bald verdunsten. Inzwischen wird eine kleine, nicht leuchtende Gasflamme von 2 cm Höhe bereitgestellt und in dieselbe ein Kupferdraht von 0,5 mm Dicke derart gebracht, dass er deutlich glüht. Ueber diese Flamme giesst man in gleicher

Weise wie oben den chlorpikrinhaltigen Inhalt des Glaszylinders. Die Flamme färbt sich vorübergehend grün. Das beweist, dass der Kampfstoff in die Flamme geflossen ist.

#### *Material.*

Zwei Bechergläser zu 1 l. Eine Waage, auf welcher eines der Gläser austariert ist. Ihre Empfindlichkeit muss etwa 0,1 g betragen. Kohlendioxydentwickler oder Bombe mit Ventil, eine Kerze (am besten eine kleine, dünne), ein Glaszylinder zu 1 l mit Glasplatte, Bunsenbrenner, Stativ zum Befestigen des Drahtes, Kupferdraht von 0,5 mm Durchmesser, Chlorpikrin.

### 2. Beschränktheit der einfachen Nachweismethoden.

#### *Theorie.*

Die verschiedenen Vorschriften für die Entgiftung von Kampfstoffen verlangen die Herstellung von Lösungen mit bestimmtem Prozentgehalt. Als Uebung dazu soll die zu den folgenden Versuchen benötigte Flüssigkeit nach einer gegebenen Anweisung bereitet werden. Die Proben, welche nachher damit ausgeführt werden, zeigen, dass chemische Nachweise nicht eindeutig zu sein brauchen. Auch die speziellen Reagenzien, die zum Erkennen der Kampfstoffe empfohlen sind, sprechen oft auf gewisse andere Materialien in ähnlicher Weise an. Die hier als Schulbeispiel gewählte Jodkalium-Stärkereaktion fällt mit dem Kampfstoff Chlor positiv aus, ebenso mit Brom, welches als Kampfstoff nur sehr beschränkt Verwendung fand. Ausserdem reagiert aber das in den Sprenggasen enthaltene Stickstoffdioxyd und die vom Chlorkalk abgegebenen Dämpfe, welche in diesem Zusammenhang überhaupt als bedeutungslos zu bewerten sind. Die genaue Unterscheidung einzelner Kampfstoffe mit speziellen Proben ist daher Sache des geübten Chemikers.

#### *Versuche: Reaktionen mit Jodkalium-Stärke-Lösung.*

Für die Versuche sind 100 cm<sup>3</sup> einer Lösung von 2% Jodkalium und 0,5% Stärke in Wasser zu bereiten, und zwar folgendermassen: Die Stärke wird abgewogen und in der Reibschale mit einer kleinen Portion des benötigten Wassers zu einer dünnen Milch angerieben. Den Rest des Wassers erhitzt man zum Sieden und giesst die Stärkemilch unter gutem Umrühren dazu. Dann wird das Jodkalium darin gelöst, und das Gemisch durch Einstellen in kaltes Wasser gekühlt.

Für die Prüfung mit dieser Flüssigkeit werden einzelne Tropfen auf Fliesspapier gebracht und den zu prüfenden Dämpfen ausgesetzt. Ein solcher Tropfen wird über die offene Bromflasche gehalten. Er färbt sich sofort blauschwarz. In einem Reagenzglas erhitzt man eine kleine Menge einer Mischung von Bleinitrat mit Sand. Es entsteht ein braunes Gas, das Stickstoffdioxyd. Es wird an der

Mündung des Röhrchens mit dem Reagentropfen geprüft. Er wird blauschwarz. An der Mündung einer Flasche, welche Chlorkalk enthält, wird die gleiche Reaktion wiederholt. Ein Tropfen Wasserstoffsperoxyd auf das Fliesspapier gebracht, erzeugt ebenfalls einen dunklen Fleck.

Der Rest der Jodkalium-Stärke-Lösung ist aufzuheben für die Versuche unter 3 über die Haftfähigkeit des Bromdampfes an Baumwolle.

#### Material.

Eine Waage für 0,5 g und mehr, Becherglas zu 200 cm<sup>3</sup>, Messgefäss für 100 cm<sup>3</sup>, Drahtnetz, Dreifuss, Brenner, Glasstab, Reibschale, Fliesspapier, Reagenzglas, Stärke, Jodkalium, Brom, Chlorkalk, Wasserstoffsperoxyd, Mischung von Bleinitrat mit Sand.

### 3. Haftfähigkeit der Kampfstoffe an Kleidungsstücken etc.

#### Theorie.

Dass Kleider flüssige Stoffe aufsaugen, wenn sie damit in Berührung kommen, ist selbstverständlich. Aber auch gasförmige Stoffe können darin haften bleiben, weshalb die Kleider vor der weiteren Verwendung gründlich ausgelüftet sein sollen. Jeder, der einmal mit einer Gasmaske in der Gaszelle war, hat nachher bemerken können, dass das Gas noch während längerer Zeit an seinem Anzug zu riechen war.

Auch mit chemischen Mitteln lässt sich nachweisen, dass Gase in den Geweben einige Zeit lang haften bleiben. Als Beispiel ist Bromdampf gewählt, weil Bromspuren besonders gut feststellbar sind.

#### Versuche: Aufnahme von Bromdampf durch Baumwolle.

In einen Glaszylinder werden einige Tropfen flüssiges Brom gegossen, der Zylinder mit einer Glasplatte bedeckt und durch Umschwenken das Brom zur Verdampfung gebracht. Es ist ein schönes Beispiel dafür, wie Flüssigkeiten verdunsten können, ohne zu sieden. Brom kocht erst bei 59 Grad. In den oberen Teil des Gefässes hängt man jetzt für zehn Minuten ein weisses Baumwollläppchen. Es verfärbt sich dabei bräunlich, was ein Zeichen dafür ist, dass es Brom aufgenommen hat. Nachher hängt man es an die frische Luft, wobei die Farbe allmählich wieder verschwindet.

Mit Jodkalium-Stärke-Lösung wird das Läppchen von Zeit zu Zeit betupft und die Reaktion beobachtet. Anfänglich fällt sie stark aus, sie wird aber immer schwächer, je länger das Gewebe gelüftet war. Es dauert viele Stunden, bis die Reaktion in der Baumwolle kein Brom mehr anzeigt.

#### Material.

Glaszylinder von einem Liter Inhalt, Glasplatte dazu, Baumwollappen, Brom. Ferner die Jodkalium-Stärke-Lösung von Aufgabe 2.

### 4. Herstellung und Absorption von Stickstoffdioxyd.

#### Theorie.

Chemische Vorgänge bestehen darin, dass aus bestimmten Stoffen andere Stoffe entstehen, welche meistens ganz neue Eigenschaften zeigen. So entwickelt Bleinitrat bei Erhitzen auf Grund einer chemischen Zersetzung ein braunes, giftiges Gas, das Stickstoffdioxyd, das schwerer ist als Luft und darum in einem Glaszylinder bequem gesammelt werden kann. Es färbt Diphenylamin-Schwefelsäure blau und vermag sich in Wasser aufzulösen. In analoger Weise lösen sich auch einzelne Kampfgase in Wasser, wobei die einen zerstört und dadurch entgiftet werden, andere aber erhalten bleiben, so dass das Wasser ungeniessbar und giftig wird, ähnlich wie im folgenden Versuch das Stickstoffdioxyd in bezug auf seine Reaktion gegenüber Diphenylamin-Schwefelsäure wirksam bleibt, trotzdem es in Wasser gelöst ist.

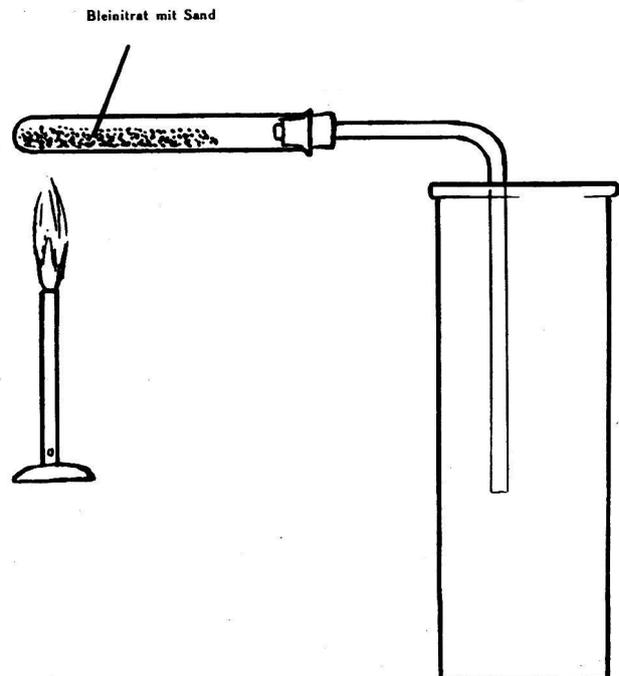


Abb. 1.

Herstellung von Stickstoffdioxyd.

#### Versuche: Herstellung und Absorption von Stickstoffdioxyd.

Ein Reagenzglas wird mit Bleinitrat-Sand-Mischung zur Hälfte gefüllt und in horizontaler Lage leicht beklopft, bis über dem Inhalt ein kleiner Längskanal frei wird, sodass die Gase abziehen können. Dann wird es mit einem durchbohrten Korkstopfen verschlossen, in welchem ein rechtwinklig umgebogenes Glasrohr steckt. Mit dem Brenner erhitzt man jetzt das Reagenzglas langsam und lässt die braunen Dämpfe, welche aus der Mischung austreten, in den aufrecht stehenden Glaszylinder fließen. Er wird dabei so gut wie möglich mit der Glasplatte zugedeckt. Wenn sich darin eine gut sichtbare Gasmenge gesammelt hat, unterbricht man den Versuch, giesst ein halbes

Reagenzglas voll Wasser in den Zylinder, bedeckt ihn mit der Glasplatte und schüttelt kräftig durch, bis die braune Farbe des Stickstoffdioxydes verschwunden ist. Das Gas hat sich im Wasser gelöst. Jetzt giesst man das Wasser in ein Reagenzglas und unterschichtet vorsichtig mit Diphenylamin-Schwefelsäure. Eine tiefblaue Färbung zeigt die Anwesenheit von gelöstem Stickstoffdioxyd an.

Wegen der Giftigkeit des braunen Gases muss man sich hüten, es einzuatmen. Am besten wird der Versuch in einem Gasabzug ausgeführt.

#### *Material.*

Ein Glaszylinder zu 500 cm<sup>3</sup> mit Glasplatte, Reagenzgläser, Brenner, durchbohrter Korkstopfen mit gebogenem Glasrohr, Bleinitrat-Sand-Mischung (getrocknet!), Diphenylamin in conc. Schwefelsäure gelöst.

### **5. Entgiftung gasförmiger Kampfstoffe.**

#### *Theorie.*

Phosgen, ein typischer Vertreter der Grünkreuzstoffe, ist bei gewöhnlicher Temperatur ein Gas. Es riecht erstickend und lässt sich chemisch nachweisen durch eine Verfärbung mit Dimthylaminobenzaldehyd-Diphenylamin-Papier, im folgenden kurz als «Phosgenpapier» bezeichnet. Phosgen ist gegenüber Wasser wenig beständig, sodass im Freien wenigstens bei nassem Wetter bald eine natürliche Entgiftung stattfindet. Rasch wird es dagegen durch alkalische Lösungen, wie Sodawasser, umgesetzt. Phosgen ist völlig unsichtbar. Um sich ein Bild von dem Entgiftungsvorgang zu machen, soll darum ein entsprechender Versuch mit sichtbarem Bromdampf vorausgehen.

#### *Versuche: Entgiftung von Brom und Phosgen.*

In einen Glaszylinder giesst man einige Tropfen Brom und bedeckt das Gefäss mit einer Glasplatte. Nach kurzer Zeit ist das Brom verdunstet und als braunes Gas sichtbar. Jetzt wird ein wenig Wasser in den Zylinder gegossen und kräftig umgeschüttelt. Das Brom löst sich in dem Wasser, aber ein Teil des Dampfes bleibt hartnäckig übrig, die Entgiftung geht mit Wasser nicht gut. Besser eignet sich eine Lösung von Natriumthiosulfat. Man löst also jetzt ein wenig von diesem Salz im Wasser, welches sich im Zylinder befindet, und schüttelt wieder durch. Jetzt ist von der braunen Färbung bald nichts mehr zu sehen.

In einen zweiten Zylinder wird eine kleine Ampulle Phosgen geworfen und mit einem starken Glasstab zerdrückt. Dann wird das Gefäss mit der Glasplatte zugedeckt und der Inhalt mit dem Phosgenpapier geprüft. Es reagiert stark. Jetzt wird ein wenig Wasser eingegossen und bei bedecktem Zylinder so lange geschüttelt, bis das Phosgenpapier kein Phosgen mehr anzeigt. Es dauert etwa zehn Minuten. Nachher ist der gleiche Versuch in einem neuen Zylinder zu wiederholen, jedoch mit zehnprozentiger Sodalösung an Stelle des Wassers. Jetzt ist die Entgiftung viel rascher zu Ende.

#### *Material.*

Drei Glaszylinder von zirka einem Liter Inhalt, mit Glasplatten, Glasstab zum Zerdrücken der Ampullen, Brom, zehnprozentige Sodalösung, Natriumthiosulfat, Dinethylaminobenzaldehyd-Diphenylamin-Papier, Phosgenampullen (die kleinen grünen, welche als Geruchsproben dienen, eignen sich vorzüglich).

### **6. Herstellung und Zerstörung von Bromaceton.**

#### *Theorie.*

Bromaceton ist ein typischer Vertreter der Weisskreuzgruppe. Es ist eine schwere Flüssigkeit, welche sich in Wasser nicht löst. Sie verdunstet leicht und bildet Dämpfe, die stark zu Tränen reizen. Durch Laugen oder Schwefelleber wird sie rasch zerstört. Die Giftigkeit ist im Vergleich zur Reizwirkung geringer als bei den meisten Kampfstoffen, so dass Bromaceton besonders geeignet ist als Uebungsbeispiel. Es soll darum in etwas grösserer Menge hergestellt und wieder entgiftet werden.

Eine Berührung mit den Händen ist zu vermeiden, weil flüssiges Bromaceton immerhin Entzündungen verursacht, die besonders an den Fingernägeln unangenehm sind.

Der Versuch zeigt übrigens, dass eine chemische Fabrik imstande ist, in kurzer Zeit grosse Kampfstoffmengen zu produzieren, indem die Herstellung leicht gelingt.

#### *Versuche: Herstellung und Zerstörung von Bromaceton.*

4 cm<sup>3</sup> Aceton werden in einem 100 cm<sup>3</sup> fassenden Erlenmeyer mit 2 cm<sup>3</sup> Wasser gemischt und mit 1 cm<sup>3</sup> Brom versetzt. Dann gibt man eine Messerspitze roten Phosphors dazu und schwenkt um. Das Gemisch erwärmt sich nach kurzer Zeit und die Reaktion findet statt. Sie ist zu Ende, wenn die Farbe des Broms fast verschwunden ist. Dann wird mit Wasser verdünnt. Das unlösliche Bromaceton setzt sich bald als schmutzige Flüssigkeit zu Boden. In einem Scheidetrichter wird es abgetrennt und in einem Reagenzglas aufgefangen. Ein Teil wird in ein zweites Reagenzglas gebracht und mit zehnprozentiger Natronlauge geschüttelt, bis es völlig zerstört ist. Das Bromaceton verschwindet dabei und der Geruch verliert sich. Er ist zuletzt nicht mehr stechend sondern milde. Der Rest des Bromacetones wird mit Schwefelleberlösung entgiftet, welche nach folgender Vorschrift bereitet ist:

24 g Schwefelleber  
5 g Aetznatron  
100 g Wasser.

(Aetznatron wirkt stark ätzend auf die Haut, also sofort die Hände waschen, wenn sie damit in Berührung kamen.) Die Reinigung des Erlenmeyers und des Scheidetrichters geschieht ebenfalls mit der Schwefelleberlösung. Die Versuche müssen in einem Gasabzug ausgeführt werden.

### Material.

Je ein Messzylinder zu 100 cm<sup>3</sup> und 5 cm<sup>3</sup>, ein Erlenmeyer zu 100 cm<sup>3</sup>, kleiner Spatel, kleiner Scheidetrichter oder ein Reagenzglas mit unten angeschmolzenem Hahn, Reagenzgläser, Becherglas zu 200 cm<sup>3</sup>, Aceton, Brom, roter reiner Phosphor, zehnpromzentige Natronlauge, Schwefelleber, Aetznatron, eine Waage.

## 7. Flüchtigkeit und Nachweis von Chlorpikrin.

### Theorie.

Chlorpikrin ist eine Flüssigkeit, die bei 113° C siedet. Sie verdunstet aber schon bei gewöhnlicher Temperatur so rasch, dass dieser Kampfstoff praktisch immer gasförmig auftreten wird und dann die Rolle der Grünkreuzkörper spielt. Der Geruch ist intensiv. Als chemischer Nachweis dient eine

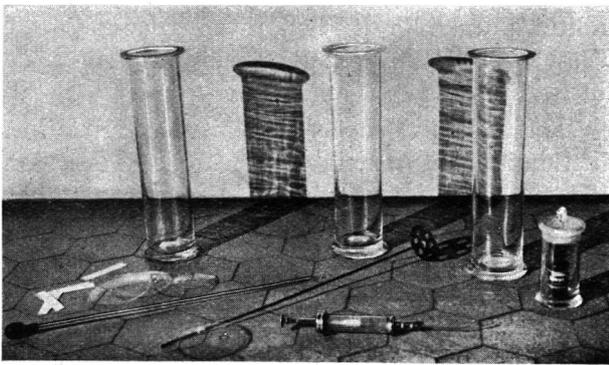


Abb. 2.

Geräte für die Versuche mit Chlorpikrin.  
Versuche für die Geräte mit Chlorpikrin.

Farbenreaktion mit Fliesspapier, welches mit Dimethylanilin präpariert ist, aber der Nachweis durch den Geruch ist an sich viel empfindlicher, vorausgesetzt, dass nicht andere riechende Stoffe störend wirken.

### Versuche:

#### Verdunstung und Nachweis von Chlorpikrin.

Mit einer Stabpipette von 0,1 cm<sup>3</sup> Fassungsvermögen, welche am Ende einen kleinen Gummiballon trägt, werden 0,05 cm<sup>3</sup> flüssiges Chlorpikrin

in einen Glaszylinder von 1 l Inhalt gegeben, der Zylinder mit einer Glasplatte bedeckt und durch Umschwenken die Tropfen zum Verdunsten gebracht. Dann wird ein durchlochtes Deckel aufgesetzt und der Inhalt durch Auf- und Abziehen des Rührers gemischt. Die Luft im Gefäß enthält jetzt 50 Milligramm Chlorpikrin pro Liter. Mit einem Streifen Dimethylanilin-Papier wird die Nachweisreaktion ausgeführt. Dann saugt man mit einer Injektionsspritze mit langem Ansatz 10 cm<sup>3</sup> aus der Mitte des Zylinders und spritzt die aufgesogenen 10 cm<sup>3</sup> Luft in einen zweiten Zylinder von 1 l Inhalt, bedeckt ihn mit dem Deckel mit Rührer und mischt durch. 10 cm<sup>3</sup> sind der hundertste Teil eines Liters. Sie enthielten also 0,5 mg Chlorpikrin, welches jetzt wieder in 1 l Luft verteilt ist. Dann wird die Spritze mehrmals mit Luft durchgespült und in gleicher Weise 10 cm<sup>3</sup> aus dem zweiten Gefäß in den dritten Zylinder gebracht und gemischt. Er enthält 0,005 mg Chlorpikrin pro Liter, das sind 5 mg im Kubikmeter. Als Übung empfiehlt es sich, diese Mengenverhältnisse nachzurechnen. Jetzt wird in jeden Zylinder ein Streifen Dimethylanilin-Papier geworfen und die Reaktion beobachtet. Im ersten Gefäß tritt sie stark ein, im zweiten und dritten nicht mehr. Dann wird vorsichtig der Geruch geprüft. Der erste Zylinder riecht sehr stark, der zweite schwächer und der dritte kaum. Das Reagenzpapier ist also wesentlich weniger empfindlich als der Geruchsinn.

Die gebrauchten Gefäße stellt man im Gasabzug oder vor dem Fenster offen auf, bis sie nicht mehr riechen. Dann sind sie wieder sauber.

### Material.

Drei Glaszylinder zu 1 l samt drei Glasplatten, eine Glasplatte mit Loch, ein Rührer (Metallstab mit am Ende rechtwinklig aufgesetzter durchlochtes Blechscheibe), eine Stabpipette zu 0,1 cm<sup>3</sup> mit Gummiballon, Glasspritze zu 10 cm<sup>3</sup> mit langer Kanüle, Chlorpikrin, Dimethylanilinpapier. (Das ist Fliesspapier, getränkt mit zehnpromzentiger Dimethylanilinlösung in Benzol und getrocknet.)

(Schluss folgt)

## A propos du bombardement aérien des villes ouvertes<sup>1)</sup>

Depuis que l'aviation est devenue un élément essentiel de la défense nationale, le principe du bombardement des villes ouvertes a été condamné à maintes reprises par des voix autorisées et réfléchies qui ont fait entendre le langage de la sagesse.

Et on devine par delà ces réactions humanitaires le côté grave et tragique de la situation qui

serait faite aux populations civiles dans un conflit européen.

L'interdiction du bombardement des villes est une question d'humanité qu'il est à peine besoin de souligner ici.

Mais au moment où les usines d'armement travaillent à plein feu, il convient aussi de rappeler qu'aucune règle efficace de droit conventionnel formulant la prohibition du bombardement aérien des villes ouvertes, pour empêcher la guerre de devenir plus horrible et plus désastreuse, ne paraît

<sup>1)</sup> D'après la *Revue internationale de la Croix-Rouge*, août 1938, n° 236, p. 728—739, avec l'aimable autorisation de l'auteur.