Zeitschrift: Das Rote Kreuz : offizielles Organ des Schweizerischen Centralvereins vom Roten Kreuz, des Schweiz. Militärsanitätsvereins und des Samariterbundes

Herausgeber: Schweizerischer Centralverein vom Roten Kreuz

Band: 39 (1931)

Heft: 7

Artikel: Atemgifte in der Industrie und bei der Feuerwehr

Autor: Smolczyk, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-546987

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: 04.12.2025

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

la voiture. « A quoi pensez-vous? » objecte le propriétaire, « dans une maison chic cela ne se fait pas. »

Enfin, mère, enfant et voiture sont arrivés dans l'avenue. Le gamin s'approche tout joyeux du gazon; ses petits pieds tentent d'enjamber la barrière basse de fer. A contre-cœur la mère doit l'en empêcher. S'il lui échappe cependant, la rude voix d'un gardien l'interpelle aussitôt: « Allez-vous bientôt empêcher votre gosse de piétiner le gazon? » Et pourtant que de fois les journaux ont poussé le cri: Rendez le gazon aux enfants! Mais non. Partout des allées et des emplacements léchés, soignés avec art, des parterres de fleurs exactement délimités — géraniums et pensées semblent gémir de cette contrainte. Ce luxe coûte des sommes folles à la ville et l'œil attristé de nos enfants ne voit dans les pelouses qu'un paradis inaccessible!

Défense aussi de jouer avec le gravier. Défense à l'enfant d'utiliser les bancs « réservés aux adultes ».

Jusque dans les promenades publiques on rencontre des fils de fer barbelés où l'enfant risque de se blesser à leurs pointes rouillées pendant un instant de distraction de la mère. Nos édiles austères dont les décrets se suivent comme averses au printemps, n'ont-ils donc jamais vu d'enfants?

Hélas! il nous faut bien prendre notre parti de tout cela. Un beau rang de tulipes, alignées comme des soldats à la parade, valent, sans doute, le spectacle de joyeux enfants s'ébattant sur le gazon!

Ne leur donnerez-vous donc jamais des prairies pour s'y rouler, fût-ce aux tout petits seulement? Ne leur permettrez-vous jamais de jouer près des fleurs et loin des barbelés et des gardiens? Devrons-nous sans cesse avoir l'œil sur nos petits? Hors du gazon, voici le garde! Laisse le gravier, si l'on te voyait!

Oh! ces gardes! oh! ces barbelés!

Pro Juventute.

Atemgifte in der Industrie und bei der Feuerwehr.

Von Dr. E. Smolczyk.
(Aus dem wissenschaftlichen Laboratorium der Auer-Gesellschaft, Berlin.)

Die Atemgifte sind nur ein Teil aus dem Stoff der allgemeinen Pharmakologie. Sie sind charakterisiert durch den Weg, auf dem sie in den menschlichen Organismus gelangen. Mit der Einatmungsluft nehmen die Atmungsorgane die Atemgifte auf und leiten sie zu den Lungen. Dort treten die Gifte in die Blutbahn ein, soweit sie nicht als ätzende Stoffe die Wandungen einfach zerstören, gelangen sie zum linken Herzen und von da auf dem kürzesten Wege zu den Gehirnzellen, durch deren Schädigung sie den gesamten Organismus beeinflussen. Nach dem Schweizer Hygieniker Zangger sind 80 Prozent aller Vergiftungen Wirkungen der Atemgifte. Aus der Kürze des Weges zum Gehirn erklärt es sich, daß diese Vergiftungen viele gemeinsame Symptome aufweisen, wie plötzliches Kopfweh, schlechter Puls, Uebelkeit, Erbrechen, Durchfall, Bewußtlosigkeit.

Wir beschränken uns auf die anorganischen und organischen Stoffe, die durch die industrielle Tätigkeit des Menschen entstehen und als Giftgase, Dämpfe, Nebel, Rauch und Staub die Atmungsluft verunreinigen.

Mit dieser Aufzählung haben wir schon eine physikalische Einteilung der Atemgifte gegeben. Der Einteilungsgrund ist die Form, unter der der Giftstoff auftritt. Er ist ein Gas, wenn sein Siedepunkt sehr tief liegt,

zum Beispiel Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoff, Chlor, Fluor, Stickoxyd, Ammoniak, schweflige Säure, Kohlensäure; er ist ein Dampf, wenn sein Siedepunkt höher liegt, zum Beispiel Benzol, organische Lösungsmittel, die Chlorderivate der Kohlenwasserstoffe. Liegt der Siedepunkt noch höher, etwa über 180 Grad C, dann kondensieren die Dämpfe sehr rasch zu kleinsten Tröpfchen und bilden Nebel, zum Beispiel die Nebel der Schwefel- und der Phosphorsäure, Nebel von verdampften Schmier- und Betriebsölen. Grundsätzlich zwar lassen sich alle Stoffe, die zu verflüssigen sind, auch vernebeln. Dann aber müssen die geeigneten Temperaturen innegehalten werden. Wir sprechen hier von Stoffen, deren Nebel zwischen 10 und 100 Grad C beständig sind. Besitzt ein Stoff keinen Siede-, sondern einen Sublimationspunkt, bei dem er also von dem festen unmittelbar in den gasförmigen Aggregatzustand übergeht, und umgekehrt, dann kondensiert er sich zu kleinsten festen Teilchen, und wir sprechen von Rauch. Ein solcher ist zum Beispiel Salmiak, Phosphorpentoxyd, ferner der Kampfstoff Lewisit. Rauch besteht also aus kleinsten, in einem Gas dispergierten festen Teilchen von derselben Größenordnung wie die Nebelteilchen, nämlich mit einem Durchmesser von 10^{-7} bis 10^{-4} cm. Sind die festen Teilchen größer, so daß man sie schon mit dem Mikroskop wahrnehmen kann, so bilden sie den Staub.

In den vergangenen Zeitaltern gab es nur wenig Atemgifte und, außer bei Bränden, waren auch die auftretenden Mengen klein. Die Industrie, soweit sie giftige Abgase erzeugte, war unbedeutend. Die geringen entstehenden Mengen konnten in die freie Atmosphäre strömen, wo sie sich rasch bis zu ungefährlichen Konzentrationen verdünnten. Es wurde erst anders, als vom 18. Jahrhundert an die Chemie ihren Aufschwung nahm. Nicht nur, daß immer neue Elemente und neue chemische Verbindungen entdeckt wurden, man lernte auch neue Verwendungen für die Stoffe finden. Die wachsende Gefahr der Vergiftung durch Atemgifte ist also eine Folge der Großindustrie, besonders der chemischen. Aber nicht nur größere Mengen der schon bekannten Atemgifte wurden entwickelt, auch neue Stoffe wurden hergestellt und industriell verwertet. Stoffe, die in der freien Natur nicht vorkommen, und Produkte der wachsenden chemischen Erkenntnisse sind zum Beispiel alle Zwischen- und Endprodukte in der Fabrikation der Farbstoffe oder der pharmazeutischen Mittel. Fast alle diese Verbindungen sind als körperfremde Stoffe giftig für den Organismus.

Die Atemgifte treten nun in allen vorhin erwähnten physikalischen Formen auf, als Gase, Dämpfe, Nebel, Rauch und Staub. Chemisch kann man sie einteilen in wasserlösliche, fettlösliche und unlösliche Körper. Besonders gefährlich sind die fettlöslichen Stoffe, denn sie können von der gesamten Haut aufgenommen werden. Gelangen solche Stoffe, zum Beispiel Benzol, Schwefelkohlenstoff, Chlorkohlenwasserstoff, in die Atmungswege, so werden sie schon von den Wänden der Bronchien resorbiert, brauchen also gar nicht mehr in die Lungen zu kommen, um ihre verderbliche Wirkung auszuüben. Sogar die Epidermis resorbiert lipoidlösliche Stoffe. Daher kommt es, daß unter Umständen auch ein ausreichender Atemschutz die Vergiftung nicht verhindern kann. Physiologisch kann man noch eine andere Einteilung vornehmen. Da sind die reizenden und ätzenden Stoffe mit hauptsächlich lokaler Wirkung. Diese tritt sofort als Hustenreiz auf und damit als Warnung.

Als zweite Gruppe seien die Gifte angeführt, die zwar auch lokal wirken, aber wegen ihrer geringeren Aetzwirkung den Organismus nicht mit sofortigem Husten reagieren lassen. Die Vergiftung tritt dann nach einer mehr oder weniger langen Latenzzeit auf. Hierzu gehören Phosgen und Stickoxyde in geringeren Konzentrationen, ferner Phosphor-

wasserstoffe, Arsenwasserstoff, verschiedene Chloride der Kohlenwasserstoffe, Dimethylsulfat und andere.

Die dritte Gruppe bilden die Gifte ohne lokale Reizwirkung und mit allgemeiner Giftwirkung, die sogenannten Blut- und Nervengifte oder Narkotika. Dazu gehören Kohlenoxyd, Arsenwasserstoff und Schwefelwasserstoff in geringen Konzentrationen, alle narkotischen Dämpfe, das heißt also fast alle organischen Dämpfe außer denen, die stark reizen.

Der Körper beginnt sofort nach der Aufnahme des Giftes mit Gegenaktionen und versucht, das Gift unschädlich zu machen. Ob ihm dies gelingt, das hängt von der Menge des aufgenommenen Giftes, von der Geschwindigkeit der Ausscheidung und von der Konstitution des Menschen ab. Manche Gifte, wie Kohlenoxyd oder Blausäure, werden unterhalb einer gewissen Grenze sehr schnell unschädlich gemacht. Kohlenoxyd durch Abscheidung, Blausäure durch chemische Umwandlung. Wird aber diese Grenze überschritten, so tritt mehr Gift in den Körper ein als unschädlich gemacht werden kann. Dann setzt die Vergiftung ein. Andere Stoffe, wie die Metallgifte, zum Beispiel Arsen, Blei, Quecksilber und ihre Salze werden so langsam ausgeschieden, daß sie sich im Körper anhäufen können und eine chronische Vergiftung verursachen. Eine Vergiftung, auch wenn sie überstanden wird, geht fast nie spurlos vorüber. Es bleibt eine gesteigerte Empfindlichkeit zurück, so daß zu einer Wiedervergiftung eine geringere Menge des Giftstoffes gehört als vorher. Diese vergrößerte Empfindlichkeit kann sehr lange vorhalten. Sie besteht nicht nur gegenüber demselben Atemgift, sondern auch gegenüber anderen. Eine Gewöhnung an ein bestimmtes Atemgift bedeutet nur, daß die Grenze, unterhalb der der Organismus sich erfolgreich wehren kann, etwas höher gerückt ist. Bei Ueberschreitung dieser Grenze treten aber die oben angeführten Symptome doch auf.

Es ist selten, daß ein Atemgift ohne Begleiter auftritt, weil die chemischen Stoffe stets Verunreinigungen enthalten. Die Art der Begleitstoffe ist vielfach ausschlaggebend für die Schwere der Vergiftung. Deshalb ist es schwierig zu bestimmen, welches die Konzentrationen an dem Atemgift sind, die noch ohne Schaden vertragen werden können. So kann es kommen, daß bei gleicher Konzentration die eine Vergiftung schwer, die andere leichter ist.

Kombinationen aus verschiedenen Atemgiften entstehen zum Beispiel bei der Teerdestillation. Andere Kombinationen von Atemgiften entstehen, wenn sich Zelluloid zersetzt, und zwar kommt es darauf an, ob genügend Sauerstoff zugegen ist oder nicht. Im letzteren Fall bilden sich neben Wasserdampf und Kohlensäure Kohlenoxyd, nitrose Gase, Zyan, Blausäure. Da Zelluloid kaum im Freien gelagert wird, sondern stets in geschlossenen Räumen, so wird bei einer beginnenden Zersetzung durch Entzündung durch die großen entwickelten Gasmengen die atmosphärische Luft verdrängt werden, so daß die weitere Zersetzung unter Sauerstoffmangel vor sich geht. Damit sind die Bedingungen gegeben für das Auftreten von Kohlenoxyd, nitrosen Gasen, Zyan, Blausäure.

Das am häufigsten in Erscheinung tretende Giftgas ist das Kohlenoxyd, weil es überall dort sich bildet, wo irgendeine organische Substanz bei Luftmangel verschwelt. Wenn das Blut eines normalen erwachsenen Mannes zu 100 Prozent mit CO gesättigt ist, so enthält es etwa 1,1 Liter des Gases. Ist es zu 30 Prozent gesättigt, dann treten Störungen im Allgemeinbefinden auf, beträgt die Sättigung 60 Prozent, so sind die Wirkungen irreversibel und führen zum Tode. Die Sättigung des Blutes an Kohlenoxyd steht in einer gewissen Beziehung zu Konzentrationen an Sauerstoff und Kohlenoxyd in der Atmungsluft. Die Affinität des Kohlenoxyds zum Hämoglobin ist 250mal so groß wie

die Affinität des Sauerstoffes zum Hämoglobin.

Weniger bekannt ist die Rolle des Stickstoffes als Atmungshindernis. Ein Atemgift wie Kohlenoxyd oder Schwefelwasserstoff ist der Stickstoff nicht. Wahrscheinlich hängt dies mit der jahrtausendelangen Anpassung des Organismus an die Zusammensetzung der Luft zusammen. Der Stickstoff wirkt nur als Verdünnungsmittel. Wächst seine Konzentration über 85 Prozent, so entsteht Sauerstoffmangel, der bis zu einer sogenannten Stickstoffnarkose führen kann[1]). Interessant ist bei diesen Versuchen, daß der Eintritt der Narkose unbemerkt von der Versuchsperson vor sich geht. Sie hat also keine Kenntnis von einem beginnenden Sauerstoffmangel und verliert das Bewußtsein ohne subjektive Beschwerden. Diese Tatsache ist wichtig zur Beurteilung der Erscheinungen, die gerade im Feuerwehrberuf subjektiv bei dem angeblichen Sauerstoffmangel in verqualmten, geschlossenen Räumen auftreten. Man beobachtet keine Beschleunigung oder Vertiefung der Atmung, wenn es sich wie bei den Versuchen von Dr. Kaiser um ein Gemisch von reinem Stickstoff mit reinem Sauerstoff handelt.

Kohlensäure ist das Gas, das als ein Endprodukt des Stoffwechsels durch die Lungen aus dem Blut ausgeschieden wird. Es ist also ein körpereigener Stoff, der erst im Uebermaß schädigend wirkt. Ueber die toxischen Konzentrationen sind die Meinungen geteilt. Vielfach werden 6—8 Prozent als giftig angegeben. Wir haben Versuche in einer Atmosphäre von 6 Prozent gemacht und haben keinerlei Schädigungen beobachtet. Wir wollen uns aber auf diese Zahl durchaus nicht festlegen.

Die Kohlensäure wirkt als Stimulans auf das Atemzentrum im Gehirn. Ueber die Art der Einwirkung existieren eine ganze Reihe von Hypothesen. Die auffälligste Wirkung der Kohlensäure ist die, daß sie die Atmung vertieft, die Ventilation der Lungen also verstärkt wird. Das Atemvolumen wird durch Zusatz von Kohlensäure verzwei- bis verdreifacht. Atmet ein Mensch in kohlensäurehaltiger Atmosphäre durch einen Widerstand, wie ihn zum Beispiel ein Atemfilter darstellt, so wird infolge der mit der vertieften Atmung verbundenen vergrößerten Strömung im Filter der Widerstand zwar etwas erhöht; die Versuchsperson hat den Eindruck, als bekäme sie nicht genügend Atmungsluft, weil das Filter die Atmung drosselte. Dieselbe Erscheinung tritt aber auch auf, wenn man in der gleichen Atmosphäre ohne Filter atmet. Es ist das die Wirkung der hohen Kohlensäurekonzentrationen. Wir haben manchmal Beanstandungen an unseren Atemeinsätzen zu bearbeiten, nach denen das Filter verbraucht sein sollte, weil man keine Luft hindurch bekäme. Die Untersuchung zeigt fast immer, daß der Einsatz vollständig normal ist und daß insbesondere der Atemwiderstand klein ist. Das Filter war also stets in hohen Kohlensäurekonzentrationen getragen worden, so daß subjektiv der Eindruck einer erschwerten Atmung entstehen mußte.

Wie kann man Sauerstoffmangel und Kohlensäureüberschuß erkennen? Seit alters her sagt man, daß der Mensch nicht mehr atmen kann, wenn eine brennende Flamme erlischt, was bei etwa 12 Prozent Sauerstoff eintreten soll. In dieser Allgemeinheit stimmt die Aussage nicht. Zunächst ist festgestellt, daß ein Mensch noch sehr gut atmen kann, wenn eine Flamme längst nicht mehr brennt. Wir haben bei unseren Versuchen festgestellt, daß ein Mensch ausnahmsweise auch bei 9 Prozent, ja sogar bei 7 Prozent Sauerstoff atmen kann, allerdings muß er sich ruhig verhalten. Anderseits gibt es Unterschiede in den Flammen. Während eine brennende Kerze schon erlischt, brennt eine Azetylenflamme noch weiter; denn sie ist viel heißer als eine Kerzenflamme. Das Brennen der Flamme hängt

[1]) W. Kaiser, „Gasmaske" 1930, Heft 2, S. 21 ff.

vom Zustrom an Sauerstoff ab und damit von der durch die Flamme verursachten Luftströmung. Diese ist aber bei der heißen Azetylenflamme viel intensiver als bei der kühleren Kerzenflamme. Anderseits kann eine Flamme auch durch eine genügend starke Wärmeableitung ausgelöscht werden. Brennende Gase müssen eine Temperatur haben, die oberhalb der Entzündungstemperatur liegt. Sie beträgt im allgemeinen etwa 700 Grad C, bei Schwefelkohlenstoff viel weniger. Sie wird aufrechterhalten durch die bei der Verbrennung entstehende Wärme. Nimmt die Verbrennungsintensität ab, wie es bei Sauerstoffmangel der Fall ist, so kann durch inerte Fremdstoffe, besonders solche mit großer spezifischer Wärme, die durch die Flamme streichen, so viel Wärme abgeleitet werden, daß die Entzündungstemperatur unterschritten wird. Dann muß die Flamme erlöschen. Solche inerten Stoffe können Wasserdampf, Kohlensäure, schwer brennbare Nebel und Rauch sein. Damit erklärt sich, daß Flammen mitunter schon verlöschen, wenn noch 15—18 Prozent Sauerstoff vorhanden sind. Die Flamme wird, wie Rumpf in seiner Arbeit es ausdrückt, wie mit einem Tuch ausgedrückt. Dabei aber kann der Mensch immer noch atmen.

Was für die industriellen Atemgifte gilt, gilt auch für die Stoffkombinationen, die Brand- oder Rauchgase genannt werden. In ihnen können, wenn auch in geringen Konzentrationen, alle Atemgifte in allen Formen auftreten. Es kommt immer darauf an, was brennt, wo und wie es brennt. Bei jedem Brand verdampfen auch unverbrennliche oder schwer brennbare Substanzen mit hohem Siedepunkt und bilden dann Nebel und Rauch. Ferner entsteht neben einer Verschwelung auch das, was der Chemiker eine trockene Destillation nennt, im Falle der Holzdestillation also Teerprodukte, die als Dämpfe und Nebel in den Schwaden enthalten sind. Wenn stickstoffhaltige Substanzen mitverbrennen, so kann es auch zur Bildung von nitrosen Gasen kommen, besonders wenn die Hitze groß genug ist. Es finden sich die verschiedenartigsten Mengen Kohlensäure und Wasserdampf vor. Am geringsten wird bei einem Brand der Gehalt an Kohlenoxyd sein, weil der größte Teil des Kohlenstoffes sich gebunden in den Oel- und Teernebeln befindet. So erklärt es sich, daß Rumpf in seinen Analysen von Brandgasen immer nur sehr wenig Kohlenoxyd findet. Wir können diese Befunde durch eigene Analysen bestätigen. Was der Feuerwehrmann Rauchvergiftung nennt, ist meistens eine kombinierte Wirkung von Kohlensäure, Sauerstoffmangel, Oeldämpfen und Teernebeln und manchmal auch Kohlenoxyd. Das Kohlenoxyd allein, das in den Brandgasen vorkommt, würde kaum ausreichen, um einen erwachsenen Menschen in der kurzen Zeit bewußtlos zu machen, in der die Rauchvergiftung einsetzt.

In den obigen Ausführungen ist mit Absicht darauf verzichtet worden, eine Aufzählung der Symptome zu geben, die bei der Einwirkung einzelner Atemgifte auftreten. Von Wichtigkeit schien es, aufzudecken, wo nach unserer Ansicht Probleme des individuellen Gasschutzes bei der Feuerwehr mit ihrer vielseitigen Beanspruchung liegen. Sie ergeben sich nicht nur aus dem Wechselspiel zwischen Person, Atemschutzgerät und Atmosphäre, sondern auch aus der rein psychischen Reaktion des Individuums auf die körperlichen Einflüsse. Deshalb gehört zum individuellen Gasschutz neben den Schutzgeräten die Aufklärung über die Gefahren, die Uebung und Gewöhnung im Gebrauch der Geräte und die Besonnenheit bei unvorhergesehenen Gefahrenmomenten.