

Sitzungsberichte
der
mathematisch-physikalischen Classe
der
k. b. Akademie der Wissenschaften
zu **München.**

1883. Heft III.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1884.

~
In Commission bei G. Franz.

Herr von Pettenkofer trug vor:

„Einwirkung der schwefligen Säure (SO₂)
in der Athemluft auf den thierischen
Organismus.“

Es ist von jeher bekannt gewesen, dass Menschen die beim Verbrennen von Schwefel sich entwickelnden Dämpfe sehr unangenehm empfinden, und wir vermeiden daher möglichst, eine Luft einzuathmen, welche merkliche Mengen schwefliger Säure enthält. Man hat aber schweflige Säure in der Luft bisher immer mehr als eine blosse Unannehmlichkeit, und nicht gerade als eine Gesundheitsschädlichkeit betrachtet, so lange in der Luft die nöthige Sauerstoffmenge vorhanden ist. — Man glaubte um so mehr dieser Ansicht sein zu dürfen, weil die schweflige Säure als ein Desinfektionsmittel, als ein Reinigungsmittel für Luft empfohlen und angewendet wurde. Ist ja wieder erst in neuester Zeit darauf hingewiesen worden, dass z. B. in einer Ultramarinfabrik, in der sich bei gewissen Operationen sehr viel schwefligsaures Gas in der Luft der Arbeitsräume entwickelt, die Arbeiter frei von Lungenschwindsucht und gelegentlich einer Choleraepidemie auch frei von Choléra geblieben sind. Damit suchen manche Aerzte und Polizeibehörden die vielen Klagen der Nachbarschaft von Ultramarinfabriken, von Hopfenschweflungsanstalten etc. abzuweisen. Wenn man aber die Gesundheitsverhältnisse der Arbeiter in solchen Fabriken¹⁾ näher

1) Solche Anstalten sind: Ultramarinfabriken, Stroh-, Seide- und Wollbleichen, Runkelrübenzuckerfabriken, Hopfenschwefelei etc.

prüft, so ergibt sich, dass keiner einen länger andauernden Genuss solcher Luft erträgt, und desshalb mit den Arbeitern viel gewechselt werden muss.

Das war mir Veranlassung, den Einfluss der schwefligen Säure, wenn sie der Athemluft beigemischt wird, näher untersuchen zu lassen. Ich habe damit im hygienischen Institute einen meiner Schüler, Herrn Dr. med. N. Ogata aus Japan beauftragt. Zunächst war die Methode festzustellen, nach welcher gearbeitet werden sollte. Dr. Ogata benützte zu seinen Versuchen Kaninchen, Meerschweinchen, weisse Mäuse und Frösche, und prüfte zunächst, welche Mengen von schwefliger Säure in der Luft pathologische Erscheinungen an den Thieren oder deren Tod hervorriefen, um Anhaltspunkte für Beurtheilung der Wirkungsgränzen zu erhalten. Darüber war bisher nichts festgestellt. Die Versuche, welche man früher an Thieren gemacht hatte, beschränkten sich meist darauf, dass man dieselben in einen Kasten oder unter eine Glasglocke brachte, darin Schwefel anzündete und verbrennen liess, und nun beobachtete, wann und unter welchen Erscheinungen sie zu Grunde gingen. Hirt¹⁾ bezeichnet 1—3 Volum-Prozent SO_2 in der Luft noch als lange erträgliche schwache Concentration und erst viel höhere Procente als starke tödtliche. Aus den Versuchen von Ogata wird sich ergeben, dass diese Concentrationen viel zu hoch angegeben sind.

Dr. Ogata setzte seine Thiere in einen Glaskasten, in dem sie sich ganz frei bewegen konnten, der beständig mit bestimmten Mengen Luft ventilirt werden konnte, welcher eine beliebige Menge SO_2 zugeführt wurde, welche während des Versuches stets gleich blieb. Die Ventilation des Kastens und die Untersuchung der durchströmenden Luft auf schwef-

1) Handbuch der Hygiene von Pettenkofer und Ziemssen. Gewerbekrankheiten von Hirt S. 15.

lige Säure besorgte der kleine Voit'sche Respirationsapparat, der auf dem Principe meines grossen Respirationsapparates beruht, und als Quelle für schweflige Säure wurde ein Dochtlämpchen mit Schwefelkohlenstoff gefüllt benützt. Der Gehalt der Luft an SO_2 konnte sowohl durch Herausziehen und Hineinschieben des Dochtes im Schwefelkohlenstofflämpchen also durch Vergrösserung und Verkleinerung des Schwefelflämmchens, als auch durch vermehrte oder verminderte Ventilation der Kammer beliebig geändert werden. Die von den Untersuchungspumpen fortwährend gezogenen Luftproben gingen durch eine mit einer bekannten Menge Kaliumpermanganatlösung gefüllte sogenannte Barytröhre, deren Gehalt an Kaliumpermanganat nach dem Versuche wieder titrirt wurde, und aus dem Ergebniss wurde der Gehalt der durch die Kammer strömenden Luft an SO_2 berechnet.

Ogata führte 12 Versuche an lebenden Thieren aus. Der Gehalt der Luft an SO_2 wechselte von 0.04 bis 0.3 Volumprozent. Beim ersten Versuch mit 0.04 Prozent befanden sich ein Kaninchen, ein Meerschweinchen und eine Maus in der Kammer des Respirationsapparates. Nach 5 Stunden wurden die Thiere aus der Kammer entfernt. Sie waren entschieden unwohl, erholten sich aber in reiner Luft wieder. Bei allen 3 Thieren war die Hornheit der Augen trüb geworden, sie scheinen aus dem Kasten genommen nahezu ganz blind gewesen zu sein, denn sie reagirten auf vorgehaltene Gegenstände erst, wenn die Hornhaut damit berührt wurde. Bei dem Meerschweinchen und der Maus verschwand die Trübung schon nach 3 Stunden, beim Kaninchen erst nach mehr als 24 Stunden.

Beim zweiten Versuche wurde ein Kaninchen und ein Meerschweinchen zwei Stunden lang einer Luft ausgesetzt, die etwas über 0.05 Prozent SO_2 enthielt. Auch da trat, wie bei allen folgenden Versuchen die Trübung der Hornhaut ein, und zeigten sich bereits auch die Erscheinungen

der Dyspnöe. Aus der Kammer genommen, wurde das Meerschweinchen behufs der Sektion sofort getödtet, das Kaninchen aber behufs weiterer Beobachtung in seinen Käfig gebracht. Die Trübung der Hornhaut verschwand erst nach 4 Tagen. Trotz reichlicher Fütterung wurde das Thier schwach und magerte ab, erholte sich aber nach 8 Tagen wieder.

Der erste Versuch mit letalem Ausgange bei einem Versuchsthier wurde mit 0.08 Prozent SO_2 in der Luft gemacht. Es waren ein Kaninchen, ein Meerschweinchen und eine Maus in der Kammer. Sämmtliche Thiere zeigten sehr bald Dyspnöe und die Maus starb nach 15 Minuten. Kaninchen und Meerschweinchen wurden noch lebend aus der Kammer gebracht, beim Meerschweinchen verlor sich die Dyspnöe rasch und trat volle Genesung ein, beim Kaninchen dauerte die Dyspnöe noch über 4 Stunden an, und seine Hornhäute waren nach 5 Tagen noch getrübt. Das Thier wurde trotz reichlicher Fütterung immer schwächer und verendete am 8. Tage nach dem Versuche.

Frösche starben in einer Luft, die 0.1 Prozent SO_2 enthielt, schon nach 10 bis 15 Minuten.

Bei einem Versuche mit 0.24 Prozent SO_2 in der Luft starb ein Kaninchen in der Kammer nach $4\frac{1}{2}$, ein Meerschweinchen nach 7 Stunden. — Beide Leichen wurden unter Aufsicht des Herrn Prof. Dr. Bollinger sezirt. Das Kaninchen zeigte leichte cyanotische Röthung der Schleimhaut des Rachens. In Kehlkopf und Luftröhre fand sich eine harte, nahezu durchsichtige grauweisse Auflagerung, welche sich in Zusammenhang abziehen liess, ca. $\frac{1}{2}$ Millimeter dick eine croupöse Membran darstellend. Diese Auflagerung setzte sich bis in die grossen Bronchien fort. In den mittleren Bronchien fehlte sie, war aber dort die Schleimhaut dunkel geröthet. Nach Entfernung der Membran zeigte sich die Schleimhaut des Kehlkopfes und der Bronchien stark ge-

röthet und geschwellt. — Die Lungen waren beiderseitig lufthaltig, das Gewebe blutarm, der Saftgehalt bedeutend vermindert. Im linken Vorderlappen fand sich eine collabirte, dunkelviolette Stelle mit geringem Luftgehalte. — Im rechten Ventrikel des Herzens war eine mässige Menge geronnenen schwarzen Blutes, im linken Ventrikel nur Spuren davon. Sonst war das Herz normal. — Die Milz war klein und blutarm, Leber und Nieren ebenfalls blutarm und sonst normal. Magen und Darm zeigten nichts Abnormes. — Diagnose: Laryngotracheitis, leichtes Lungenödem.

Die Sektion des Meerschweinchens lieferte in einigen Beziehungen ähnliche, doch in einigen Punkten sehr abweichende Erscheinungen, und konnte Prof. Bollinger die Todesursache nicht in so bestimmter Weise diagnostizieren.

Da beobachtet wurde, dass die Kaninchen in einer SO_2 -haltigen Luft in der Minute weniger Respirationen machen, als in reiner Luft, sozusagen nur stossweise athmen, was man von dem Stimmritzenkrampf ableiten kann, welchen solche Luft auch bei Menschen hervorbringt, so war noch zu prüfen, ob ein tracheotomirtes Kaninchen, welches viel mehr und gleichmässiger fortathmet, nicht schneller zu Grunde ginge, als ein durch die Stimmritzen athmendes oder umgekehrt. Beim 10. Versuche Ogata's wurden 2 gleich grosse Kaninchen in die Kammer bei einem SO_2 -Gehalt der Luft von 0.24 Prozent, das eine tracheotomirt, das andere ohne diese Operation gesetzt. Die beiden Thiere machten vor der Operation in der Minute jedes 86 Athemzüge. Nach der Operation zeigte auch das tracheotomirte die gleiche Zahl. In die Kammer gebracht zeigte das tracheotomirte Kaninchen nach 5 Minuten noch 86 Athemzüge, während sie beim nicht operirten auf 40 sanken; bei fortgesetzter Beobachtung sank aber auch beim tracheotomirten Thier die Athemfrequenz und bewegte sich zwischen 54 und 60, während beim nicht tracheotomirten die spätere Frequenz 32 bis 36 betrug. —

Das nicht tracheotomirte athmete schon nach wenigen Minuten stossweise, das tracheotomirte ruhig. Das nicht tracheotomirte verendete unter heftigen Krämpfen nach 1 Stunde 30 Minuten, das tracheotomirte unter den gleichen Erscheinungen erst nach 4 Stunden.

Derselbe Versuch wurde bei einem Gehalt der Luft von 0.3 Prozent SO_2 wiederholt. Auch da zeigte das nicht tracheotomirte Kaninchen etwa nur die Hälfte Athemzüge im Vergleich mit dem tracheotomirten, aber letzteres verendete nach 2 Stunden 50 Minuten, während das nicht tracheotomirte erst nach 4 Stunden.

Von den gefallen Thieren wurde stets die Sektion gemacht, deren Resultate von Ogata mitgetheilt wurden. Die croupartigen Erscheinungen, wie sie von Bollinger constatirt wurden, kamen nie wieder zur Beobachtung, obschon kleine Auflagerungen auf der Schleimhaut der Luftröhre noch öfter gefunden wurden, woraus hervorgeht, dass der Tod auch in dem Falle von Prof. Bollinger nicht durch die binnen $1\frac{1}{2}$ Stunden entstandene Laryngotracheitis verursacht sein konnte.

Aus diesen Versuchen, welche vollständig und ausführlich in dem Archiv für Hygiene veröffentlicht werden sollen, geht hervor, dass schweflige Säure in der Luft schon in verhältnissmässig sehr geringer Menge krank macht, und in einer Menge, die noch nicht ein halbes Volumprozent erreicht, auch tödtet, wenn solche Luft einige Stunden geathmet wird. Der schädliche Einfluss kann nicht von der lokalen Reizung der Respirationswege abgeleitet werden, denn es zeigte sich daneben auch eine beträchtliche Störung in der Funktion der Organe der Ernährung, was auch regelmässig bei Fabrikarbeitern beobachtet wird, welche viel und lange der Einwirkung schwefliger Säure ausgesetzt sind. Verschiedene Thierspezies sind verschieden empfindlich gegen SO_2 . Am empfindlichsten sind Frösche, dann folgen Mäuse, dann Ka-

ninchen, endlich Meerschweinchen. Aber auch individuelle Unterschiede innerhalb der gleichen Thierspezies kamen zur Beobachtung. So starb z. B. ein nicht tracheotomirtes Kaninchen in einer Luft von 0.24 Prozent SO_2 nach 1 Stunde 30 Minuten, bei einem zweiten Versuche eines in einer Luft von 0.3 Prozent SO_2 erst nach 4 Stunden.

Die Resultate der an Thieren angestellten Versuche sind deshalb nicht ohne weiters auf den Menschen anwendbar, für welchen nur Eines feststeht, dass SO_2 in der Luft jedenfalls ein wirksames Gift ist, denn schädlich zeigte es sich auch allen Thieren und haben Fabrikärzte auch für den Menschen die Schädlichkeit genügend constatirt. Für die Hygiene besteht jedenfalls die Aufgabe, SO_2 aus der Athemluft nach Möglichkeit auszuschliessen.

Eine weitere Frage ist, wodurch SO_2 so schädlich wirkt? Auch darüber hat Dr. Ogata im hygienischen Laboratorium Untersuchungen angestellt, über deren Resultat ich demnächst berichten werde.
