**Zeitschrift:** Protar

**Herausgeber:** Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes

**Band:** 4 (1937-1938)

**Heft:** 11

**Artikel:** Die chemischen Kampfstoffe und die Pflanzenwelt [Fortsetzung]

**Autor:** Grogg, Otto

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-362639

**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:** 29.12.2025

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

halb der wenigen Sekunden, während denen die vielen Brisanzbombeneinschläge sichtbar sind, die charakteristischen Punkte praktisch gar nicht alle festlegen kann. Es müsste schon Zufall sein, wenn er gerade die in der Abb. 7 angegebenen Punkte $S_1$—$S_4$ festlegen könnte, welche den Streifen

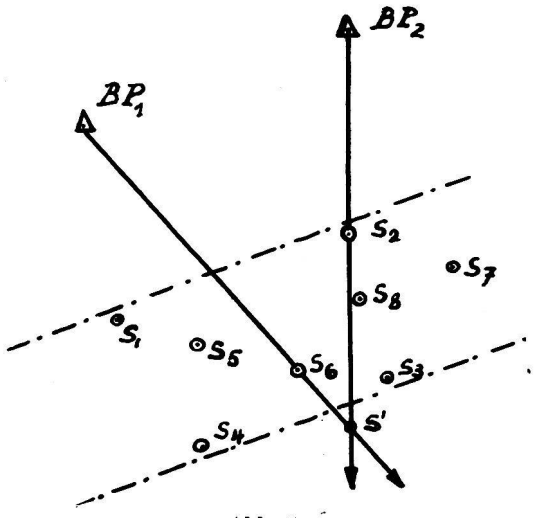


Abb. 7

ungefähr begrenzen. Schneidet er ungefähr einen mittleren Punkt (z. B. $S_6$) an, so hat er über die Breite des Streifens keine Anhaltspunkte. Es ist nicht leicht, den mittleren Auftreffpunkt abzuschätzen. Auch beim Vorhandensein von zwei Beobachtungsposten wird keine Verbesserung dieser Methode erzielt. Dies wird ohne weiteres verständlich, wenn man bedenkt, dass von jedem Beobachtungsposten aus ein anderer mittlerer Auftreffpunkt angenommen werden kann. Auf diese Weise kann sogar ein Punkt S' ausserhalb des Streifens erhalten werden.

Diese Ausführungen haben nicht den Zweck, das Richtgerät zu diskreditieren. Es muss aber einmal die genaue Sachlage aufgezeigt werden, damit nicht die irrige Meinung entsteht, dass man mit dem Richtgerät überhaupt alles machen kann und dass man sich dementsprechend nur noch auf dieses Mittel verlässt.

Man muss im Gegenteil auch dem Auge des Beobachters und seinem Orientierungssinn den richtigen Platz und die nötige Wichtigkeit zuerkennen und dementsprechend die Ausbildung in dieser Richtung fördern. Durch rasches Erfassen des Gesamtbildes der Brisanzbombeneinschläge wird es bei einiger Uebung möglich sein, anhand des Terrains und Vergleich mit der Karte das Gebiet ungefähr festzulegen, in dem voraussichtlich Schadenstellen vorhanden sind.

Das Richtgerät ist nur ein Hilfsmittel des Beobachters. Es hätte deshalb auch gar keinen Wert, zu grosse Mittel für ein solches Gerät aufzuwenden, welches trotz aller Verbesserungsmöglichkeiten und Präzision niemals alle Ansprüche wird befriedigen können. (Fortsetzung folgt)

# Die chemischen Kampfstoffe und die Pflanzenwelt

Von **Dr. Otto Grogg, Bern** (Fortsetzung)

### IV. Das Verhalten der Kampfstoffe im Gelände.

Die Kampfstoffprojektile der beschriebenen Einsatzverfahren reissen nun einen mehr oder weniger grossen *Einschlagtrichter* auf. In Grosskampfgebieten des Stellungskrieges spielen daher die Schäden an der Pflanzenwelt durch Kampfgas praktisch keine Rolle. Die Wälder werden zerfetzt und der Boden zerhackt und das Unterste nach oben gekehrt. Indes können durch den Wind abtreibende Kampfstoffwolken auf ihrem Wege die Vegetation beeinflussen.

Die chemischen Kampfstoffe sind, abgesehen von Chlor und Phosgen, feste Stoffe oder Flüssigkeiten, welche durch den Aufschlag der Geschosse verdampft und versprüht werden. Die gebildete Kampfstoffwolke hat ungefähr Halbkugelform und deren Durchmesser geht auch für die schwersten Kaliber nicht über 25—30 m hinaus. Die Einschlagtrichter gasen je nach der Flüchtigkeit des Kampfstoffes längere oder kürzere Zeit mehr oder weniger heftig nach.

Danach wären also in der Luft die Kampfstoffwolken beschaffen und man kann nachfolgende Typen unterscheiden:

**Kampfstoffwolken,** die aus *vergastem Kampfstoff* bestehen. Sie können spezifisch schwer sein, wie es die höchstkonzentrierten sind. In diesem Falle gehen sie nur mit stärkeren Windbewegungen und zeigen eine ausgesprochene Eigenbewegung zufolge ihrer Schwere. Sie füllen Terrainsenken und Gräben aus, rollen Abhänge hinunter und sparen Bodenerhebungen als Gasinseln aus. Wenn sie noch fein versprühte Flüssigkeitsteilchen in nebelartiger Verteilung enthalten, werden solche Kampfstoffwolken als **Schwaden** bezeichnet. Der Schwaden ist viel höher konzentriert als es der natürlichen Flüchtigkeit des Kampfstoffes entspricht und höchst gefährlich. Schwaden von Hautgiften können bis 2 km mit dem Wind abgetrieben werden, bis sich die Tröpfchen entweder gesenkt haben oder verdampft sind. Kampfstoffwolken fester Kampfstoffe, wie Blau-

kreuz, bestehen aus einem feinen Rauch *(Aerosol)*. Es handelt sich um Aerokolloide aus festen Teilchen von $10^{-5}$—$10^{-7}$ cm Durchmesser. Diese Kampfstoffwolken und solche mittlerer oder kleinerer Konzentrationen verhalten sich unberührt von ihrem spezifischen Gewicht. Sie folgen der geringsten Luftströmung und haben keine Eigenbewegung.

**Die Vegetation** nimmt einen bestimmenden Einfluss auf *das Verhalten der Kampfstoffwolken*. In bestandenem Gelände, wie Wald, Gebüsch, Getreidefelder und dichten Kulturen, halten sich die Kampfstoffwolken vier- bis fünfmal länger als im freien Felde. Die nachfolgende Tabelle ist ohne Berücksichtigung von wesentlichen Windbewegungen zusammengestellt.

| Kampfstoff | Wirkungsdauer im freien Felde | Wirkungsdauer in bestandenem Gelände |
|---|---|---|
| Blaukreuz . . . . . | 10—20 Min. | 3 Std. |
| Phosgen . . . . . | 1— 2 Std. | 5— 7 Std. |
| Blausäure . . . . . | 1— 2 Std. | 5— 7 Std. |
| Weisskreuz . . . . . | 2— 3 Std. | 12—15 Std. |
| Grünkreuz . . . . . | 2— 3 Std. | 12 Std. |
| Aliphatische Arsine . . . | 3—12 Std. | einige Tage |
| Aromatische Arsine . . . | 10—20 Min. | einige Std. |
| Brombenzylcyanid . . . | 3 Tage | 7—30 Tage |
| Yperit . . . . . | 2—10 Tage | 30—60 Tage |

Frei nach Angaben von Stoltzenberg u. a. zusammengestellt.

Die Kampfstoffwolken dringen in dicht bewachsene Pflanzenbestände nur schwer und langsam ein. Sind sie aber einmal eingedrungen, so bleiben sie umso länger hocken und werden dort zurückgehalten. Im Walde wurde im allgemeinen kein Hochgehen der Kampfstoffwolken in die Bäume beobachtet, sondern sie kriechen bis zur halben Baumhöhe dem Boden nach. Die erdgebundenen Tiere und das Wild gehen massenhaft zugrunde, während Vögel die nur zirka 5—8 m hohen Kampfstoffwolken rasch durchfliegen und sich auf die Baumwipfel retten können.

Dem Auge machen sich die Kampfstoffwolken als nebelartige Trübung bemerkbar. Meist aber sind sie nur dunstartig und nicht so leicht sichtbar, umsomehr als sich auch die Detonationswolken der Geschosse bemerkbar machen.

Allen diesen Tatsachen hat nun natürlich das Verhalten der Truppe und die Führung peinlich Rechnung zu tragen. Oertlichkeiten, wie Hohlwege, Terrainsenken, Pflanzenbestände, Wälder und Erdeinschnitte, die sonst als Deckung und Aufnahmestellung beliebt waren, müssen eventuell gemieden werden. Die Tatsache, dass die sesshaften Kampfstoffe besonders im bestandenen Gelände maximal zur Wirkung kommen, muss beachtet werden. Bevor die Truppe sich hinlegt oder in Gebüsche etc. eindringt, ist bei Verseuchungsgefahr grösste Vorsicht am Platz, wie folgendes Zitat erhellt:

«Ein gutes Bild von der Wirksamkeit des Gelbkreuzkampfstoffes gab der Bourlonwald westlich von Cambrai, der von unserer Artillerie mit Gelbkreuz verseucht war. Als dann die Engländer dort eingedrungen waren und der Gelbkreuzkampfstoff bei dem nassen Wetter auf sie heruntertropfte, traten nach kurzer Zeit die schweren Verbrennungen bis unter die Kleidungsstücke ein. Da warfen sie ihre Kleider von sich und flohen, zum Teil halb nackt, aus dem Bourlonwalde.» (Nach Meyer.)

## V. Nachweismethoden der chemischen Kampfstoffe.

Ein gut ausgebauter *Gasspürdienst*, der mit organoleptischen, elektrischen und chemischen Methoden arbeitet, wird heute in der Armee sowohl als auch beim zivilen Luftschutz instruiert und gehandhabt. Dabei bieten die **chemischen Nachweismethoden** der Kampfgase auch in bezug auf unser Thema ein Interesse, denn sie leisten bei experimentellen Arbeiten vorzügliche Dienste.

Die nachstehende Tabelle ist nicht vollständig, sondern umfasst nur Nachweismethoden, die für

| Kampfstoff | Reagens | Ausfall der Reaktion |
|---|---|---|
| Brom . . . . . | Filterpapier getränkt mit fuchsinschwefliger Säure, Reagens nach Ph. H. V. | Rotfärbung |
| Chlor . . . . . | Jodkali-Stärkepapier Ph. H. V. oder besser Filterpapier, getränkt mit 10 % JK in 1 % löslicher Stärkelösung | violett bis schwarz |
| Phosgen . . . . . | Filterpapier, getränkt mit Diphenylanilin und Paradimethyl-Aminobenzaldehyd, je 5 % in Methanol, oder Phosgenreagenspapier Siegfried | orange |
| Perstoff . . . . . | Wie für Phosgen | orange |
| Chlorpikrin . . . . | Filterpapier, getränkt mit 10 % Dimethylanilin i. Benzol | Braunfärbung |
| Blausäure . . . . | Filterpapier, getränkt mit Benzidinazetat-Kupferazetat. (Vgl. bei Chlorpikrin weiter hinten) | Blaufärbung |
| Kohlenoxyd . . . . | Jodpentoxyd m. rauch. Schwefelsäure auf weissen Tonscherben | Braunfärbung |
| Schwefelwasserstoff . | Bleiazetatpapier | braun bis schwarz |

Arbeiten mit Pflanzen sich speziell nützlich erweisen.

### VI. Verhalten schädlicher Gase gegen die Erde.

Der *Erdboden* und damit die Wurzeln werden im allgemeinen durch Giftgase nicht geschädigt. Als **entgiftende Faktoren der Erde** müssen deren grosse Oberflächenentwicklung zufolge des kolloiden Zustandes, die mehr oder weniger weit vorgeschrittene Verkohlung (Karbonisierung) organischer Substanz sowie der Alkaligehalt, z. B. Kalk, angesprochen werden. Besonders letzterer wirkt neutralisierend auf die sauren Hydrolisierungsprodukte aller chemischen Kampfstoffe von saurem Charakter. Aber auch biologisch kommen dem Kalk entgiftende Aufgaben zu, z. B. durch Bindung der giftigen Oxalsäure zu schwerlöslichem Kalziumoxalat, das in den Pflanzen häufig als Kristalle gefunden wird. Eine Entkalkung des Bodens ist dabei nicht zu befürchten und wurde auch bei Industrierauchschäden nur selten und für extremste Fälle beobachtet.

Die durch die besprochenen Faktoren begründete Absorptionskraft der Böden gegenüber Gasen ist von der Agrikulturchemie und Düngerlehre z. B. für Ammoniak weitgehend erforscht. Sie ist beträchtlich und auf ihr beruht z. B. das Desodorierungsvermögen des Torfmulls. Hochmoortorf soll noch zirka zehnmal wirksamer sein. Es verwundert daher nicht, dass die Gase schon von den obersten 3 cm Erdschicht absorbiert werden. Uebrigens wird das Eindringen der Gase in den Boden auch dadurch erschwert, dass die Bodenluft zirka fünfmal mehr Kohlendioxyd enthält als die Aussenluft, ohne Zweifel wegen der im Boden sich unter $CO_2$-Entwicklung abspielenden Zellulosegärung.

Diese grosse entgiftende Kraft der Erde hat im Kriege eine wichtige Rolle gespielt. Man berichtet, dass französische Soldaten eine Herde Schweine beobachteten, die beim Herannahen einer Chlorwolke instinktiv die Rüssel in die Erde wühlten und so dem Tode entgingen. Die Soldaten hätten dann auf Grund dieser Beobachtung an Weinflaschen den Boden abgeschlagen, dieselben mit Erde gefüllt und durch den Flaschenhals geatmet. Sicher ist jedenfalls, dass im Weltkriege die Luftzufuhr in die improvisierten gasdichten Unterstände vermittelst *Erdfilter* bewerkstelligt wurde.

Um die entgiftende Kraft der Erde experimentell zu illustrieren, pflanzte der Verfasser eine junge, zirka 30 cm hohe Tabakpflanze in einen Porzellantopf mit durchlöchertem Boden. Dieser Topf wurde in einen aussen glasierten Blumentopf eingesetzt, der, wie der Porzellantopf, mit Erde von leicht alkalischer Reaktion aus dem botanischen Garten beschickt war. Das Loch im Blumentopfboden wurde mit etwas Glaswolle gasdurchlässig überdeckt. Diese Anordnung der zwei Töpfe bezweckte, zu verhindern, dass die gebildeten Reaktionsprodukte zwischen der Erde und dem Brom (Kalziumbromid und Kalziumhypobromid) auf osmotischem Wege die Wurzeln verbrennen könnten. Der Blumentopf wurde in ein Glasgefäss mit seitlichem Stutzen gasdicht eingegipst. Durch den seitlichen Stutzen wurden während vier Tagen mit einem Glastrichterrohr im ganzen zirka 7 g Brom in das Glasgefäss eingeführt. Die Bromdämpfe konnten ungehindert aus dem Glasgefäss durch das Loch im Blumentopfboden und durch den Siebboden des Porzellantopfes in die Erde eindringen. Die Pflanze nahm keinen Schaden, sondern wuchs in dieser Zeit merklich. Nach 14 Tagen waren sogar eine ganze Anzahl neuer Blätter gebildet worden, ohne dass die alten einen Schaden aufgewiesen hätten. Es ist bei dem Versuch nur darauf zu achten, dass bei der Bromzufuhr die Blätter nicht vergast werden, was durch Umwicklung alkaligetränkter Gaze des Trichterrohrs geschah.

Die Absorptionskraft ist nun in der *Aktivkohle* auf die Spitze getrieben. Die Aktivkohle wird meist aus Kokosnusschalen in Spezialprozessen hergestellt und vermag Gase bis zur Hälfte des eigenen Gewichts zu absorbieren. Man berechnet die Oberflächenentwicklung eines Gramms auf 1000 $m^2$. Die Aktivkohle ist ein Hauptelement der **Gasmaske**; aber auch das zweite Hauptelement eines Hochleistungsmaskenfilters, das *Schwebstofffilter*, ist meist pflanzlichen Ursprungs und besteht in diesen Fällen aus Zellulose vom Typ des Filterpapiers. Die Wirkung dieser beiden Gasmaskenelemente wurde so demonstriert, dass vorerst die Absorptionskraft der Aktivkohle an Bromdämpfen gezeigt wurde, dann deren Durchlässigkeit für Aerosole mit Zigarrenrauch und zuletzt die Wirksamkeit des Schwebstoff-Filters nicht nur mit dem Gasmaskeneinsatz, sondern auch durch Einblasen von Zigarrenrauch in einen Glastrichter, dessen breite Oeffnung mit mehreren Lagen eines guten Filterpapiers rauchdicht zugebunden ist.

### VII. Die Wirkung chemischer Kampfstoffe auf die Pflanzen.

Alle bisher behandelten Erkenntnisse, zusammen mit einigen Forschungsresultaten, vornehmlich französischer Biologen, und gewissen Beobachtungen aus dem Weltkrieg, ergeben nun, ergänzt durch einige bescheidene eigene Beobachtungen des Verfassers, ein gutes Bild von der Wirkung der Kampfgase auf die Pflanzen. Es ist zwar weit davon entfernt, dieselbe restlos zu erklären, aber vermittelt doch ausserordentlich nützliche und bemerkenswerte Einblicke in das Walten und die Arbeitsweise der Natur.

Diese **Wirkungen** manifestieren sich, rein äusserlich betrachtet, in *Welkungserscheinungen, Blattfall* und *Verfärbungen* der grünen Laubblätter, die, wie bei den Rauchschäden, oft an Frost erinnern. Indes sind diese *Schäden nicht dauern-*

*der Natur*, indem die Pflanzen nur ganz ausnahmsweise absterben. Sie ergrünen nach kurzer Zeit wieder durch Bildung zentraler Blattrosetten oder Ausschlagen axialer Knospen. Im allgemeinen werden nur die zarten, oberirdischen Pflanzenorgane geschädigt und derbere nur soweit sie grün sind. Knospen und Organe, deren Epidermen kutinisiert oder verkorkt sind, erweisen sich als weitgehend geschützt. Die verschiedenen Pflanzenarten zeigen eine ausserordentlich unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber den Kampfgasen. Diesbezüglich berichtet der Arzt Dr. Büscher vom deutschen Kampfgasplatz Breloh in der Lüneburger Heide, wo nicht nur Kampfstoff-Fabriken standen, sondern auch riesige Stapel an Gasmunition und welcher zugleich als Versuchsplatz diente. Nach dem Kriege mussten diese Gasgeschosse vertragsmässig durch Sprengung vernichtet werden und diese Arbeiten gaben Anlass zu wertvollen medizinischen und botanischen Beobachtungen. Danach erwiesen sich die Nadelhölzer, wie Fichte und Wachholder, als am empfindlichsten. Ganze Waldbestände starben ab und mussten abgeholzt werden, wogegen die als Feuerschutzstreifen gepflanzten Birken wohl die Blätter verloren, aber wieder ergrünten und also als die rauchfestesten Laubbäume gelten. Die andern Bäume halten ungefähr die Mitte. Auch Büscher stellt fest, dass im allgemeinen die Pflanzen keinen Dauerschaden erlitten, auch wenn wiederholt Kampfstoffwolken hoher Konzentration über die Pflanzenbestände weggestrichen waren. Er bestätigt ebenfalls, dass der Boden nicht vergiftet werde und bemerkt, dass sich auch das Wild bald nach der Gaseinwirkung wieder gezeigt habe. Die Erklärung Büschers für die grosse Empfindlichkeit der Fichten durch den Hinweis, dass sie darauf angewiesen seien, mit mehrjährigen Nadeln zu assimilieren, befriedigt nicht ganz angesichts der ziemlich mannigfaltigen, physiologisch-pathologischen Wirkungen, welche in Frage kommen.

Diese **physiologischen Wirkungen** berühren so ziemlich alle Lebensäusserungen der Pflanzen schädigend. Dabei dominieren aber für gewisse Gase ganz bestimmte Schädigungen, wie das ja auch für die Wirkungen auf Menschen und Tiere gilt. Danach liesse sich auch gewissermassen eine *Einteilung der chemischen Kampfstoffe nach botanischen Gesichtspunkten* vornehmen, wie die weitern Ausführungen erhellen werden.

Als schädigende Faktoren zeichnen sich zur Hauptsache folgende ab:

Die Wasserlöslichkeit und Hydrophilie der Kampfstoffe.
Die Lipoideigenschaften und Lipoidlöslichkeit.
Spezifische Eigenschaften jedes Kampfstoffes.
Die Störung biochemischer Vorgänge.
Die Beinflussung von Fermentwirkungen.

Wie bei den Staubschäden macht sich die *Wasserlöslichkeit* der chemischen Kampfstoffe erheblich geltend. So wirkt Clark I, weil löslicher, heftiger auf Pflanzen als Clark II, Lewisit zerstörender als Yperit, was aus den später beschriebenen Versuchen ohne weiteres erhellt. *Hydrophile* saure Dämpfe und Gase von saurem Charakter, wie z. B. Chlor und Chlorwasserstoff, oder Schwefelsäure in Nebeln wirken, weil sie rasch kondensiert werden, meist nur in der näheren Umgebung der Gasquelle intensiver, während weniger hydrophile Gase, wie z. B. das Schwefeldioxyd, in die weitere Umgebung diffundieren und somit verdünnt werden, bevor sie kondensieren, wodurch sie im Verhältnis weniger ätzend wirken. Die chemischen Kampfstoffe, insbesondere diese von saurem Charakter, liefern Säuren als Hydrolisierungsprodukte, welche sowohl *osmotische* wie auch *Ionenwirkung* ausüben. Dazu kommen die *lipoiden* Eigenschaften der Kampfstoffe, welche, zusammen mit gewissen, oft nicht näher erklärbaren spezifischen Eigenschaften, die *selektive Semipermeabilität* des Protoplasmas der Pflanzenzelle verändern, welche bis zur Fixierung und Koagulation, also völliger *Denaturalisation* und Strukturzerstörung gehen kann.

Dieser direkten *Säureverätzung* durch Plasmadenaturalisation kommt nun für die Kampfstoffwirkung sicher nicht diejenige allgemeine Bedeutung zu, wie ihr bisher zugeschrieben wurde. Schon die Erkenntnisse über das Phosgenlungenödem beim Menschen führten zu denselben Schlüssen. Auch dort wurde die Veränderung in der Durchlässigkeit der Alveolenwände für das Blutplasma auf Säureverätzung zurückgeführt, obschon nur geringe Mengen Säure in Frage kommen und Chlorwasserstoffdämpfe etwa 500mal weniger agressiv sind als Phosgendämpfe. Analog dieser Feststellung können auch die Pflanzenschäden nicht allein oder vorwiegend auf Säureverätzung zurückgeführt werden.

Dagegen sprechen zur Hauptsache folgende Tatsachen: Verdunkelte Blätter werden nur bei ganz hohen Konzentrationen angegriffen, während sie im Sonnenlicht schon bei geringsten Kampfstoffmengen in der Luft geschädigt werden. Etiolierungen, Panaschierungen und chlorophyllfreie Organe vertragen erheblich höhere Konzentrationen von Reizgasen als die grünen Pflanzenteile. Es steht fest, dass nur der *tätige* Chlorophyllapparat geschädigt wird, denn im Winter — wenn auch bei den immergrünen Gewächsen, wie z. B. beim Epheu, die Assimilation ruht und die Spaltöffnungen geschlossen sind — erleiden selbst die empfindlichsten Pflanzen, wie die Koniferen, keinen Schaden von Reizgaskonzentrationen, die unter andern Bedingungen verderblich wären. Es erhellt also, dass Schädigungen durch Säureverätzung nur bei Höchstkonzentrationen im Vordergrund stehen. In diesen Fällen werden die Blätter am Zweige fixiert, behalten ihre grüne Farbe und verdorren, ohne abzufallen.

Das wurde vom Verfasser experimentell an Zweigen von Flieder, Birn- und Zwetschgenbaum

und Fichte demonstriert mit Schwefelwasserstoff, Blausäure, Chlor und Ammoniak. Am Sonnenlicht wirken diese Gase etwa zehnmal intensiver als bei diffuser Beleuchtung. Man kann direkt zusehen, wie die Blätter fixiert werden. In etlichen Fällen werden Verfärbungen beobachtet, die z. B. bei der Verwendung von Ammoniak von Gerbstoff herrühren.

Bei diesen brutalen Vergiftungen, aber auch bei Begasungen mit niedrigeren Konzentrationen sind **Störungen im Wasserhaushalt** für alle Kampfgaseinwirkungen charakteristisch. Am intensivsten sind diese Störungen für hohe Konzentrationen.

Die Aenderungen der Permeabilität des Plasmas oder seine Denaturalisation stört die *Transpiration* und fördert die Wasserabgabe. Die Zelle vermag den Turgordruck nicht mehr aufrecht zu erhalten. Das veränderte Plasma lässt Wasser durch, welches in die Interzellularräume austritt und durch das Entlüftungsgewebe und die Stomata verdunstet. In gewissen Fällen kann es direkt zur Tropfenbildung auf der Blattoberfläche kommen. Es wurde übrigens experimentell festgestellt, dass Säurebegiessung die Transpiration erhöht. Auch hier drängt sich eine bemerkenswerte Analogie zur Grünkreuzvergiftung auf. Das Lungenödem kommt ja auch dadurch zustande, dass die durch Kampfstoffeinwirkung durchlässig gewordenen Alveolenwände den Eintritt von Blutserum in die Alveolen ermöglichen. Dadurch ertrinkt der Gasverletzte sozusagen in seinem eigenen Blut, was die englischen Soldaten als «dryland drowning» bezeichneten.

**Anatomisch-mikroskopisch** werden die Kampfgasschädigungen an den grünen Blättern durch das Bild der *Plasmolyse* beherrscht. Ferner beobachtet man Verätzungen und Auflösungserscheinungen der Zellinhaltsbestandteile sowie Verfärbungen und Ausfällungen in den Zellen.

Im Vordergrund der physiologischen Kampfstoffschädigungen auf die Pflanze stehen jene der *Reizgase.* Sie beeinflussen in erster Linie die **Photosynthese,** während die Schädigungen der Atmung durch die Reizgase von sekundärer Bedeutung erscheinen.

Das Chlorophyll wird durch die sauren Hydrolisierungsprodukte angegriffen. Willstätter und Stoll haben gezeigt, dass das Magnesium aus dem Chlorophyllmolekül durch Säuren abgespalten werden kann. Das Chlorophyllmolekül enthält zwar selber kein Eisen, aber dieses Element ist als Aktivator für den Assimilationsvorgang unentbehrlich. Die sauren Kampfgase lösen dieses Eisen und stören so den Assimilationsprozess. Infolge dieser Störung richtet sich die photosynthetische Energie schädigend auf das Zellplasma, was auch dadurch bestätigt wird, dass nur der tätige Chlorophyllapparat angegriffen wird.

Im Gegensatz zu den Wirkungen der Reizgase steht dieselbe der *chemisch aktiven Stickgase,* nämlich des Leuchtgases und der Blausäure und ferner auch des Schwefelwasserstoffs. Hier dominieren die Schädigungen der **Atmung.** Die Gase binden sich an das Eisen des Atmungsfermentes, machen dieses unwirksam und verhindern so die Zellatmung. Diese Eisenverbindungen sind oft wasserlöslich, und aus der Zunahme des wasserlöslichen Eisens wird auf den Grad der Schädigung geschlossen. Bei Tieren wurden analoge Beobachtungen gemacht und es gelang z. B., schwefelwasserstoffvergiftete Kaninchen durch zweckmässige Eisenadministration zu retten. Auf Grund dieser Tatsachen schloss man auf weitgehende Aehnlichkeit des pflanzlichen und tierischen Plasmas.

Die Atmung ist ein exothermer, unter Energiegewinn verlaufender Oxydationsprozess. Veratmet wird durch die Pflanze der Zucker, indem er zu Wasser und Kohlensäure abgebaut wird. Die gewonnene Energie dient der Aufrechterhaltung der Lebensäusserungen, wie z. B. der Keimung, des Wachstums und der Entwicklung. Störungen der Atmung müssen demnach auch diese Funktionen beeinträchtigen. Tatsächlich wurden bei Durchgasungen mit Blausäure auch solche Schäden festgestellt, so z. B. Beeinträchtigungen der *Keimkraft* beim Saatgut.

Es ist nun eine biologische und pharmakologische Tatsache, dass gewisse *schädliche Gase in kleinsten Konzentrationen eine stimulierende* und anregende *Wirkung* haben, welcher erst bei höheren Konzentrationen die Schädigung folgt.

Diese Erscheinung wurde nun auch für die Einwirkung kleinster Konzentrationen Blausäure auf gewisse Wachstums- und Entwicklungsprozesse der Pflanzen festgestellt, indem diese intensiv beschleunigt werden. Das hat zur Anwendung von Blausäure im gärtnerischen Kunstkniff des **Frühtreibens** geführt. Bei uns ist diese Methode unter den Gärtnern zwar völlig unbekannt, hat aber in USA. praktische Anwendung gefunden. Hortensien, Rhizom-, Knollen- und Zwiebelgewächse sollen durch das Frühtreiben mit Blausäure 1—1½ Monate früher zum Blühen gebracht werden können, als das bei der normalen Entwicklung und bei normalem Wachstum der Fall ist. Aus Deutschland liegen Publikationen über Frühtreiben mit Blausäure durch Cyanogas vor.

Auch dem Reifungsprozess vieler Früchte liegen oxydierende Atmungsprozesse zugrunde. Die Fruchtsäuren, wie z. B. Wein- und Apfelsäure in gewissen Früchten, stellen nämlich unvollständig oxydierte Zwischenglieder der Veratmung des Zuckers in Kohlensäure dar. Unreife Früchte enthalten nun grosse Mengen solcher saurer und astringierender Zwischenglieder, die sowohl für die Pflanze wie auch für den Konsum bekanntlich nicht zuträglich sind. Der Reifungsprozess besteht nun darin, dass diese Säuren zu $CO_2$ fertig oxydiert werden. Mit ihrem Verschwinden wird die Frucht süss und reif. Die stimulierende Wirkung kleiner

Blausäurekonzentrationen macht sich nun auch bei der Fruchtreifung geltend. Die **Frühreifung** von Früchten, z. B. Zitronen und Orangen, mit Blausäure soll in Kalifornien (USA.) praktisch zur Anwendung kommen. Eine Vergiftungsgefahr soll nicht nur wegen den kleinen zur Verwendung kommenden Blausäuremengen ausgeschlossen sein, sondern auch deswegen, weil die Blausäure chemisch an die Keto- und Aldehydgruppen des Zuckers gebunden werden kann. Gegen Schluss des Weltkrieges wurde bekanntlich der russische Mönch Rasputin am russischen Kaiserhofe vom Fürsten Joussoupoff erschossen. Tatsächlich wurde aber schon vorher versucht, ihn mit einer durch Zyankali vergifteten Torte zu beseitigen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der Zucker des süssen Gebäcks entgiftend wirkte, was den Anschlag vereitelte. Zucker gilt als das biologisch-pharmakologische Entgiftungsmittel für Blausäure. In Europa ist nach meinen Erkundigungen die Frühreifung mit Blausäure vollständig unbekannt und wird vom Früchtegrosshandel weder in Deutschland und Italien noch bei uns angewendet. Wegen der grossen Giftigkeit der Blausäure ist deren Verwendung fast überall an eine behördliche Bewilligung gebunden. Diese Gründe führten dazu, zur Früchtefrühreifung nach andern Methoden zu forschen. Es hat sich gezeigt, dass viele andere Gase in kleiner Konzentration analoge, stimulierende Wirkung zeigen und die Frühreifung, z. B. mit Aethylen, soll in Europa schon Eingang gefunden haben.

Der Verfasser hat an kanarischen Bananen, welche bei den Berner Früchtegrossisten zirka acht Tage zur Reifung benötigen, und mit einer westindischen Handelssorte, welche in etwa der Hälfte dieser Zeit reift, Versuche mit Blausäure angestellt und demonstriert. Eine Gaskammer von zirka 70 Liter Inhalt wurde im ganzen mit 35 Bananen der zwei Sorten beschickt und ein Thermometer dazu gestellt. Die Gaskammer war mit einem Blechdeckel verschlossen, dessen Gestaltung es gestattete, durch eine Schiebetüre Blausäure einzuführen und dieselbe durch Heizung mit Kerzen- oder Nachtlicht von aussen zu verdampfen. Obschon ohne präzise Literaturangaben experimentiert werden musste, gelang es, die Reifungszeit ganz erheblich abzukürzen. Am ersten Tag, welcher sehr warm war, konnte der grösste Erfolg erzielt werden. Die westindische Sorte, noch hart und grasgrün, erhielt schon nach zwölf Stunden einen deutlich gelblichen Ton, während die kanarische Sorte zwar noch grün blieb, aber etwas weicher in Konsistenz und Farbe erschien. In der Nacht ging dann die Heizung aus und gegen Morgen erfolgte ein erheblicher Temperatur- und Wettersturz. Es war am zweiten Tag nicht mehr möglich, die Temperatur auf zirka 28—30° zu halten, wie das die Früchtehändler tun, und der Reifeprozess verzögerte sich dadurch etwas. Immerhin reiften alle Früchte in einem Drittel bis zur Hälfte der Zeit, welche sonst nötig gewesen wäre. Am ersten Tag wurden 6 mg Blausäure als Bittermandelwasser verdampft und dann noch 5 mg in Form einer zweiprozentigen Blausäurelösung. Am zweiten Tag dann noch einmal 1 mg als Kirschlorbeerwasser. Selbstverständlich wurden die Früchte konsumiert und dabei absolut nichts Auffälliges bemerkt. Ein Nachteil machte sich darin geltend, dass die Früchte weniger haltbar waren, woraus vielleicht auf eine gewisse Nachwirkung geschlossen werden muss.

Einige schädliche Gase zeigen einen ausgesprochenen Einfluss auf die **Bewegungen der Pflanzen.** Während z. B. die photonastischen Pflanzenbewegungen erst bei Reizgaskonzentrationen gehemmt werden, die so hoch sind, dass bereits Allgemeinschädigung eintritt, genügen schon kleine Konzentrationen von *Aethylen, Azetylen* und *Leuchtgas,* um die *seismonastischen Bewegungen der Sinnpflanze* zu lähmen.

Bei Erbsenpflanzen, welche mit Leuchtgas behandelt wurden, wächst der Stengel, statt senkrecht nach oben, waagrecht weiter. Ob und welche Rolle dabei die Wirkstoffe (Auxine) spielen, bleibe hier dahingestellt.

Eine ganz besondere Stellung bei den Assimilationsgiften nimmt das **Schwefeldioxyd** ein. Als Kampfstoff hat es nur historisches Interesse. Ob es in zukünftigen Kriegen als billiges Erschöpfungsmittel für die Maskenfilter wieder zur Verwendung kommt, erscheint möglich.

Dieses farblose Gas von stechendem Geruch ist das Säureanhydrid der schwefligen Säure und hat deutlich *reduzierende Eigenschaften.* Es ist befähigt, mit Aldehyden zu reagieren und stört sowohl die Aldolkondensation des Formaldehyds wie auch die Reaktionen zwischen Aldosen und Aminosäuren. Statt Plasmolyse an den grünen Blättern beobachtet man, dass sich ein Plasmaschlauch an die Zellwand anlegt und Inhaltsverfärbungen und Veränderungen in der Zelle, die auf das Reduktionsvermögen des $SO_2$ zurückzuführen sind.

Ausschwefelungen sind bei vielen Sterilisierungen und Entwesungsmethoden immer noch im Gebrauch. Z. B. der Schwefelbrand des Küfers und Räucherungen gegen Ungeziefer, z. B. mit dem bekannten «Vulkangas». Die Vegetationsschäden durch Schwefeldioxyd nehmen bei den Rauchschäden den grössten Raum ein und sind daher auch am besten untersucht.

Das **Chlor** hat seine Bedeutung als Kampfstoff für das Blasverfahren absolut beibehalten. Besonders in deutschen Büchern könnte man leicht den Eindruck erhalten, als ob die Blasverfahren gewissermassen nur historisches Interesse hätten. Es wäre ein verhängnisvoller Irrtum, das zu glauben; denn die Deutschen hatten während des Krieges das Blasverfahren nur deshalb verlassen, weil die Windverhältnisse für sie nicht günstig waren. Die Alliierten bliesen bis zum Schlusse des Krieges.

Heute sind fast alle grossen Armeen mit tragbaren, leicht montierbaren Gasflaschen ausgerüstet, welche das langwierige Eingraben und Instellungbringen vereinfachen sollen. Das Chlor dient entweder als Treibmittel, um hochgiftige, weniger flüchtige Kampfstoffe, wie Phosgen und Chlorpikrin, abzublasen, kann aber auch für sich allein gebraucht werden.

Die Verwüstungen der Vegetation erstreckten sich im Weltkriege bis zu Tiefen von über 20 km für Frontbreiten bis zu 90 km. Sie dominieren in ihrem ungeheuren Ausmass alle andern Pflanzenschädigungen durch Kampfgase. Gras und Laub erschienen vorerst wie gebleicht, um sich dann vielfach zu schwärzen.

Interessant ist der Bericht eines deutschen Offiziers über Beobachtungen, die er im Gemüsegarten des Kommandanten der russischen Festung Ossovietz, General Brzowski, machte. Es war im Sommer 1915. Die Deutschen bliesen über den Obrefluss hinüber ab. Die Pflanzen des Gemüsegartens seien wie verbrannt und geschwärzt erschienen, aber aus der allgemeinen Verwüstung hätten die Blätter des Meerrettichs unversehrt und strotzend vor Gesundheit hervorgestochen.

An anderer Stelle findet sich dann der Rapport dieses General an seine vorgesetzte militärische Dienststelle. Er lautet ungefähr wie folgt: «Während eines Angriffes am 6. August benützten die Deutschen Apparate, welche Stickgase verbreiteten. Diese Stickgase, welche eine fürchterliche Wirkung ausübten und die meisten unserer Verteidiger dahinstreckten, brannten im Umkreis von 15 km allen Pflanzenwuchs nieder. Nachdem dieser Angriff misslungen war, setzte der Feind wieder mit überwältigendem Artilleriefeuer ein, dem ein noch wirksamerer Angriff mit Stickgasen folgen sollte. Daher räumte die Besatzung am 21. die Festung.»

Trotz gewisser Unstimmigkeiten in der Datierung scheint es sich bei beiden Berichten um die gleichen Ereignisse zu handeln.

Charakteristisch für das Chlor sind die im Vordergrund stehenden Bleich- und Aetzwirkungen auf die Pflanzen.

(Fortsetzung folgt)

# Cosa deve essere un posto di soccorso nella protezione antiaerea

**A. Speziali,** comandante della Croce Verde, **Bellinzona**

Nel concetto di lotta il servizio sanitario è indiscutibilmente un elemento di primo ordine non solo per il sollievo fisico che porta a chi ne ha bisogno ma altresì per la grandissima importanza che acquista nel campo spirituale in genere e nell'economia generale in ispecie.

L'organizzazione dei posti di soccorso nella protezione antiaerea è problema di tale importanza intorno al quale si sono raccolte numerose personalità tecniche e del ceto medico per studiarlo fin nei più minuti particolari.

Per chi sia sufficientemente al corrente dell'organismo che deve funzionare, per ottenere una efficace protezione antiaerea, balzano prontamente all'occhio le difficoltà d'ordine tecnico pratico e profilattico che devono essere affrontate e tolte per ottenere qualche cosa di veramente efficace.

Se noi consideriamo da vicino la cosa e facciamo un semplice raffronto tra quello che è un posto di pronto soccorso in tempo di pace che deve servire per ricoverare d'urgenza per le prime cure, feriti, colpiti da malori improvvisi ecc. troviamo che in queste condizioni non necessitano misure speciali, nè materiale speciale; quello in uso presso qualsiasi ambulanza è più che sufficiente per raggiungere lo scopo.

Difficilmente in questi posti si dovranno prevedere locali di isolamento per malattie infettive, perchè i ricoverati non rimarranno mai oltre il tempo necessario per ricevere le prime cure e poi verranno immediatamente evacuati negli ospedali, a meno si tratti dell'infierire di malattie infettive, di epidemie, nel qual caso però il servizio di igiene dovrà provvedere all'organizzazione di lazzaretti speciali e di padiglioni di isolamento.

Ciò premesso esaminiamo i requisiti dei posti di soccorso nella protezione antiaerea, traducendo in riassunto una dotta esposizione del Dr G. Panis pubblicata sulla rivista *Gaz de combat, défense passive, feu sécurité.*

Dobbiamo rilevare come l'autore mette bene in rilievo tutte le eventualità alle quali ci si può trovare di fronte durante una incursione aerea e quali siano i mezzi atti a fronteggiare con efficacia la situazione dal lato del pronto soccorso.

E' ben vero che l'autore con dovizia di particolari descrive i posti di soccorso quali dovrebbero probabilmente essere in un grande centro, posti però così e come sono descritti e previsti dovrebbero essere installati in apposite e nuove costruzioni, ma attuabili con difficoltà quando si trattasse di adattare locali già esistenti ed in piccole o medie località dove la questione finanziaria costituisce sempre o quasi lo scoglio maggiore da superare.

In tutto il servizio di protezione antiaerea, in tutti i rami che da esso dipendono, come nelle unità di combattimento, esiste un comando che si estende pure al servizio sanitario.

Quantunque il servizio sanitario sia autonomo nell'esercizio delle sue funzioni e sia indipendente nei servizi che deve prestare, tuttavia anch'esso deve dipendere dal comando tanto per quanto riguarda il ricovero dei gasati, dei feriti, degli