

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

Band XVII. Jahrgang 1887.



München.
Verlag der K. Akademie.
1888.

Commission bei G. Franz.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 11. Juni 1887.

Herr M. v. PETTENKOFER trägt die Hauptresultate einer von dem Privatdocenten Dr. K. B. LEHMANN im hygienischen Institute ausgeführten Untersuchung: „Ueber Gesundheitsschädlichkeit mehrerer hygienisch und technisch wichtiger Gase und Dämpfe“ vor.

Ueber Gesundheitsschädlichkeit mehrerer hygienisch und technisch wichtiger Gase und Dämpfe.

Von Max v. Pettenkofer.

(Eingelaufen 11. Juni.)

Da ich voraussah, dass bei der humanitären Strömung, welche in den Gesetzen über Fabrikhygiene und Kranken- und Unfallversicherung ihren Ausdruck findet, auch oft die Frage zur Beantwortung kommen muss, welche Menge gewisser schädlicher Gase in der Athemluft schon Gefahr bringe, ob schon jede qualitativ nachweisbar schädliche Substanz gefährlich sei, oder ob die Gefahr an gewisse Concentrationen gebunden sei, liess ich schon seit einiger Zeit im hygienischen Institute dahier darüber Untersuchungen anstellen.

Ueber die Arbeit von Max Gruber¹⁾, gegenwärtig Professor der Hygiene an der Universität in Wien, über Kohlenoxyd, sowie über die Arbeit von Massanori Ogata²⁾, gegenwärtig Professor der Hygiene an der Universität in Tokio, über schweflige Säure habe ich der verehrten Classe bereits früher berichtet. Schon diese beiden Arbeiten zeigten, wie weit die gewöhnlichen currenten Anschauungen und die Angaben in der Literatur von der Wahrheit entfernt sind.

Privatdozent Dr. Karl Bernhard Lehmann, Assistent des hygienischen Institutes, hat nun in dieser Richtung eine Reihe von Untersuchungen weiter geführt, welche theils im Archiv für Hygiene bereits erschienen sind, theils noch erscheinen werden, und erlaube ich mir der Classe einen kurzen Bericht über die Hauptresultate zu erstatten.

Lehmann hat über Chlorwasserstoff, Ammoniak, Chlor, Brom, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, und Anilin und Nitrobenzol gearbeitet. Die Versuche über H_2S und CS_2 sind unter Mitwirkung von Dr. Nakahama, die über Anilin und Nitrobenzol unter der von Dr. Mori, beide aus Japan, angestellt worden. Auch sie bedienten sich des kleinen Respirationsapparates, wie Gruber und Ogata, es waren aber grosse Schwierigkeiten zu überwinden, um Methoden zu finden, dem Luftstrom, welcher durch den Apparat ging, viele Stunden lang beliebige, aber constante Mengen der zu untersuchenden Gase und Dämpfe beizufügen. Gruber konnte leicht reines Kohlenoxyd aus einem Gasometer oder einer grossen Glasflasche in beliebiger Menge dem Versuchsraume durch Verdrängen mit Wasser zuführen, Ogata benützte ein Lämpchen mit Schwefelkohlenstoff gefüllt und mit einem regulirbaren Dochte versehen, und konnte sowohl durch die Wage bestimmen, wie viel Schwefelkohlenstoff in einer bestimmten Zeit, während welcher

1) Sitzungsbericht 1881 vom 5. Febr. S. 203.

2) Sitzungsber. 1883 vom 1. Dez. S. 449.

eine bekannte Luftmenge durch den Versuchsraum strömte, verbrannte, als auch den Gehalt der durchströmenden Luft an gebildeter schwefliger Säure feststellen. Aber Salzsäure und Ammoniak liessen sich weder wie Kohlenoxyd in einem Gasometer sammeln und verdrängen, noch constant und in bestimmter Menge wie schweflige Säure durch Verbrennen einer bestimmten Menge Schwefelkohlenstoff aus einer Verbindung entwickeln.

Nach vielen vergeblichen Versuchen wandte Lehmann ein ebenso einfaches als zufriedenstellendes Verfahren an. Bei Chlorwasserstoff, Ammoniak, Chlor, Brom und Schwefelwasserstoff nahm er grosse Flaschen (etwa 15 Liter fassend), füllte diese mit Wasser, das bald mehr, bald weniger mit diesen Gasen gesättigt war, presste durch diese Flüssigkeiten beliebige bestimmbare Mengen Luft, in welche diese Gase übergingen und führte sie auf diese Art in den Luftstrom, welcher durch den Respirationsapparat gesaugt wurde. Der ganze Luftstrom wurde mittels der Pumpvorrichtungen am Apparate, so lange der Versuch dauerte, constant auf den Gehalt an den betreffenden Gasen untersucht. Diese Untersuchungen zeigten während der ganzen Dauer des Versuches eine sehr befriedigende Uebereinstimmung und Constanz zwischen einzelnen Zeitabschnitten. Wollte man mehr von diesen Gasen im Versuchsraume haben, so liess man mehr Luft durch das damit imprägnirte Wasser treten oder sättigte das Wasser mehr damit.

Bei Schwefelkohlenstoff und Anilin liess er eine beliebige Luftmenge direkt durch diese Stoffe, die ja flüssig sind, treten und bestimmte von Zeit zu Zeit mittels der Wage, wie viel davon verdampft und in den Luftstrom übergegangen war.

Lehmann hat nun auch bei seinen Untersuchungen gefunden, wie sehr unsere bisherigen Vorstellungen der Berichtigung bedürfen und wie grundfalsch und staunenswerth

oberflächlich Vieles ist, was sich darüber in Büchern findet, aber gläubig abgeschrieben und bei Gutachten angeführt wird. —

Bei Chlorwasserstoff, Ammoniak, Chlor, Brom und Schwefelwasserstoff hat Lehmann die Gasmengen nach Volum per mille angegeben, bei Schwefelkohlenstoff und Anilin nach Milligrammen pro Liter Luft. Bei Schwefelkohlenstoff kann man annehmen, dass etwa 3 Milligramme und bei Anilin etwa 3.7 Milligramme einem Kubikcentimeter in Gasform entsprechen.

Salzsäure.

Chlorwasserstoff, den Salzsäuredampf, hätte ich nicht für so schädlich gehalten, als er sich experimentell erwiesen hat. Schon 0.1 bis 0.14‰ erzeugt bei Kaninchen, Meer-schweinchen und Katzen anfangs lebhaft Unruhe und Schmerzempfindungen, Speichel- und Nasensekretion, worauf aber bald ein leicht soporöser Zustand folgt.

Bei 1.5 bis 2.0‰ treten schon Dyspnoe und starke Reizsymptome, zeitweise aber auch wieder ein leicht soporöser Zustand auf, es kommt zu Thränensekretion, Conjunctivitis und Corneatrübung. Sehr häufig tritt in den auf den Versuch folgenden Tagen trockene Nekrose, manchmal auch feuchte Gangrän der Nasenflügel und des Septums ein, welche aber meist wieder ausheilen, ohne das Leben der Thiere zu gefährden; dagegen führen nicht selten sekundäre Katarrhalpneumonien zum Tode.

Wenn Thiere etwa 1½ Stunden einer Luft von 3.4‰ HCl ausgesetzt werden, so erkranken sie lebensgefährlich durch Anätzung des ganzen Respirationstractus. — Ratten widerstehen am besten. Katzen und Kaninchen starben stets an den folgenden Tagen.

Der Mensch scheint noch empfindlicher gegen HCl zu sein, als die Thiere, mit welchen experimentirt wurde. Leh-

mann stellte mit einem kräftigen Manne in einem Raume Versuche an, wo die Luft nur 0.05‰ HCl enthielt, was die Versuchsperson nur ganz kurze Zeit zu ertragen vermochte. Lehmann glaubt, dass auch accommodirte Fabrikarbeiter nicht mehr als 0.1‰, also $\frac{1}{10\,000}$ ertragen.

Bei der Section gestorbener oder getödteter Thiere findet man die Lungen und die Trachea sehr angegriffen, Hyperämie, zahlreiche Ecchymosen. Der Tod trat gewöhnlich durch die dem Versuch folgende Lungenerkrankung ein, Meerschweinchen gingen vielfach während der Versuche, wie es schien an Respirationslähmung zu Grunde, jedenfalls nicht in Folge einer Säurevergiftung. Lehmann konnte nämlich nachweisen, dass die grossen zu einer Säurevergiftung nothwendigen Dosen unmöglich in der Versuchszeit aufgenommen sein konnten, auch die Symptomne der vergifteten Thiere stimmten nicht zum Bilde einer Säurevergiftung.

Ammoniak.

Ammoniakgas, obschon es ein Alkali und HCl eine Säure ist, wirkt in mancher Beziehung ähnlich wie HCl, nur schwächer. Lehmann bezeichnet nach Versuchen an sich, an anderen Menschen und an Thieren 0.3‰ als Grenze für die Gesundheitsschädlichkeit und hält 0.5‰ für die äusserste bei Gewöhnung längere Zeit zu ertragende Concentration für Menschen. 2.5 bis 4.5‰ geben bei etwa 8stündiger Einwirkung meist schon zu gefährlichen Pneumonien an den darauffolgenden Tagen Anlass.

5 bis 10‰, nur kurze Zeit eingeathmet, erzeugt bei Katzen schon sehr rasch, bei Kaninchen erst an den folgenden Tagen gefährliche Erkrankungen, 10 bis 12‰ tödtet in wenigen Stunden unter Laryngobronchitis haemorrhagica, Glottisödem, Lungenödem etc., zuweilen (bei Katzen stets) genügen hierzu schon Dosen von 5 bis 6‰.

Chlor.

Schon ausserordentlich geringe Mengen von Chlor (0.001 bis 0.005‰) bringen Reizsymptome in den Respirationsorganen hervor. 0.015 bis 0.03‰ machen schon lebhaft Reizsymptome, starke Salivation und Verlangsamung der Respiration. Die Thiere zeigen, einige Tage nach dem Versuche getödtet, eitrig-schleimige Bronchitis und katarrhal-pneumonische Lungenpartien.

Gaben von 0.04 bis 0.06‰ verursachen in 3½ bis 5 Stunden lebensgefährliche Symptome durch starkes Lungenödem und mehr oder weniger ausgebreitete hämorrhagische Lungenentzündungen.

Gaben von 0.6‰ tödten rasch, meist durch Entwicklung einer exquisiten Croupmembran vom Larynx bis in die feineren Bronchien hinab.

Die von Binz für den Frosch entdeckte narkotische Wirkung der Halogene konnte Lehmann mehrfach exquisit beim Kaninchen nachweisen.

Brom.

Brom wirkt genau so wie Chlor, man kann sagen, wie ein Aequivalent. Sehr auffallend ist die Wirkung der Bromdämpfe auf die Haare der Thiere. Bei nur etwas grösseren Dosen werden die Haare sulzig und schmierig und sind leicht abzustreifen.

Versuche in einer Papierfabrik und ein absichtliches Experiment am Menschen ergaben, dass vom Menschen nur etwa 0.002 bis 0.004‰ Chlor, von daran gewöhnten Menschen vielleicht etwas mehr (höchstens 0.01‰) ohne Schaden ertragen werden. — Aus den Versuchen Lehmann's geht somit mit aller Bestimmtheit hervor, dass die noch in jüngster Zeit bei Choleraepidemien üblichen Räucherungen der Menschen mit Chlor- oder Bromdämpfen absolut nutzlos sind, da zur Tödtung von Bakteriensporen ein Chlor-

gehalt der Luft von 3‰ während 3 Stunden, oder einer von 0.4‰ während 24 Stunden erforderlich ist.

Die Angaben in Büchern (z. B. in Hirt's Gewerkrankheiten) überschreiten die zulässigen Mengen von Ammoniak, Chlor und Brom um das hundert-, ja tausendfache.

Schwefelwasserstoff.

Die grosse Giftigkeit des Schwefelwasserstoffgases ist allgemein bekannt, aber sie wird gewöhnlich höher angenommen, als die von Chlor und Brom, was sich aber nicht bewahrheitet. Eine Katze zeigte bei 8stündiger Einwirkung von 0.13‰ noch keine Symptome, auch nicht bei 10stündiger Einwirkung von 0.15‰ .

Erst bei 8stündiger Einwirkung von 0.21‰ zeigte sich Somnolenz und etwas Speichelsekretion.

$3\frac{1}{2}$ Stunden in einer Luft mit 0.43‰ zeigte sich vermehrte Somnolenz und nahm das Thier eine träge Seitenlage an, erholte sich aber in frischer Luft sehr rasch wieder.

Erst Dosen über 0.7‰ wirken tödtlich, wenn die Thiere länger als 5 Stunden einer solchen Luft ausgesetzt werden.

Bei 3.25‰ sank das Thier nach 4 Minuten um und war nach 10 Minuten todt.

Die Sektionen ergaben bei Katzen stets Lungen- und Tracheahyperämie, bei denjenigen, welche länger lebten, ein hämorrhagisches Lungenödem, häufig auch eine seröse Flüssigkeit in den Pleurahöhlen.

Kaninchen verhalten sich im wesentlichen gegen Schwefelwasserstoff ebenso wie Katzen, sind aber empfindlicher als diese. Bei 0.72‰ trat schon nach 3 Stunden 50 Minuten der Tod ein. Bei 1.3 und 3.25‰ waren stets ein paar Minuten genügend, um das Thier unter Schwankbewegungen zusammenstürzen zu lassen. In diesem Zustande aus dem Apparate genommen und in frische Luft gebracht, erholte es sich immer rasch.

Die Sektionsbefunde bei den gestorbenen Kaninchen waren denen bei Katzen stets ähnlich. Die Hauptwirkung des Gases findet offenbar auf das Centralnervensystem statt.

Versuche am Menschen wurden nicht gemacht, aber wahrscheinlich darf man für ihn 0.15‰ als Grenzwert annehmen. Es werden darüber noch weitere Versuche gemacht werden.

Schwefelkohlenstoff.

Die Versuche über Schwefelkohlenstoff sind zwar noch lange nicht abgeschlossen, aber sie haben einige so merkwürdige Thatfachen ergeben, dass ich glaube, schon jetzt darauf hinweisen zu müssen, weil vielleicht namentlich Chemiker veranlasst werden könnten, sich noch eingehender mit der Zusammensetzung des käuflichen Schwefelkohlenstoffes, wie er besonders in den Kautschukfabriken in so grosser Menge in Verwendung kommt, zu befassen. Lehmann hat gefunden, dass verschiedener Schwefelkohlenstoff sehr verschieden giftig ist. Darauf wurde auch schon früher in Frankreich durch eine Arbeit von Sapelier aufmerksam gemacht, aber Sapelier¹⁾ führt dafür einen ganz falschen Grund an: er meint nämlich ein Gehalt an Schwefelwasserstoff sei die Ursache. Es ist sehr wohl möglich, dass der giftige Schwefelkohlenstoff, mit welchem Sapelier experimentirt hat, schwefelwasserstoffhaltig war, aber die Versuche Lehmann's zeigen, dass dieses jedenfalls ein bedeutungsloser Zufall war, denn Lehmann beobachtete die nämlichen grossen Unterschiede in der Giftigkeit verschiedener Schwefelkohlenstoffe, ohne je in einem Schwefelwasserstoff gefunden zu haben.

Lehmann experimentirte z. B. mit einem käuflichen Schwefelkohlenstoff, welcher schon bei einem Gehalte von 0.2 bis 0.3 Milligramm im Liter Luft so heftig wirkte, dass

1) Étude sur le sulfure de carbone. Faculté de Médecine de Paris. These Nr. 246, 1885.

Katzen nach $1\frac{1}{2}$ Stunden Speichelfluss, Sopor und sehr vertiefte und beschleunigte Respiration zeigten, nach 2 Stunden nach längerem Schwanken häufig unter Wälzbewegung, leichten klonischen Zuckungen etc. zu Boden fielen und bei Dosen von 0.65 Milligramm unter ähnlichen, nur rascher sich entwickelnden Symptomen schon in $3\frac{1}{4}$ Stunden zu Grunde gingen, während bei einem, aus einer anderen Quelle bezogenen Schwefelkohlenstoffe im Liter Luft 0.84 Milligramme sein durften, ohne dass es zu ernsteren Symptomen kam. Nach $9\frac{1}{2}$ Stunden aus dem Apparate genommen, erholte sich das Thier sehr bald vollständig wieder. Ja, selbst bei einem Gehalte von 2.3 Milligramm Schwefelkohlenstoff im Liter Luft dauerte es 7 Stunden, bis eine Katze so weit geschädigt war, dass sie 10 Stunden nach dem Versuch an den Folgen der Vergiftung starb.

Die Sektionen der gestorbenen Thiere ergaben ausser Lungenhyperämie und hie und da Lungenechymosen keine charakteristischen Befunde. Auch das Blut zeigte sich normal. Neben einer leichten lokalen Reizwirkung auf die zugänglichen Schleimhäute wirkt der Schwefelkohlenstoff also namentlich auf das Nervencentralorgan. Mit Chloroform analog angestellte Versuche zeigten eine grosse Aehnlichkeit der Wirkung der beiden Stoffe.

Es scheinen noch unbekannte oder bisher nicht beachtete Verbindungen im Schwefelkohlenstoff des Handels enthalten zu sein und den Haupttheil seiner Giftigkeit auszumachen.

Lehmann hat sich durch Behandlung des käuflichen Schwefelkohlenstoffes mit concentrirter Schwefelsäure, Wasser, Aetzkali, darauffolgendes Waschen mit Wasser und Trocknen mit Chlorcalcium und schliesslich durch mehrfache Destillation über Quecksilberchlorid ein möglichst reines Präparat hergestellt, welches genau, nur etwas schwächer wie Chloroform riecht. Auch dieser möglichst gereinigte Schwefel-

kohlenstoff zeigt sich noch giftig, wenn auch in geringerem Grade, wie manches käufliche Präparat.

Das so verschiedene Erkranken der Arbeiter in verschiedenen Kautschukfabriken mag daher immer seinen Grund theilweise in einer verschiedenen Qualität des Schwefelkohlenstoffes haben, aber jedenfalls wirken da auch die Ventilationsverhältnisse der Arbeitsräume mit, und kann auch dem reinsten Schwefelkohlenstoffe die Giftigkeit nicht abgesprochen werden.

Lehmann wird seine Untersuchungen auch auf Kautschukfabriken und auf den dort neben dem Schwefelkohlenstoff in Verwendung kommenden Chlorschwefel ausdehnen.

Anilin und Nitrobenzol.

Ueberraschend ist die Giftigkeit des Anilin in den kleinsten Dosen, namentlich für Katzen. 0.15 Milligramm im Liter Luft (etwa 0.04‰ des Volums) bringen binnen 7 Stunden noch keine besonderen Symptome hervor, aber schon Dosen von (0.4 Milligramm (etwa 0.1‰ des Volums) zeigen sich gefährlich. Bei dieser Concentration bekommt eine Katze schon nach 30 Minuten lange anhaltende Salivation, nach 5½ Stunden Erbrechen und Störungen der coordinirten Bewegung, namentlich zeigt sich etwas Schwäche der Hinterbeine. Die Respiration ist wechselnd, aber vorwiegend stark beschleunigt. Nach 6¼ Stunden werden Lippen und Zunge stark cyanotisch, die Pupillen weit und ihre Reaktion sehr träge. Nach 8¼ Stunden wird das Thier matt, taumelt, ist aber weder lahm noch narkotisirt. Aus dem Apparate genommen zeigt es am folgenden Tage vollständige Pupillenstarre, grosse Schwäche und ein eigenthümliches Schwanken beim Gehen. Nach 2 Tagen war die Pupillenreaktion wiedergekehrt, da aber die allgemeine Schwäche fortdauert und sich neben Störungen der coordinirten Muskelbewegung

auch häufige klonische Zuckungen in den Muskeln zeigen, wird das Thier getödtet.

Bei der Sektion zeigte sich starke, gelbe Färbung der Leber und aller Schleimhäute, ebenso goldgelbe Schatten in den Leberzellen. Die Niere erscheint gelblich und stark verfettet. Weder im Harn noch in dem stark gelbroth gefärbten Blutserum gelang bisher eine Reaktion auf Gallenfarbstoff. Weitere Untersuchungen über diese Gelbfärbung sind in Aussicht genommen. Lungen blass bräunlich, an einer Stelle eine kleine Hämorrhagie. Herz schlaff.

Bei Dosen von 0.7 bis 0.8 Milligramm im Liter Luft ist der Vergiftungsverlauf der gleiche, nur treten neben den geschilderten Symptomen bald stärker, bald schwächer klonische Convulsionen einzelner Muskelbündel, ganzer Muskeln und Muskelgruppen in den Vordergrund. Die Respiration schwankt ganz unregelmässig zwischen 10 und 168 in der halben Minute.

Nach 9 Stunden aus dem Apparate genommen sind die Thiere gelähmt, reflexlos, höchst livid, pupillenstarr, bei kräftiger Herzthätigkeit.

Tödtet man ein Thier in diesem Zustande, so findet man bei der Sektion Injektion und blutiges Oedem der Lunge, ziemlich reichlichen Hämingehalt des bräunlich rothen Lungenblutes, im Körperblut bei spektroskopischer Untersuchung nur Oxyhämoglobinstreifen, im Harne Oxyhämoglobin und Hämatin.

Lässt man ein solches Thier am Leben, so geht es unter anhaltenden Convulsionen und fibrillären Zuckungen, ohne sich mehr aus der Seitenlage zu erheben, in 1 bis 2 Tagen unter kläglichem Miauen zu Grunde und zeigt sich bei der Sektion stets die auffallende Gelbfärbung der innern Organe. — Im Harne lässt sich Anilin stets nachweisen.

Die bisher mit Anilin am Menschen beobachteten Vergiftungssymptome stimmen damit gut überein.

Eine höchst auffallende Thatsache ist, dass Kaninchen und Meerschweinchen verhältnissmässig unempfindlich gegen Anilin sind. Zur Controle befanden sich bei jedem Versuche, der mit einer Katze gemacht wurde, gleichzeitig auch immer ein Kaninchen und ein oder zwei Meerschweinchen im Apparate, welche nie schwerere Symptome zeigten. Einem Kaninchen wurde einmal Anilin (2°) subcutan injicirt, ohne dass das Thier erkrankte, während daran eine Katze rasch unter den charakteristischen Symptomen zu Grunde ging. Der oder den Ursachen dieses auffallenden Unterschiedes zwischen Katze und Kaninchen wird Lehmann noch weiter nachforschen.

Ueber den Gehalt der Fabrikluft an Anilin liegen keine Bestimmungen vor, aber aus vielen Thatsachen geht hervor, dass es auch für den Menschen ein ziemlich heftig wirkendes Gift ist.

Ueber die Versuche mit Nitrobenzol ist nur zu berichten, dass, so reichlich man auch Nitrobenzoldampf der Kastenluft zuführen mochte, nie die Thiere (Katten, Kaninchen und Meerschweinchen) ernstlich erkrankten. Diese oft constatirte Thatsache stimmt nicht recht mit vielen Erfahrungen über die Giftigkeit des vom Magen aus verabreichten Nitrobenzols, man möchte vermuthen, dass diese schwer flüchtige Substanz durch die Lungen nur sehr wenig aufgenommen würde.

Aus der ganzen Reihe von Untersuchungen über die Wirkung schädlicher Gase und Dämpfe in der Luft, welche bisher mit Hilfe des Respirationsapparates weniger für wissenschaftlich toxikologische und pharmakologische, sondern mehr für praktisch hygienische Zwecke gemacht worden sind, scheint mir hervorzugehen, dass die Schädlichkeit der genannten Gase und Dämpfe nicht bloss auf lokalen Verän-

derungen oder des Blutes beruht, sondern auch auf Wirkungen auf das Nervensystem und namentlich seine Centralorgane.

Bei den sogenannten ätzenden Gasen (schwefliger Säure, Chlorwasserstoff, Ammoniak) treten allerdings Veränderungen der ersten Wege, womit diese Stoffe in Berührung kommen, deutlich hervor, aber schon bei Chlor und Brom etwas weniger, und treten auch Cerebralsymptome schon ein: hingegen bei mehreren (Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff und Anilin) scheint die Hauptwirkung in dem Einflusse auf das Nervensystem zu liegen. Und selbst bei den ätzenden Gasen scheint die Wirkung auf das Nervensystem mitbetheiligt. Eine Luft, welche die Nerven der Respirationswege krankhaft reizt, ist gewiss nicht ohne Einfluss auf das Athemcentrum und dessen Verbindungsbahnen mit anderen Centralorganen. Ist ja schon der Glottiskrampf, welcher bei den ätzenden Gasen auch eine Rolle spielt, eine Nervenwirkung. Eine Andeutung von solchen Dingen haben wir schon in unserer gewöhnlichen Wohnungsluft, und hängt damit wahrscheinlich auch das zusammen, was man Angewöhnung oder Abstumpfung oder individuelle Disposition nennt. Einer, für welchen eine Luft nur einen unangenehmen Geruch hat, kann davon krank werden, während einer, welcher entweder den Geruchssinn verloren hat, oder dem der Geruch nicht unangenehm ist, in solcher Luft sich ganz wohl befinden kann.

Auf unser Nervensystem wirkt aber, ohne dass wir es sofort wissen und empfinden, noch gar Vieles, was weder riecht noch schmeckt, und können solche giftige Stoffe auch in der Athemluft enthalten sein. Vom Schwefelwasserstoff riechen wir allerdings die kleinsten Spuren, aber das ganz geruch- und geschmacklose Kohlenoxyd ist eingeathmet fast ebenso giftig. Weil man im Blute eines an Kohlenoxyd Gestorbenen das tödtliche Gift nachweisen kann, glauben Viele sagen zu dürfen, dass es dadurch tödte, dass das

Kohlenoxyd aus dem Oxyhämoglobin, dem normalen Bestandtheile unseres Blutes, den Sauerstoff austreibe, wodurch Kohlenoxydhämoglobin entstehe, welches dem normalen Stoffwechsel, soweit dieser in einer Oxydation bestehe, nicht mehr dienen könne, was also einer Erstickung oder einem Blutmangel ähnlich wäre. Wenn man aber bedenkt, ein wie kleiner Theil der ganzen Blutmasse bei tödtlich verlaufenden Kohlenoxydvergiftungen durch Bildung von Kohlenoxydhämoglobin seines Sauerstoffes beraubt wird und wie viel Oxyhämoglobin daneben noch vorhanden ist, so dass der dadurch veranlasste Blutverlust viel kleiner als der kleinste Aderlass ist, welchen Gesunde und Kranke ohne Gefährdung ertragen, so wird man wohl gezwungen, an eine spezifisch giftige Wirkung des Kohlenoxydhämoglobins im Organismus auf das Nervensystem und seine Centralorgane zu denken. Die Blutkörperchen sind nur das Medium, das Kohlenoxyd aus der Luft zu absorbiren und es dem Organismus in der nöthigen Menge zuzuführen.

Gruber hat bei seinen Untersuchungen zuerst nachgewiesen, dass bestimmte Grade des Symptomenkomplexes stets einer bestimmten Concentration des Kohlenoxydes in der geathmeten Luft entsprechen, und dass diese Grade sich nicht ändern, wenn die Thiere auch sehr lange in solcher Luft bleiben, dass somit im Blute keine Anhäufung von Kohlenoxyd mit der Zeit des Athmens entsteht, sondern dass der Organismus die Fähigkeit besitzen muss, sich geringer Mengen des Giftes auf irgend eine Art bis zu einem gewissen Grade beständig zu entledigen. Gruber hat ein Kaninchen 66 Stunden lang in einer Luft von 0.5‰ Kohlenoxyd athmen lassen, ohne dass es im geringsten erkrankte; aber wenn er Kaninchen eine Luft von 4 bis 5‰ Kohlenoxyd athmen liess, trat der Tod zwischen 30 und 40 Minuten ein.

Aus den Versuchen von Ogata mit schwefliger Säure

geht hervor, dass auch dieses Gas ins Blut aufgenommen als ein Nervengift wirkt. Wenn Fröschen, bevor sie in den Apparat gesetzt wurden, ein Schenkel gebunden wurde, so dass in diesem kein Blut mehr circuliren konnte, während der andere Schenkel ungebunden blieb, so zeigte, nachdem der Tod im Apparate eingetreten war, der nervus ischiadicus des gebundenen Schenkels stets noch die gewöhnliche Reizbarkeit, während die Reizbarkeit des Nerven in dem nicht gebundenen Schenkel, durch welchen bis zum Eintritte des Todes das Blut strömte, welches mit schwefliger Säure in Berührung gekommen war, stets auf ein Minimum gesunken war.

Das Nämliche gilt von dem stark riechenden Schwefelwasserstoff, der auch einen Theil unseres Blutes in Beschlag nimmt, an dem man aber bereits stirbt, wenn man auch noch ein Uebermass gesundes Blut in den Adern hat. Lehmann hat gefunden, dass eine Katze 10 Stunden lang eine Luft von 0.15‰ Schwefelwasserstoff, welche schon sehr übel riecht, athmen konnte, ohne dass man ihr eine Spur von Uebelbefinden anmerkte, dass ein solches Thier aber in einer Luft von 3.25‰ Schwefelwasserstoff in 4 Minuten umsinkt und nach 10 Minuten todt ist. An Luft, d. h. an dem für den normalen Stoffwechsel nöthigen Sauerstoff kann es nicht gefehlt haben, auch die während der kurzen Zeit aus der eingeathmeten Luft ins Blut aufgenommene Menge Schwefelwasserstoff kann nicht so gross gewesen sein, um wesentliche substantielle Veränderungen im Organismus hervorzubringen, die tödtliche Wirkung lässt sich nur durch eine Wirkung auf das Nervensystem erklären.

Auch ist das Blut und der ganze Körper von Katzen und Kaninchen nicht entfernt so verschieden zusammengesetzt, dass man aus einer substantiellen Veränderung erklären könnte, warum das Anilin für Katzen so giftig und für Kaninchen unschädlich ist. Wahrscheinlich wird das

Nervensystem verschiedener Thiergattungen vom Anilin ebenso verschieden wie vom Morphium und anderen Giften gereizt.

Je höher ein Organismus entwickelt ist, desto empfindlicher scheint er für schädliche Gase und Dämpfe zu sein. Die Bakterien ertragen, wie wir oben gesehen haben, Chlor und Brom und schweflige Säure in der Luft so lange und in so grossen Mengen, wie sie für Menschen und warmblütige Thiere sicher und in kürzester Zeit tödlich sind. Das ist vielleicht auch der Grund, warum gerade der Mensch in seiner Wohnung eine reinere Luft braucht als alle seine Hausthiere.