Zeitschrift: Protar

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

Band: 4 (1937-1938)

Heft: 8

Artikel: Die Kohlensäurebindung in Sauerstoffschutzgeräten

Autor: Lemcke, Walter

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-362623

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

Die Kohlensäurebindung in Sauerstoffschutzgeräten*)

Von Dr.-Ing. Walter Lemcke, Oranienburg
Aus dem wissenschaftlichen Laboratorium der Auergesellschaft

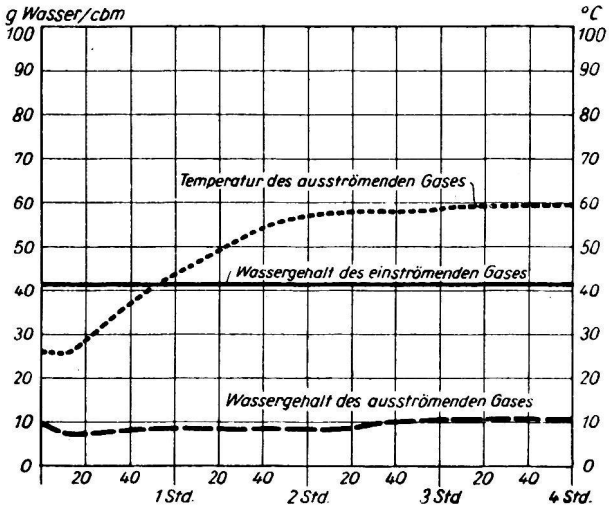
Von Anfang bis heute wurde die säurebindende Kraft der Alkalien benutzt, die Kohlensäure im Kreislauf von Sauerstoffschutzgeräten aufzunehmen. Die Entwicklung beschritt zwei Wege. Einmal wurde versucht, die flüssige Lauge für empfindliche Teile des Geräts unschädlich zu machen, indem man sie von einem geeigneten porösen Körper aufsaugen liess. So entstand das «Cardoxide» der Amerikaner oder das «Respirit», das von der Auergesellschaft vor Jahren praktisch erprobt wurde. Diese Präparate stellen eine Aufsaugung von Natronlauge in gelöschtem Kalk dar und sind eine besonders wirksame Form des Natronkalks. Sie können ohne Siebe in passender Körnung wahllos in einen Patronenmantel gehüllt werden und eignen sich daher für Wiederfüllpatronen. Allerdings zeigen sie Nachteile, auf die noch eingegangen wird. Gegenüber dieser Art von Patronen, die in Deutschland keinen Anklang fanden, entwickelte sich die Patrone mit festem Aetznatron. Als fester und dichter Körper muss es, um die hohe Aufnahmegeschwindigkeit für Kohlensäure zu erreichen, die von den Patronen gefordert werden muss, in gleichmässig feiner Körnung so gelagert werden, dass möglichst jedes Korn vom Gas umspült wird. Mit wellenförmigen Drahtsieben, deren Wellentäler mit dem Chemikal gefüllt sind und deren freie Wellenberge der Luft nur geringen Widerstand entgegensetzen, ist bei geeigneter Anordnung der Wellsiebe die Forderung der vollständigen Kohlensäureaufnahme bestens erfüllt.

Wir wollen einmal die chemischen Unterlagen aufdecken. Allgemein gibt man der Reaktion das Schema

$$2\,NaOH + H_2CO_3 = Na_2CO_3 + H_2O.$$

Diese Formel sagt aber über die näheren Umstände der Reaktion nichts aus. Sie gilt für Natronlauge in der Waschflasche, für Respirit und Cardoxide wie für festes Aetznatron, obwohl der Vorgang der CO_2-Aufnahme in jedem Fall anders ist. Um die weiteren Schlüsse verstehen zu können, setzen wir voraus, dass der Patrone Luft von 36° C zugeführt wird, die zunächst nur mit Wasserdampf gesättigt sei. Die Patrone werde an der «künstlichen Lunge» im Rhythmus von 20 «Atemzügen» bei einem Luftumsatz von 30 Litern in der Minute «veratmet». Es spielen sich in der arbeitenden Patrone eine Reihe von Vorgängen ab, die in erster Linie durch das Verhalten des Aetznatrons dem Wasser gegenüber bestimmt sind.

Das Aetznatron stellt, besonders in der gekörnten Form, ein gutes Trockenmittel dar. Leitet man also den feuchten Luftstrom durch die Patrone, so wird ein grosser Teil der Feuchtigkeit gebunden. Verfolgt man den zeitlichen Verlauf dieser Feuchtigkeitsaufnahme durch die Patrone, so beobachtet man zunächst einen raschen Temperaturanstieg am Ausgang der Patrone. Es wird also Wärme entwickelt, was auf einen chemischen Umsatz zwischen dem Aetznatron und dem Wasser schliessen lässt. Eine Messung des Wasserdampfgehaltes der austretenden Luft ergibt im Verlauf der Prüfung nur wenig ansteigende Wasserdampfmengen. Die Feuchtigkeit beträgt etwa ein Viertel des ursprünglich bei 36° im Prüfstrom enthaltenen Wasserdampfes. Die Temperatur am Ausgang der Patrone steigt verhältnismässig hoch an, weil neben der Lösungswärme des Aetznatrons noch die Kondensationswärme des absorbierten Wasserdampfes frei wird (Abb. 1). Sind die Körner erst mit einer



Laugeschicht überzogen, so ist die Geschwindigkeit der weiteren Wasseraufnahme durch das Vordringen des Wassers ins Innere der einzelnen Körner gegeben. Diese saugen nun nicht etwa so wie Ziegelsteine das Wasser auf, sondern das Wasser geht eine chemische Verbindung mit dem Aetznatron ein, und durch die entstehende Wärme schmilzt die chemisch definierte wasserärmste Verbindung, das Monohydrat $NaOH \cdot 1\,H_2O$, oberhalb 64° auf dem Korn. Es mögen zwar schon vorher wasserreichere Hydrate entstehen, deren Schmelzpunkte bei Zimmertemperatur und darunter liegen, aber der schnelle Umsatz des Wassers erfolgt doch erst nach Verflüssigung des wasserärmsten Hydrates, da nur so die Oberfläche des angegriffenen Kornes schnell vom Hydrat freigegeben und zu neuer Reaktion mit dem Wasser bereit wird. Gemische dieses Hydrates, das einer rund 70prozentigen Lauge entspricht, mit wasserfreiem Aetznatron gibt es in jedem Verhältnis. Das

*) Aus «Die Gasmaske», Zeitschrift für Atemschutz, Degea A.-G., Berlin, 9. Jahrg., Heft 5 (1937). Der Abdruck erfolgt mit der verdankenswerten Erlaubnis der Auergesellschaft.

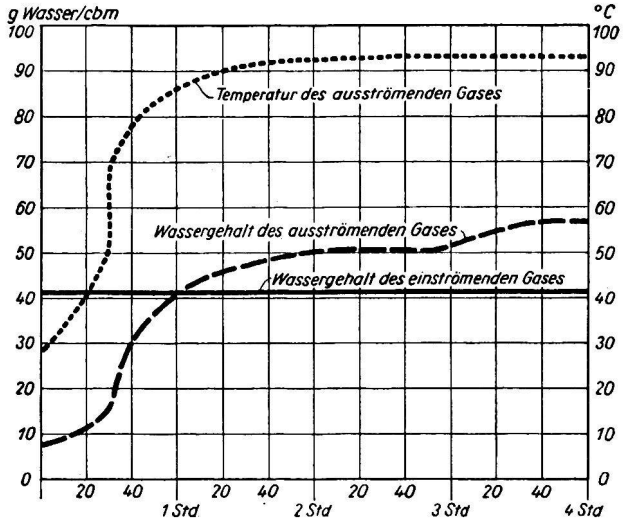
wasserfreie Aetznatron hat das Bestreben, der entstandenen Lauge Wasser zu entziehen. Je wasserärmer die Gemische sind, desto höher liegt ihr Schmelzpunkt, desto grösser ist aber auch die bei der Wasseraufnahme entwickelte Wärmemenge. Daraus folgt, dass sich in der Patrone verdünnte Lauge neben wasserfreiem Aetznatron nicht halten kann, da mit der bei der Verdünnung abnehmenden Wärmeentwicklung das Aetznatron in Lösung zu gehen bestrebt ist. Die starke Wärmeentwicklung bei der dauernden Neubildung des Hydrates lässt auf eine sehr feste Bindung des Wassers schliessen. So wird auch aus dem Monohydrat erst bei etwa 200° C das erste Wasser ausgetrieben, und noch bei 300° sind 8 % Wasser vorhanden. Da die Temperatur der Patrone in der Zone der Kohlensäurebindung bei etwa 200° liegt, kann das Aetznatron dabei noch bis 25 % Wasser absorbieren.

Die nur mit feuchter Luft beschickte Patrone zeigt, dass die Temperatur der durchstreichenden Luft zwar erhöht, ihr Feuchtigkeitsgehalt aber wesentlich gesenkt wird.

Nun wird die Patrone praktisch nicht nur von feuchter, sondern auch kohlensäurehaltiger Luft durchströmt. Wir untersuchen diese Verhältnisse, indem wir in dem Feuchtluftstrom 4 % durch Kohlendioxyd ersetzen, so dass also die Patrone mit 30 l Gas pro Minute, das 4 % CO_2 enthält, veratmet wird. Für die Bindung der Kohlensäure ist der Vorgang der Wasseraufnahme grundlegend, da trockenes Kohlendioxyd nicht mit trockenem Aetznatron reagiert. Treffen die ersten Wasser- und Kohlendioxydmengen auf das Aetznatron, so wird zunächst etwas Lauge gebildet, die aber das Kohlendioxyd nicht restlos bindet, denn das zunächst entstehende Monohydrat schmilzt erst über 60° und stellt dann reaktionsfähige Lauge zur Verfügung. Behandelt man z. B. Aetznatron in der Kälte mit Kohlendioxyd, so entsteht eine auch äusserlich sichtbare Karbonatkruste, ohne dass die Reaktion sich ins Korninnere fortsetzt. — Bei der Bindung der Kohlensäure wird eine beträchtliche Wärmemenge frei. Sie ist etwa dreimal so gross als die bei der Feuchtung des Aetznatrons. In der Folge wird die Kohlensäure restlos von dem erhitzten, feuchten Chemikal aufgenommen. In der Patrone beginnt nun das Quellen und Ausblühen des entstehenden Natriumkarbonats. Es dürfte seine blasige Struktur wohl hauptsächlich durch das bei der Reaktion entstehende und gewaltsam als Dampf entweichende Wasser erhalten. In dem Augenblick, in dem aus wasserhaltigem Aetznatron und Kohlendioxyd Soda entsteht, bricht auch das wasserbindende System zusammen, da die Soda bei diesen Temperaturen völlig wasserfrei ist. Man muss also formulieren, da aus der Reaktion selber noch Wasser entsteht:

$$2\,NaOH\,.\,nH_2O + CO_2 = Na_2CO_3 + (n + 1)\,H_2O.$$

Für das so entstandene Wasser ist am Orte seiner Entstehung nur dann ein Bindemittel zugegen, wenn noch unverbrauchtes Aetznatron vorhanden ist. Da letzteres aus der Reaktionszone aber mehr und mehr verschwindet, wandert der Wasserdampf grösstenteils in den Gasstrom. Dadurch wird der Wasserdampfgehalt der durchströmenden Luft erhöht. Die auf den Aetznatronkörnern der nachfolgenden Zonen entstandene und noch nicht von Kohlensäure zersetzte Lauge kann aber nur einen Teil des Wasserdampfes aufnehmen. Die Folge ist, dass das austretende Gas feuchter ist als das eintretende. Allerdings bleibt der Feuchtigkeitsgehalt fast bis zum Schluss annähernd gleich, weil stets eine genügende Menge Aetznatron in Reserve ist, die die Feuchtigkeitsregelung übernimmt (Abb. 2),



sodass selbst beim Durchbruch von Kohlensäure ein Ansteigen des Wassergehaltes nicht zu bemerken ist. Zusammenfassend kann man von der arbeitenden Patrone sagen, dass die gemeinsame Reaktion zwischen Kohlendioxyd, Wasserdampf und Aetznatron eine restlose Aufnahme des Kohlendioxyds bewirkt, dass aber ein Teil des Wasserdampfes aus der Patrone wieder entweicht.

Bei der Anwendung der Alkalipatrone in Sauerstoffschutzgeräten liegen ähnliche Verhältnisse vor. Stärkere körperliche Arbeit bedingt ein Ansteigen der Temperatur in der Maske, denn durch den im ganzen grösseren CO_2-Umsatz steigt die entwickelte Wärmemenge und auch die abgegebene Wassermenge. Da aber gleichzeitig der Luftumsatz grösser ist, steigt der Feuchtigkeitsgehalt nicht an. Die höhere Temperatur in der Maske entsteht durch das schnellere Durchatmen, da die Kühlung durch den Einatemschlauch und den Apparat nicht mehr so gross ist. Bei dieser verhältnismässig hohen Temperatur ist die Luft aber dank der Trockenwirkung des Aetznatrons nicht gesättigt, und ähnlich wie feuchte Gegenstände an trockener Luft sich unter deren Temperatur abkühlen, wirken die Schleimhäute des Mundes stark kühlend auf die eingeatmete Luft. Für den physiologischen Prozess

ist also nicht die Temperatur der Einatemluft, sondern ihr Feuchtigkeitsgehalt entscheidend. Ist er hoch, so tritt im Munde nur eine geringe Kühlung ein und der Träger wird durch die Wärmestauung im Körper belästigt. Bei niedrigen Feuchtigkeitsgraden setzt die Kühlung im Körper die Temperatur auf ein erträgliches Mass herab. Wir sahen, dass das Aetznatron für einen möglichst niedrigen Feuchtigkeitsgehalt der Einatemluft sorgt. Dazu kommt, dass der physiologische Prozess selber ausgleichend wirkt. Gerade während der schwersten Arbeit gelangt nur verhältnismässig wenig Kohlensäure in die Ausatemluft; die Hauptmenge wird erst im anschliessend folgenden Ruhezustand von der Lunge abgegeben. Die stärkste Erhitzung der Patrone findet also in der Ruheperiode statt. Dann aber ist der Luftumsatz wesentlich geringer und damit die Strömungsgeschwindigkeit im Gerät kleiner. So kann die entstehende Wärme grösstenteils schon auf dem Wege zur Maske abgegeben werden.

Die mit trockenem Aetznatron gefüllte Patrone sorgt also nicht nur für restlose Beseitigung der Kohlensäure, sondern auch dafür, dass die zwangsläufig entstehende Wärme und Feuchtigkeit in erträglichen Grenzen bleiben.

Leider führt die mit Notwendigkeit einsetzende Laugenbildung innerhalb der Patrone zu einer Beschränkung in der Raumausnutzung, denn das Quellen und Verbacken der Körner in der Hauptreaktionszone macht es notwendig, dass die Chemikalwellen unverhältnismässig weit voneinander angeordnet werden müssen, damit keine Verengung der freien Luftwege und so eine unerwünschte Erhöhung des Atemwiderstandes eintritt.

Wenn es gelang, bei erträglichem Atemwiderstand eine günstigere Raumausnutzung in der Patrone zu erreichen, so war es denkbar, Patronen mit einer höheren Leistungsfähigkeit zu bauen. Bei Benutzung von laugenden Chemikalien aber war das nicht möglich.

Betrachten wir nun die Arbeitsweise der mit Natronkalk gefüllten Patrone. Sie wird ohne Siebe, lediglich durch Einschütten des Chemikals gefüllt. Es besteht aus einem Gemenge von Aetzkalk und Natronlauge. Hier fehlt also das wasserfreie Aetznatron, das die energische Trocknung des durchströmenden Gases bewirkt. Da die Natronlauge infolge des hohen Wassergehaltes verhältnismässig leicht schmilzt, ist ein beträchtlicher Kalkzusatz nötig, um ein Verbacken der dicht geschütteten Chemikalkörner zu vermeiden. Der Natronlaugegehalt aber ist entscheidend für die Kohlensäureaufnahme, darum muss man, um erträgliche Atemwiderstände zu erhalten, auf eine gute Kohlensäureaufnahme verzichten. Obwohl wegen der Vollpackung mehr Chemikal im gleichen Raum untergebracht werden kann, ist die Kohlensäureaufnahme der der normalen Patrone mit reinem Aetznatron nicht überlegen. Auch erreichen trotz allem die Atemwiderstände leicht Werte, die zu Beschwerden des Trägers führen. Bestechend ist die niedrigere Temperatur der austretenden Luft. Sie ist aber nur vorgetäuscht. Die bei der Reaktion zwischen Kohlendioxyd und Natronlauge entstehende Wärmemenge ist hier genau so gross wie bei den Patronen mit festem Aetznatron. Es entfällt lediglich die Lösungswärme des Aetznatrons. Das entstehende Wasser findet hier kein Bindemittel, es bleibt dampfförmig, verdampft weitere Wassermengen aus dem Respirit und kühlt infolge der verbrauchten Verdampfungswärme den Luftstrom, sodass die Ausgangstemperaturen wesentlich niedriger liegen. Infolge der starken Verdunstung ist aber dieser Luftstrom nahezu mit Wasserdampf gesättigt und dann tritt der oben geschilderte Fall der Wärmestauung ein, da keine Kühlung durch weitere Verdunstung erfolgen kann.

Entsprechende Erfahrungen wurden auch in der Praxis gemacht. Die Träger klagten über unerträgliche Schwüle der Atemluft, und so ist diese Art Patronen von der Patrone mit reinem Aetznatron verdrängt worden.

Aus den vorstehenden Ausführungen ergibt sich, dass die Aetznatronfüllung einer Patrone zwar befriedigend arbeitet, jedoch einen grossen Raum beansprucht. Die Natronkalkpatrone wieder nutzt den Raum aus, hat aber trotzdem keine höhere Leistung und sättigt die durchgehende Luft so mit Feuchtigkeit, dass die Träger der Geräte belästigt werden. Bei der Auergesellschaft wurde ein Ausweg gefunden, der die Vorteile beider Möglichkeiten vereinigt, nämlich die höhere Leistung infolge einer besseren Raumausnutzung und die Trocknung der austretenden Luft, sodass Wärmestauung vermieden wird. Ihre erste praktische Erprobung haben diese Auer-Hochleistungspatronen bereits hinter sich.

Literatur

Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe. Von Dr. phil. *Julius Meyer*, o. ö. Professor an der Universität der Technischen Hochschule Breslau. 3. Auflage. Verlag von S. Hirzel, *Leipzig*, 1938. *Preis:* gebunden Rm. 15.—, broschiert Rm. 13.50.

Allgemeiner Teil. Darin wird vorerst der *Gaskampf* eingehend behandelt. Da der Gaskampf Sache der Armee ist, können Militärs daraus wertvolle Lehren ziehen. Der Autor stellt auf die Erfahrungen des Weltkrieges ab. Um von dem Inhalt einen Begriff zu geben,