5. in dem Umstande, dass die Maschine leichter „angelassen“ werden kann.

Dem stehen als Nachteile gegenüber die Notwendigkeit einer sorgfältigen Wartung, der hohe Preis und die Schwierigkeit, bei den hohen Spannungen Ventile und Kolben dicht zu halten. Würde es gelingen, diese Übelstände zu beseitigen, so würde der Dieselmotor, der in theoretischer Hinsicht einen grossen Fortschritt bedeutet, bald den Wettbewerb mit den anderen Gaskraftmaschinen erfolgreich aufnehmen.

Es sprach hierauf Herr Prof. Kassner über die Vergiftung durch Kohlenoxyd und die Behandlung der durch Einathmen schädlicher Gase Erkrankten.

Über Kohlenoxyd-Vergiftung und die neue Möglichkeit ihrer Heilung.

Von Prof. Georg Kassner.

Als vor einiger Zeit die Nachricht durch die Blätter ging, dass ein hervorragender Führer der deutschen Truppen im Kriege gegen China, nämlich der Oberst Graf York von Wartenburg durch Kohlenoxydgas-Vergiftung ums Leben gekommen sei, musste ich beim Lesen dieser Nachricht an eine wichtige Arbeit denken, welche von dem französischen Forscher A. Mosso*) inzwischen über die Behandlung von Kohlenoxyd-Intoxikationen publiziert wurde, und welche mir für die Therapie solcher Fälle von hoher Bedeutung zu sein scheint. Sie verdient es bei der ungemeinen Häufigkeit schlimmer Vergiftungsfälle allgemein beachtet und in ihren praktischen Vorschlägen und Folgerungen befolgt zu werden. Bekanntlich hatte sich Oberst Graf York bei der Expedition nach Kalgan, als die Truppe auf dem Rückmarsch in Hwasai sich befand, Becken mit glühenden Kohlen, welche dort das einzige Heizungsmittel bilden, in sein Nachtquartier bringen lassen. Die Einatmung des daraus entwickelten Kohlenoxyds kostete dem Grafen das Leben.

Man kann wohl der Ansicht sein, dass es noch möglich gewesen wäre, den verstorbenen Truppenführer, da derselbe noch Lebenszeichen gab, als man ihn auffand, und erst mehrere Stunden nach Beginn der Wiederbelebungsversuche starb, zu retten, wenn den Beteiligten die Resultate der in folgendem kurz zu behandelnden Arbeiten von Haldane und von Mosso bekannt und die geeigneten Vorrichtungen zur Hand gewesen wären.

Haldane hatte durch Versuche mit Mäusen gezeigt, dass auch ein sehr hoher Betrag der Atmungsluft an Kohlenoxyd seine tötliche Wirkung verliert, wenn die Tiere sich in reinem Sauerstoff unter einem Druck von zwei Atmosphären befinden.

---

*) Sitzungsbericht der Académie des sciences, vom 3. Sept 1900 (Comptes rend.)

Diese überraschende Wahrnehmung veranlasste nun Mosso, die Versuche jenes englischen Forschers an grösseren Tieren zu wiederholen.

Er verwandte zu diesem Zwecke Hunde, Kaninchen, Affen, welche in ein genügend starkwandiges und dichtgeschlossenes Gefäss gebracht wurden und innerhalb des letzteren mit den Gasen behandelt wurden.

Es ergab sich, dass die stark mit Kohlenoxyd vergifteten Tiere am Leben blieben, wenn nur der Sauerstoffgehalt der Atmungsluft entsprechend gesteigert wurde. Entweder musste die gewöhnliche atmosphärische Luft auf einen Druck von 10 Atmosphären gepresst, oder aber was bequemer und in der Wirkung wohl auch besser war, reiner Sauerstoff von 2 Atmosphären Überdruck eingelassen werden, so dass also in beiden Fällen auf das Gesamtvolum der Atmungsluft annähernd derselbe Sauerstoffgehalt kam. Wurden nun die in derartig komprimiertem Sauerstoff wieder munter gewordenen Tiere, welche aber noch grosse Mengen Kohlenoxyd in ihrem Blute enthielten, ohne weiteres wieder in die freie Aussenluft gebracht, so gingen sie sofort zu Grunde. Anders dagegen, wenn der Luftinhalt des Versuchsapparates allmählich durch frischen Sauerstoff ersetzt wurde. Unter solcher Bedingung fand ein langsames Verdrängen und Auswaschen des Kohlenoxyds aus dem Blute statt, sodass das giftige Gas auf diese Weise allmählich ganz aus dem Apparate und dem Organismus der Versuchstiere ins Freie gelangte.

War dies in hinreichendem Masse geschehen, so konnten die Tiere nach allmählicher Verminderung des Druckes der Atmungsluft wieder aus dem Apparate in die Aussenluft gebracht werden. Sie blieben in diesem Falle am Leben und waren somit gerettet.

Die hier geschilderte interessante Wirkung des unter hohem Drucke stehenden reinen Sauerstoffes ist, wie schon Mosso angiebt, darauf zurückzuführen, dass das Blutplasma (Blutserum) vorübergehend die Stelle der Blutkörperchen vertritt. Letztere sind ja fast ganz von dem giftigen Kohlenoxyd in Beschlag genommen, mit welchem der sonst den Sauerstoff locker bildende Blutfarbstoff, das Hämoglobin, zwar eine innige, aber doch nicht untrennbare Verbindung eingegangen ist.

Somit können die Blutkörperchen in ihrer Hauptmenge für ihre normale Funktion der Versorgung des Organismus mit Sauerstoff nicht mehr in Betracht kommen, jedenfalls nicht eher, bis das feindliche Kohlenoxyd verdrängt ist. Über diese Verdrängung und worauf sie beruht, wird weiter unten noch die Rede sein.

Die stellvertretende Wirkung des Blutplasmas, welche das Weiterleben der mit Kohlenoxyd vergifteten Tiere in der unter hohem Druck stehenden Atmungsluft ermöglichte, beruht nun auf nichts Anderem als auf der blossen mechanischen Löslichkeit des dargebotenen Sauerstoffs im Blutplasma.

Dieselbe ist wesentlich grösser als die Löslichkeit des Kohlenoxyds im Blut. Für Wasser von 20° C. beträgt z. B. der Absorptionskoeffizient des Sauerstoffes 0,02838, für Kohlenoxyd dagegen nur 0,02319. In ähnlichem Verhältnisse werden jedenfalls auch die Absorptionskoeffizienten dieser Gase für

das Blut stehen. Jedenfalls fand Hüfner*) für eine 4%ige Hämoglobin-Lösung den Löslichkeitskoeffizienten des Kohlenoxyds bei 20° C. = 0,02103. Da indessen die Löslichkeit der Gase abhängig ist vom Partialdruck derselben, in der Atmungsluft des Versuchsraumes aber nur geringe Mengen von Kohlenoxyd, dagegen reiner Sauerstoff mit 2 Atmosphären Überdruck vorhanden ist, so dürften für 100 ccm Blut immer ca. 5—7 ccm Sauerstoff auf rein physikalischem Wege gelöst sein.

Dieser mechanisch gelöste Sauerstoff wird offenbar mit einem Teile des chemisch gebundenen Kohlenoxyds in Wechselwirkung treten, d. h. nach dem Massenwirkungsgesetz die Dissociation des Kohlenoxyd-Hämoglobins erleichtern helfen, sodass neben letzterem immer ein gewisser Betrag an Sauerstoff-Hämoglobin (Oxyhämoglobin) erhalten bleibt und dieser offenbar die Oxydationswirkung des bloss im Serum gelösten indifferenten Sauerstoffs vermittelt.

Soweit erscheint der lebenerhaltende Einfluss hoher Sauerstoffdichten bei gleichzeitiger Anwesenheit von Kohlenoxyd im Blut und in der Atmungsluft verständlich. Aber auch die Möglichkeit rascher Beseitigung des Kohlenoxyds aus der Blutbahn ergiebt sich durch obige Beziehungen in der Masse beider Gase.

Nach Angabe von Kobert**) ist die Affinität des Sauerstoffs zum Hämoglobin 200 mal geringer als die des Kohlenoxyds. Daraus folgt, dass man durch hinreichende Steigerung des Sauerstoffgehaltes in der Atmungsluft das erst vom Blut absorbierte Kohlenoxyd wieder verdrängen kann. Letzteres verlässt den Körper unverändert und quantitativ, indem es eben allmählich dem Sauerstoffüberschusse weicht und durch die Lungen in den Respirationsraum tritt. Entfernt man dessen Gasinhalt unter ständigem Ersatz durch frischen Sauerstoff von gleichem Druck, so muss schliesslich das Blut des vergifteten Organismus gänzlich frei von Kohlenoxyd werden, worauf der Übergang an die gewöhnliche Luft unter allmählicher Druckverminderung erfolgen kann.

Wie die bisherige Praxis in der Behandlung leichterer Intoxikationen zeigt, wird der in solchen Fällen aufgenommene geringe Gehalt an Kohlenoxyd bereits durch mehrstündige Bewegung in frischer Luft beseitigt, wie ich einst vor Jahren an mir selbst erfahren hatte.

In einem durch einen Kachelofen älterer Konstruktion geheizten Zimmer war die Ofenklappe ein wenig zu zeitig geschlossen worden, sodass ein allerdings nur geringer Bestand glühender Kohlen verblieben war, wie ich am Abend selbst gesehen hatte. Nichtsdestoweniger erwachte ich am frühen Morgen mit lebhaftem Kopfschmerz, Übelkeitsgefühl und Zittern wie Mattigkeit in den Gliedern.

---

*) Hüfner, Neue Versuche zur Bestimmung der Sauerstoffkapazität des Blutfarbstoffs, Archiv für Anatomie und Physiologie 1894, S. 130.

**) Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen, Stuttgart 1893, S. 525.

Ein Stubengenosse, welcher nahe der Thüre des Schlafzimmers, die nicht sehr dicht schloss, sein Bett hatte, war von derartigen Symptomen frei geblieben. Der Kohlenoxydgehalt der Atmungsluft konnte daher auch in der Nähe des Ofens, wo ich mich befand, nur ein sehr geringfügiger gewesen sein. Da ich bald die Aufnahme von Kohlenoxyd als die Ursache meines schlechten Befindens erkannte und mich dementsprechend sofort an die frische Morgenluft begab, war ich nach zwei Stunden eifrigen Spazierengehens wieder völlig hergestellt. In Fällen schwerer Intoxikationen ist freilich die Anwendung dieses einfachen Mittels weder ausreichend noch überhaupt möglich.

Dann wird künstliche Atmung, unterstützt durch Einblasen reinen Sauerstoffs in die Lungen, oder gar Aufenthalt in verdichtetem Sauerstoff an die Stelle zu treten haben. Soviel mir bekannt, sind bisher noch keine Versuche an Menschen nach dem Verfahren von Haldane und von Mosso von den Ärzten und namhaften Physiologen angestellt worden.

Aber Angesichts der zahlreichen traurigen Fälle mit letalem Ausgange, wie sie gerade der vergangene Winter brachte, scheint es notwendig, die ärztlichen Kreise auf die in jenem Verfahren gebotene Möglichkeit einer Rettung schwer Vergifteter hinzuweisen. So wurden z. B. in den Zeitungen in kurzer Aufeinanderfolge nachstehende Vergiftungsfälle in diesem Jahre gemeldet, welche ich kurz registriere:

Brieg, den 14. Januar. Hier erkrankten in einem Krankenhause zwei einen 60jährigen Herrn pflegende Schwestern, desgleichen der Kranke selbst. Letzterer verstarb, erstere, die sich in der Pflege abgelöst hatten, wurden gerettet. Die Ursache der Vergiftung war Leuchtgas, welches aus einem in der Strasse liegenden schadhaften Leitungsrohr ausgeströmt und unter der gefrorenen Erdbodenschicht seinen Weg durch die Kanalisation in das Krankenzimmer genommen hatte, welches selbst keine Leuchtgaseinrichtung besass. Der Feind war hier um so gefährlicher und heimtückischer aufgetreten, als er den ihn verratenden Geruch grösstenteils im Erdboden zurückgelassen hatte, welcher bekanntlich in hohem Grade desodorierend wirkt. Vgl. unter Hamburg.

Militsch, den 14. Januar. Infolge zu zeitigen Schliessens der Ofenklappe fand man in der Ortschaft Tschotschwitz bei Wirkowitz eine aus 4 Personen bestehende Familie leblos vor. Die Mutter gab noch Lebenszeichen von sich und wurde ins Samariterstift zu Kraschnitz überführt, während bei den übrigen drei Personen die Wiederbelebungsversuche erfolglos blieben.

Pless, den 15. Januar. Als die Ehefrau des Bergmanns Bannaschik in Zast, Kreis Pless, von einem kurzen Ausgange nach Hause zurückkehrte, fand sie ihre Kinder im Alter von einem halben bis zu fünf Jahren, in dichtem Rauche liegend, besinnungslos vor. Obwohl die alsbald an die frische Luft gebrachten Kinder durch die erfolgreich durchgeführten Wiederbelebungsversuche gerettet erschienen, sind doch die drei jüngsten Kinder nachträglich an den Folgen der Kohlenoxydgas-Vergiftung gestorben. — Hier liegt also der nicht seltene Fall der schlimmen Nachwirkung der Intoxikationen vor, der offenbar auf das noch im Blute verbliebene, d. h. un-

genügend entfernte Kohlenoxyd zurückzuführen sein dürfte. (Man vgl. die oben in dem Versuch von Mosso erwähnte Erscheinung des nachträglichen Zugrundegehens der nach zeitlich unzureichender Behandlung in verdichtetem Sauerstoff an die gewöhnliche Luft gelassenen Tiere).

Hamburg, 16. Januar. In der Hörmannstrasse fand man in der Wohnung des Werftarbeiters Stüling die ganze aus 6 Köpfen bestehende Familie besinnungslos vor. Das jüngste $1^1/_2$ Jahre alte Kind lag tot in der Wiege. Die in Lebensgefahr schwebenden Familienmitglieder wurden sofort ins Krankenhaus übergeführt. Auch hier war, wie oben in dem Falle von Brieg, ein Strassen-Gasleitungsrohr in dem infolge der starken Kälte gefrorenen Erdboden geborsten — Brüche von Gas- und Wasserleitungsröhren in gefrorenem Erdboden sind bei strenger Kälte keine seltene Erscheinung, — worauf das freigewordene Gas von der Strasse aus sich durch die Sielleitung und den Spülstein den Weg in die Wohnung der genannten Familie suchte, da die gefrorene Erdoberfläche einen Ausweg in die Atmosphäre verhinderte. —

Mit Aufzählung dieser Fälle, welche leider noch erheblich vermehrt werden können, mag es genug sein. Beschäftigen wir uns hiernach wieder mit dem von Haldane und A. Mosso an Tieren erprobten Verfahren, so kann man wohl annehmen, dass ein langsam gesteigerter Druck der Atmungsluft des Aufenthaltraumes, sowie das zeitlich beschränkte Verweilen in Sauerstoff von 2 Atm. Überdruck schädliche Folgen nicht herbeiführen wird, da ja viele Erfahrungen über das Verweilen von Arbeitern in der komprimierten Luft von Taucherglocken, in Caissons bei Tunnel- und Brückenbauten usw. vorliegen. Sofern nur der Wechsel der Drucke beim Eintritt in die abgesperrten Räume wie beim Austritt aus denselben ganz allmählich erfolgt, ist meines Wissens eine schädliche Wirkung höherer Dichten in der Atmungsluft nicht beobachtet worden.

Es wird Sache erfahrener Kliniker sein, der hier gegebenen Anregung zu entsprechenden nützlichen Versuchen näher zu treten.

Was nun die zur Ausführung des Verfahrens etwa in Betracht kommende Apparatur anbelangt, welche bei günstigen Ergebnissen der vorzunehmenden Versuche in allen Orten mit Leuchtgas und ähnlichen Anlagen vorrätig gehalten werden sollte, so denke ich mir dieselbe folgendermassen zusammengesetzt:

Das Hauptrequisit wird ein starkwandiger, genügend weiter Metallzylinder bilden, welcher einen Druck von einigen Atmosphären auszuhalten und zu gleicher Zeit event. mehrere Personen aufzunehmen vermag, da bei Vergiftungsfällen meist mehrere Menschen zugleich in Gefahr schweben. Dieser als Respirationsraum dienende Behälter wird mit Manometer, Ablass- resp. Zugangshahn, Sicherheitsventil und dicken Glasfenstern versehen, um durch letztere alle Vorgänge im Innern beobachten, sowie Licht einlassen zu können. Der weite Deckel des Behälters liegt auf Dichtungsringen auf und kann hermetisch und druckfest verschlossen werden.

Zur Ausrüstung wird ferner ein Vorrat komprimierten reinen Sauerstoffs gehören, wie derselbe derzeitig, in Stahlflaschen komprimiert, im

Handel zu haben ist. 2—3 derartige Flaschen mit je 1000 Liter gasförmigen Inhalt (gepresst auf 100 Atm.) werden wohl in den meisten Fällen genügen.

Notwendig ist ferner und besonders für eine weniger geschickte Bedienung des Respirations-Apparates ein auf jeden gewünschten Druck (hier also 2 Atm.) einstellbares Reduzierventil, welches zwischen Sauerstoff-Flasche und Respirationsraum geschaltet, eine äusserst sichere Druckregulierung gestattet, sodass eine derartige komplette Ausrüstung auch zur Vornahme beliebiger anderer Atmungsversuche bezw. zur genauen wissenschaftlichen Prüfung des hier besprochenen Verfahrens in beliebigen Variationen dienen kann. In den Behälter dürfte meines Erachtens ausser den erforderlichen wärmenden bezw. wärmeerhaltenden Unterlagen für die durch Kohlenoxyd Vergifteten auch noch ein Quantum gelöschten Kalks, untergebracht in porösen, aber zur Staubverhinderung sonst verschlossenen Gefässe, zur Hinwegnahme der ausgeatmeten Kohlensäure gehören. Ist die zu erwartende völlige Unschädlichkeit des Verweilens eines Gesunden in einem derartigen mit verdichtetem Sauerstoff gefüllten Raume sicher festgestellt worden — worüber, wie schon gesagt, selbstverständlich nur ärztliche Fachautoritäten auf Grund entsprechender Versuche zu entscheiden haben — dann dürfte sich auch zugleich mit den Kranken der behandelnde Arzt in schweren Fällen einschliessen lassen müssen, um die künstliche Atmung an den Patienten durch entsprechende Bewegung des Brustkastens usw. eine Zeit lang durchführen zu können.

Während des Aufenthalts der Kranken in dem gedachten Respirationsapparat muss nun beständig ein langsamer Strom des gasförmigen Inhalts aus dem Apparat nach aussen gelassen werden, während selbstredend in demselben Grade frischer Sauerstoff aus der Stahlbombe durch das sicher wirkende Reduzierventil in den Behälter treten muss. Dieser kontinuirliche, durch den Apparat und in seinen Zweigen demnach auch durch den Körper der Insassen pulsierende Sauerstoffstrom soll die oben als sehr wichtig geschilderte Aufgabe erfüllen, allmählich alles Kohlenoxyd aus dem Blute der Patienten herauszuspülen.

Eine event. chemische Untersuchung des ausgetretenen Sauerstoffs wird darüber Aufschluss geben, wie weit die Entfernung des Kohlenoxyds aus dem Kranken vor sich gegangen ist, und wie lange die Behandlung etwa noch anzudauern hat, ehe die allmähliche Druckverminderung und dann der Übergang an die Aussenluft erfolgen kann.

Ich bin mir wohl bewusst, in obiger Ausführung den vorläufig nur an Tieren erprobten Versuchen von Haldane und Mosso eine Bedeutung auch für den Menschen gegeben zu haben, welche zunächst nur eine hypothetische Berechtigung besitzt. Ich glaube aber, dass es sich wirklich lohnt, von Seiten der Ärzte und Institute der in diesen Zeilen liegenden Anregung Folge*) zu

*) Umsomehr, als ja vielfach schon von Ärzten Sauerstoff-Inhalationen zu anderen therapeutischen Zwecken und in anderer Form mit Erfolg angewendet wurden.

geben und wenn zunächst auch noch schüchtern, so doch konsequent und schrittweise mit höheren Drucken operierend in der Erprobung des Verfahrens vorzugehen. Es würde den Verf. mit hoher Genugthuung erfüllen, wenn der ihm vorschwebende Traum einer für die Menschheit in vielen Fällen nützlichen Anwendung des geschilderten Verfahrens (welche auch Mosso vorschwebt) in Erfüllung ginge und die Opfer, welche das Kohlenoxyd bisher alljährlich in Form von Leuchtgas-, Generatorgas-, Wassergas-, Kohlendunst-, Minengas- und ähnlichen Vergiftungen fordert, auf ein bescheidenes Mass zurückgeführt werden könnte. Dazu bedarf es freilich der Mitwirkung vieler, vor allem derjenigen der Ärzte und der Behörden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresbericht des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst

Jahr/Year: 1900-01

Band/Volume: 29_1900-1901

Autor(en)/Author(s): Kassner Georg

Artikel/Article: Über Kohlenoxyd-Vergiftung und die neue Möglichkeit ihrer Heilung. 116-122