

Über die Vergiftung durch Einatmen von Kloakengas.

Von
Dr. W. Klein.
Stadtarzt in Herne.

Unter die gewerblichen Gifte rechnet Rambousek auch die zufällig entstandenen, und unter diese Art Gifte sind die Kloakengase zu rechnen, denn diese Gase entstehen nicht gewollt und finden auch nirgends Verwendung. Zunächst ergibt sich die Frage, wo und wie diese Gase entstehen.

Definition und Wirkung der Kloakengase.

Die Kloakengase sind Gasgemenge verschiedenster Zusammensetzung, die bei der Fäulnis organischer Substanzen, namentlich bei der Zersetzung von Fäkalien in Dung- und Abortgruben, Jauchebehältern, alten verschlossenen Kanälen usw., kurz, überall dort entstehen, wo den Fäkalien Luftzufuhr und Abfluß fehlen. Vorwiegend bestehen sie aus Stickstoff, Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Ammoniak, Wasserstoff und Schwefelwasserstoff. Der Prozentsatz der einzelnen Gase untereinander ist zu verschieden, als daß eine bestimmte Norm aufgestellt werden könnte, da die Zusammensetzung der Gase von der faulenden Substanz abhängig ist. Wenn z. B. menschliche Fäkalien faulen, so ist der Schwefelwasserstoffgehalt sehr hoch, wenn in der Kloake mehr Urin ist, wird Ammoniak vorwiegen. Es ist auch nicht gleichgültig, woher die Fäkalien stammen, solche aus Klöstern, Waisenhäusern und Gefängnissen bilden weniger giftige Gase, als die Fäkalien der wohlhabenden Kreise, die aus reichlicherem tierischem Eiweiß entstehen. Der giftige Faktor bei den Kloakengasen ist der Schwefelwasserstoff, der in der Regel 2—4 Volumenprocente, aber auch bis 8 und mehr ausmacht.

Diese hohen Prozentzahlen sind, wie wir später sehen werden, an sich schon tödlich, nur daß die Gasgemische, wie Dittrich annimmt, vielleicht noch viel heftiger wirken.

Von den Kloakengasen sind die Kanal-gase und die Kanalluft zu trennen, die zwar nicht immer im Sprachgebrauch von jenen unterschieden werden, die aber durch die häufige Gegenwart noch anderer

giftiger Gasgemische gekennzeichnet sind, so, wenn die Fabrikabwässer giftige Gase mit sich führen oder vielleicht Leuchtgas in die Kanäle eindringt. Die Kanalluft ist nicht gefährlich, höchstens durch ihren widerlich süßen Geruch belästigend.

Plötzliche Asphyxie oder Todesfälle in Gruben, Sielen und Kanälen brauchen nicht immer Gasvergiftungen zu sein, sondern sie können sich infolge der Sauerstoffarmut der Atmungsluft ereignen. Es sei hier an den Charlottenburger Unglücksfall im Jahre 1913 erinnert^{21a)}, bei dem vier Arbeiter in einem Kanalisationsschacht betäubt wurden und dann in dem Kanalwasser ertranken. Es wurde angenommen, daß ein Erstickungsanfall durch Kohlensäure vorlag. Aber Weber^{21b)} wies darauf hin, daß die Leute infolge der sauerstoffarmen Luft bewußtlos geworden seien, wobei auch der Schwefelwasserstoffgehalt eine Rolle gespielt haben möge. Auch Giemsa²²⁾ und vor ihm Eulenberg¹³⁾ haben auf die Gefährlichkeit des Sauerstoffmangels in geschlossenen Räumen hingewiesen. Auch Harnack²³⁾ spricht von einem negativen Moment des Sauerstoffmangels und dem positiven der Schwefelwasserstoffwirkung bei Kloakengasvergiftung. Henriot¹⁾ geht sogar so weit, daß er die Giftigkeit des Schwefelwasserstoffs sehr gering einschätzt und die deletäre Wirkung der Kloakengase nur auf den geringen Sauerstoff- und hohen Kohlensäuregehalt zurückführt. Diese Behauptung dürfte zweifellos den Kernpunkt nicht treffen.

Aus diesen Ansichten geht hervor, daß Unglücksfälle infolge Sauerstoffmangels der Luft in den Gruben und Kanälen vorkommen. Unter Kloakengasvergiftungen verstehen wir aber die Vergiftung mit Schwefelwasserstoff, der sich in den Fäulnisgasen bildet.

Schon zu Beginn des vorigen Jahrhunderts bewies Orfila⁵⁰⁾ neben einer Reihe anderer Autoren die außerordentliche Giftigkeit des Schwefelwasserstoffes und machte weiter die Beobachtung, daß er wirkungslos war, wenn er in die Venen gespritzt wurde, eine Beobachtung, die später nicht bestätigt wurde. Weitere Aufschlüsse gaben die Falkschen Untersuchungen und die seines Schülers Amelung¹⁾. Tiere, die mit Schwefelwasserstoffwasser vergiftet waren, starben unter den Erscheinungen von Asphyxie, die von anderen nervösen Störungen begleitet waren. Sie nehmen an, daß diese Erscheinung von seiten der Atmungsorgane auf eine Alteration des verlängerten Markes zurückzuführen sei.

Falk untersuchte auch die Grünfärbung des Blutes durch Schwefelwasserstoff und erklärt sie als Folge der Bildung von Schwefeleisen aus dem zersetzten Hämatin. Er stellte auch fest, daß nach der Vergiftung der Herzschlag die Atmung überdauert, daß das Gas durch die Lungen zum Teil wieder ausgeschieden wird, daß eine Vergiftung durch die Haut möglich ist. Die tödliche Wirkung sucht er nicht allein in der Zersetzung des Blutes, sondern außerdem in einer schweren Schädigung des verlängerten Markes. Wir sehen, daß diese Vermutungen unseren heutigen Ansichten über den Schwefelwasserstofftod sehr nahe kommen.

Eulenberg (l. c.) hielt den Schwefelwasserstoff vorwiegend für ein Blutgift.

Hoppe - Seyler³²⁾ verdanken wir die Kenntnis der reduzierenden Wirkung des Schwefelwasserstoffs auf das Blut und diejenige des Absorptionstreifens im

Rot, den er allerdings auf Hämatin zurückführte. Seine Ansicht, daß durch den sich im Blute abscheidenden Schwefel capillare Embolien entstünden, die den Tod verursachen, fand keine Anhänger.

Preyer⁵⁶⁾ nannte die Verbindung des Schwefels mit dem Oxyhämoglobin Hämathion. Tatsächlich ist es Sulfhämoglobin [Pellacani*]). Das Absorptionsspektrum dieses Sulfhämoglobins zeigt einen Streifen zwischen C und D, der durch Einleiten von Sauerstoff oder Kohlenoxyd nicht zum Verschwinden zu bringen ist.

Kaufmann und Rosenthal⁵⁵⁾ setzten nach ihren Versuchen die Giftwirkungen des Schwefelwasserstoffs der Erstickung gleich. Durch den Schwefelwasserstoff wird dem Blut der Sauerstoff entzogen, aber es wird dadurch nicht unfähig, wieder neuen Sauerstoff aufzunehmen.

Diese Ansicht widerlegte Böhm³⁾, indem er feststellte, daß in dem Blut schwefelwasserstoffvergifteter Tiere noch reichlich Sauerstoff vorhanden ist.

Auch Peyron⁵¹⁾ hat die allgemeine Lehre, daß der Schwefelwasserstoff ein Blutgift sei, bekämpft. Bei hohen Dosen trete der Tod blitzschnell ein, was bei keinem anderen Blutgift der Fall sei, und die Menge des Sauerstoffs im Blut schwefelwasserstoffvergifteter Tiere sei derjenigen normalen Blutes gleich. Nach ihm beruht die Giftwirkung auf einer ausgesprochenen Alteration der Nervenzentren des Respirationsapparates. Es sei nebenbei erwähnt, daß auch er die Ausscheidung des Schwefelwasserstoffs durch die Lungen beobachtete nach Injektion von Schwefelwasserstoffwasser in das Rectum, wenigstens eines Teiles desselben, ein anderer Teil wird von den Zellen und roten Blutkörperchen absorbiert. Dasselbe geschieht bei Injektion von Schwefelwasserstoffwasser in die Aorta. Die Menge des im Körper zurückgehaltenen Schwefelwasserstoffs bestimmte er nach der Methode von Gréhant und im Eudiometer.

Nach Lehmann⁴²⁾ werden 78—86% des aufgenommenen Schwefelwasserstoffs absorbiert.

Laborde⁴⁰⁾ will bei Schwefelwasserstoffvergiftungen direkte anatomische Veränderungen gesehen haben. Bei Serienschnitten der Medulla bis zum Calamus zeigte sich eine Hyperämie der Nervenursprungsstellen. Die Gifte üben den Reiz entweder direkt vom Blut aus oder indirekt durch Reflexwirkung bei der Einatmung aus. Dies erkläre die rasche Vergiftung. Den entstandenen asphyktischen Anfall glaubt er durch künstliche Atmung coupieren zu können.

K. B. Lehmann⁴¹⁾ prüfte die Wirkung des Schwefelwasserstoffs in kleinen Dosen. 0,05% bewirken beim Menschen schon schwere cerebrale Störungen, die auf eine direkte Reizung des Nervensystems schließen lassen. Bei einem Gehalt von 0,14—0,15% in der Atmungsluft wirkt er sofort tödlich.

Auch auf eine andere Wirkung des Schwefelwasserstoffs macht Lehmann aufmerksam, nämlich auf die anatomischen Veränderungen an den Lungen. Das sind hochgradiges Lungenödem, Randemphysem und Pleuraergüsse. Und diese Veränderungen trügen zum großen Teil zur Beschleunigung des Endes bei. Diese Lungenveränderungen treten aber nur bei Schwefelwasserstoffeinatmung und bei langer Agone ein. (Ushinsky⁶⁵⁾.)

Schließlich sei auf Pohls⁵²⁾ Arbeiten hingewiesen. Pohl stellt die Behauptung auf, daß es sich bei der Schwefelwasserstoffvergiftung um die Wirkung des gebildeten Schwefelalkali handele. Denn das Schwefelnatrium wirkt schon in kleinen Dosen sehr giftig, und die klinischen Erscheinungen der Schwefelnatriumvergiftung stimmen mit denen der Schwefelwasserstoffvergiftung überein. Nach Pohl ist es auch erwiesen, daß das Gift auf das Gehirn wirkt und nicht auf das Rückenmark. Denn bei Durchschneidung des Rückenmarks treten die Krämpfe nur in den Nerven oberhalb des Schnittes auf.

*) Pellacani: cit. nach Kobert, l. c.

Aus diesen verschiedenen Ansichten und Theorien ist also zu erkennen, daß die Wirkung des Schwefelwasserstoffs eine vielfache ist, daß wir nicht eine einseitige Beeinflussung des Nervensystems annehmen dürfen, so wenig wie eine ausschließliche Wirkung auf das Blut, sondern daß alle Faktoren zusammen: Irritation des Nervensystems, Zersetzung des Blutes (Sulfhämoglobin, Schwefelalkali) und örtliche Reizung des Lungengewebes die Schwefelwasserstoffvergiftung ausmachen.

Kasuistik.

Mitteilungen über Kloakengasvergiftungen sind spärlich, obgleich diese Vergiftungen doch wohl verhältnismäßig oft vorkommen mögen. Aber selbst stürmische Erscheinungen verlaufen, vorausgesetzt, daß schnelle Hilfe zur Stelle war, in der Mehrzahl der Fälle ohne irgendwelche Folgen, oder aber der Tod tritt sofort ein und die Rechtslage ist dann so unzweideutig, daß gerichtliche Entscheidungen und Obduktionen sich erübrigen. Nur in Frankreich spielte früher die Erkrankung bei den Pariser Vidangeurs eine Rolle.

So berichtet Gaultier de Glaubry (l. c.) von 12 Arbeitern, die in einem Kanal plötzlich bewußtlos wurden. Acht waren nicht weiter schwer krank, vier mußten in das Krankenhaus gebracht werden, von denen einer starb.

Hallé²⁵⁾ führt drei Unglücksfälle in einer Abortgrube an, zwei der Arbeiter blieben tot, der dritte wurde gerettet. Chevalier*) teilt zwei Vergiftungen mit, die tödlich verliefen, zwei weitere Arbeiter wurden bewußtlos, kamen aber mit dem Leben davon.

Brouardel⁵⁾ beobachtete zwei Fälle, die beim Reinigen einer Senkgrube plötzlich bewußtlos wurden, sich an der frischen Luft erholten, aber wenige Stunden später starben; „Noyé dans la spume bronchique.“ Des weiteren berichtet er von einem Unglücksfall in der rue Rochechouart in Paris, der vier Opfer forderte.

Andere Beobachtungen sind mitgeteilt von Guérard²³⁾, Orfila⁵⁰⁾, Letheby⁴³⁾, Oliver⁴⁶⁾. Dieser erlebte zwei Unglücksfälle in einem Caisson bei einer Dockausschachtung, wo vor langen Jahren eine chemische Fabrik gestanden hatte, innerhalb von 4 Wochen. Das erste Mal starben alle drei Arbeiter, bei dem zweiten Unfall konnten drei mit Mühe am Leben erhalten werden, während der vierte seinen Tod fand.

Hun³³⁾ erzählt von 29 Kanalgasvergiftungen, die von Erbrechen, Durchfall, Mattigkeit, Fieber usw. begleitet waren.

In Schmidts Jahrbüchern, im 105. Bande, S. 17, ist in einem Referat der Ugeskrift for Laeger, eine interessante Folgeerscheinung einer Kloakengasvergiftung angegeben. Ein Arbeiter war beauftragt, eine Kloake zu reinigen, wobei er auf Händen und Füßen kriechen mußte. Nach 20 Minuten stellte er die Arbeit unter den Zeichen einer beginnenden Kloakengasvergiftung ein. Nach 8 Tagen wurde der Mann plötzlich am Körper gelb und er bekam Blutungen aus der Nase und dem Rachen. Die Stimmung war während seiner Krankheit höchst deprimiert. Vom 11. Tage an verschwand die Gelbsucht. Es heißt dann weiter, das Krankheitsbild habe die meisten Charaktere einer Blutvergiftung gehabt.

*) Chevalier: cit. Hankel Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. u. öff. Sanitätsw. V, 3. Folge. 1893.

Ähnliches berichtet Stirl⁶²⁾. Ein Arbeiter stürzte, von den Kloakengasen betäubt, in die Jauche, verschluckte eine gewisse Menge derselben, brach sie aber wieder aus. Kurze Zeit darauf erkrankte er an infektiösem Ikterus. Ein gleiches Schicksal hatten zwei andere Arbeiter.

Bei Besprechung der Symptomatologie der Kloakengasvergiftung erwähnt Eulenberg (l. c.) ein schweres Unglück, das sich in Köln ereignete, bei dem von vier Arbeitern nur einer gerettet werden konnte.

Harbordt²⁷⁾ berichtet über zwei Fälle. Der eine Arbeiter kam mit dem Leben davon nach wochenlangem Krankenlager, der andere lebte nur wenige Minuten nach der Vergiftung.

Kossatz³⁸⁾ hatte Gelegenheit, zwei Fälle von Kloakengasvergiftung zu beobachten, die nach drei Tagen in Heilung übergingen.

Blumenstock²⁾ obduzierte vier Leichen Kloakengasvergifteter, drei Männer und ein Mädchen, letzteres war nachts in den Abort gefallen. Die Männer waren zu verschiedenen Zeiten in einen Kanal gestiegen und waren, nachdem sie das Gas eingeatmet hatten, auf der Stelle getötet worden. Finkelnburg¹⁸⁾ berichtet über eine Massenvergiftung leichter Art durch Kloakengas in einem Gefängnis. Ausführliche Krankengeschichten befinden sich bei Thierling⁶³⁾ über fünf Fälle akuter Vergiftung, und Hankel²⁹⁾ teilt ein genaues Obduktionsprotokoll von der Leiche eines Schlossers mit, der beim Auftauen eines Klosetts durch die aufsteigenden Gase zuerst ohnmächtig wurde, beim Zubodenstürzen aber in eine so unglückliche Lage kam, daß die Gase fortwährend an seinem Gesicht vorbeistrichen und so den Tod herbeiführten.

In den Akten der Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke, die mir von der Direktion im Auszuge zur Verfügung gestellt wurden, finden sich acht Fälle von Vergiftung, von denen sieben tödlich verliefen. In einem Falle blieb eine länger dauernde Nervosität zurück.

Des weiteren wurden Kloakengasvergiftungen von Mader⁴⁵⁾, Popper³²⁾, Kaufmann³⁴⁾, Schaffner⁶⁰⁾ und Casper⁸⁾ beschrieben. Auf den Charlottenburger Fall im Jahre 1913 wurde bereits hingewiesen.

Symptome.

Da die Vergiftung mit Kloakengas durch die Anwesenheit des Schwefelwasserstoffes bedingt wird, da die Wirkung des Schwefelwasserstoffes, wie wir sahen, eine vielfache ist, so ist es natürlich, daß die Symptome der Kloakengasvergiftung außerordentlich mannigfaltig sind, eine Tatsache, auf die schon Hirt³¹⁾ hinweist: „... wie es denn überhaupt eine eigentümliche Eigenschaft der Kloakengase ist, auf verschiedene Menschen in sehr verschiedener Weise zu wirken.“

Diese Mannigfaltigkeit der Erscheinungen bei Kloakengasvergiftungen gab zu der Erwägung Anlaß, ob nicht je nach dem Vorherrschen des Gases und je nach der Konzentration verschiedene Krankheiten angenommen werden müßten. So unterschieden Hallé und Verville fünf Arten. Dupuytren^{*}) schränkte später die Zahl auf zwei ein, den Méphitisme azoté und hydrosulfuré. Er unterschied also die Vergiftung durch stickstoffhaltige Gase (Ammoniak) und die durch Schwefelwasserstoff. Dupuytren's Ansichten über die Arten der Kloakengasvergiftung werden von Hirth³⁰⁾ und Eulenberg (l. c.) geteilt. Auch Fürst¹⁹⁾ neigt dazu, die leichten Vergiftungen, die sich in Schleimhautreizung der Nase und Conjunctivitis äußern und nach einigen Tagen verschwinden, dem Ammoniakgehalt

des Kloakengases zuzuschreiben. Diese Auffassung ist nicht mehr gerechtfertigt, denn Lehmann (l. c.) und seine Schüler haben bewiesen, daß geringe Mengen von Schwefelwasserstoff die gleichen Erscheinungen hervorrufen, so daß die leichten Erkrankungen ebenfalls Schwefelwasserstoffintoxikationen sind. Zum mindesten muß man annehmen, daß beide Gase zusammen die genannten Symptome bewirken. Des Interesses halber sei erwähnt, daß die Zunft der Pariser Kloakenfeger 27 Varietäten der Vergiftungen unterschied, je nach den vorherrschenden Symptomen. So nannten sie die mit Druck im Kopf, Übelkeit und Erbrechen einhergehende Vergiftung „le plomb“ (Blei). Wobei sie wieder le plomb d'entrée und le plomb de sortie unterschieden. Die leichtere Vergiftung nannten sie la mitte (Dunst).

Heute werden im allgemeinen drei Formen der Vergiftung unterschieden; das sind:

1. die leichteren Fälle,
2. die schwereren Fälle,
3. die absolut tödlichen Fälle.

Die ersteren äußern sich verhältnismäßig harmlos. Der Vergiftete fühlt sich matt und elend, es wird ihm übel und er muß erbrechen, kolikartige Schmerzen in der Magengegend stellen sich ein. Die Schleimhäute sind äußerst gereizt, was sich in starker Conjunctivitis und Rhinitis äußert. Die Kranken empfinden Stiche in den Augenhöhlen, bekommen Kopfschmerzen, die vielfach den Eindruck erwecken, als ob ein schwerer Druck auf dem Kopfe laste (le Plomb). Der Puls wird klein und schwach, die Atmung wird beschwerlich. Bei besonders empfindsamen Personen stellen sich sogar leichte Delirien ein, ja eine Art Wahnsinn infolge frühzeitig einsetzender Hirnreizung tritt auf. Die Betroffenen schreien, tanzen, schwatzen allerhand Unsinn und verfallen in Lachkrämpfe (chanter le plomb). Das Gesicht ist dabei gerötet, der Puls klein und langsam. Finkelnburg (l. c.) konnte eine Massenvergiftung leichten Grades in einem Gefängnis beobachten. Alle Erkrankten klagten über Druck auf dem Scheitel, große Hinfälligkeit. Einzelne hatten Erbrechen, andere Diarrhöen, wieder andere Hautausschlag. Diese Erscheinungen gingen bald vorüber außer bei einem Sträfling, der sogar fieberte und zeitweise delirierte, dieser Mann klagte noch wochenlang über Druck im Kopf.

Die genannten Erscheinungen gehen meistens an der frischen Luft vorüber und hinterlassen keine dauernde Schädigung. Nur der Kopfschmerz hält eine Zeitlang an (s. Finkelnburg).

Die schweren Fälle bieten ein bedrohlicheres Bild und führen nicht ganz selten zum Tode. Beim Betreten des die giftigen Gase enthaltenden Raumes hat der Betreffende zunächst das Gefühl, als ob ihm die Kehle zugeschnürt würde und wird ohnmächtig. Häufig erstickt er dann in dem

*) Dupuytren, cit. nach Eulenberg (l. c.).

am Boden sich befindenden Schlamm oder ertrinkt in der Flüssigkeit, ein Ereignis, auf das auch Brouardel hinweist. Sind diese beiden Möglichkeiten nicht gegeben, so verfällt der Betreffende in Krämpfe, die Atmung setzt aus, oder der Cheyne - Stokessche Typ ist bemerkbar. Die Pupillen sind weit und reagieren nicht mehr, der Puls ist klein. Alle diese Erscheinungen dauern auch noch an, wenn der Kranke aus der giftigen Atmosphäre entfernt ist, sie können sich sogar verschlimmern und oft nach Tagen zum Tode führen. Harbordt sah einen Fall solch schwerer Vergiftung. Der Patient wurde bewußtlos ins Hospital gebracht und zeigte bei der Einlieferung folgendes Bild:

Der Kopf ist nach hinten gezogen und das Gesicht livid rot, die Atmung ist beschleunigt, laut und stöhnend. Bei jedem Atemzug entleert sich schmieriger Schaum. Der Kiefer ist krampfhaft geschlossen und die Extremitäten befinden sich in fortwährendem Krampf. Im weiteren Verlauf der Erkrankung blieben die Krämpfe anfangs bestehen, erst nach mehrfachen Chloralhydratgaben gingen sie zurück und Patient verfiel in Somnolenz, aus der sich eine vollkommene Geistesgestörtheit in Form einer Dementia entwickelte, die im Laufe von Wochen zur Abheilung kam.

Ebenso beschreibt Kossatz²⁾ 2 Fälle, die nach kurzer Zeit zur Heilung kamen. Als hervorstechendstes Symptom erwähnt er: Stark nach hinten gezogener Kopf, gedunsenes Gesicht mit livider Verfärbung der Haut, eigentümlich glänzende Conjunctiven, Cyanose der Lippen und frequente Atmung vom Kosto-abdominaltypus.

Nicht immer aber gehen diese Vergiftungen so günstig aus, namentlich wenn die Verunglückten längere Zeit dem Gase ausgesetzt sind; das zeigt der schon oben erwähnte von Hankel mitgeteilte Fall. Desgleichen findet sich bei Thierling neben vier günstig verlaufenen Fällen ein Todesfall, der kaum 24 Stunden nach der Vergiftung eintrat. Es war in diesem Falle das Sensorium bei der Aufnahme nicht getrübt. Erst gegen das Ende des Lebens verfiel der Patient in Delirien. Sonst zeigte auch dieser Kranke die allgemeinen Zeichen der Schwefelwasserstoffvergiftung, wozu sich eine Pneumonie durch Einatmen von Fäkalien gesellte.

In den schwersten Fällen ist eine Hilfe kaum mehr möglich. Sofort beim Betreten der giftigen Atmosphäre sinken die Leute wie vom Blitz getroffen lautlos oder mit einem Aufschrei zusammen. Die Kranken sind asphyktisch geworden und in wenigen Minuten tot (s. die Fälle von Blumenstock).

Das Verhängnisvolle bei diesen Vergiftungen ist die Tatsache, daß sie fast immer gehäuft auftreten. Der Vorgang spielt sich meist folgendermaßen ab:

Ein Arbeiter steigt in die mit giftigen Gasen angefüllte Grube, er wird ohnmächtig oder bewußtlos und stürzt zu Boden. Seine Arbeitskollegen sehen das Unglück und nun steigt einer nach dem anderen hin-

unter, um zu helfen, aber alle ereilt das gleiche Schicksal. Derartige Unglücksfälle sind eigentlich regelmäßig beschrieben (Brouardel, Eulenberg, Strassmann, Kossatz, Thierling, Oliver [l. cc.] u. a.).

Komplikationen.

Wenn auch bei einer großen Anzahl der Fälle die eigentliche Vergiftung in verhältnismäßig kurzer Zeit in Heilung übergeht, so entstehen vielfach Komplikationen, welche die Prognose trüben. Es ist deshalb jede schwerere Kloakenvergiftung um ihrer selbst willen und besonders wegen der zu befürchtenden Nachkrankheiten sehr ernst zu nehmen. Die häufigste ist die Pneumonie infolge der Aspiration von Fäkalmassen oder Flüssigkeiten beim Niederstürzen. Selbst nach vorübergehendem Wohlbefinden treten plötzlich solche Pneumonien auf, die zum Tode führen (s. die oben von Brouardel mitgeteilten Fälle). Sie können mit heftigen Gastroenteritiden infolge Verschluckens der giftigen Massen einhergehen.

Cahn⁷⁾ beschreibt einen Fall reiner Schwefelwasserstoffvergiftung bei einem Studenten, wo nach anfänglichem Wohlbefinden plötzlich die schwersten Erscheinungen einsetzten. Es kann also eine längere Latenzzeit der Vergiftung vorausgehen, wie sie im allgemeinen nur bei Vergiftung mit salpetriger Säure auftritt. Als Nebenbefund erwähnt Cahn die Anwesenheit von Zucker im Urin, einen Befund den auch Burckhardt⁸⁾ angibt.

Es kommt, wenn auch selten, vor, daß diesen Kloakengasvergiftungen mehr oder minder langdauernde Geisteskrankheiten folgen können, wie Harbord in einem Falle beobachtete. Nachdem der Patient aus der Somnolenz erwacht war, trat eine Geistesstörung in Form einer Dementia auf, die einige Wochen anhielt. Sie äußerte sich in mangelnder Gedankenproduktion und Komplikation, läppischem Wesen, das von Gemüts- und Sinneserregungen unterbrochen war. Zwei solche Fälle von Geistesgestörtheit beschreibt auch Wighesworth⁶⁾ im Anschluß an eine reine Schwefelwasserstoffvergiftung. Der eine Arbeiter hatte zuerst maniakalische Erregungszustände mit nachfolgender tiefer Depression. Er sprach nur, wenn er angeredet wurde und starrte dauernd teilnahmslos vor sich hin. Dieser Zustand dauerte einige Monate, und dann bekam der Patient plötzlich Verfolgungswahnideen, wobei er gegen seine Umgebung tötlich vorging. Nach einem Jahr besserte sich der Zustand, wenn auch immer wieder allerdings weniger heftige Erregungszustände von Zeit zu Zeit auftraten. Bei dem anderen Arbeiter äußerte sich die geistige Störung in Größenwahnideen und Anfällen von religiösem Wahn. Nach einem halben Jahr erfolgte die Heilung.

Zu erwähnen ist noch, daß im Gefolge einer Kloakengasvergiftung die Weilsche Krankheit auftreten kann (s. oben erwähnte Fälle aus

der Ugeskrift for Lægers⁶⁴⁾ und bei Stirl). Seitdem wir wissen, daß die Weil-Spirochäten in den Ratten leben, diese Ratten also als Parasiten-träger gelten und die Erreger mit dem Urin in die Kanaljauche abgehen, seitdem wir weiter wissen, daß die Spirochäten zum mindesten in die intakte Schleimhaut eindringen können, ist mit dieser Erkrankung bei allen Kanalarbeitern zu rechnen, zumal die Ratten im Gegensatz zum Menschen gegen das Gas eine Immunität zu erlangen scheinen.

Es sei hinzugefügt, daß die Empfindlichkeit des Menschen für Schwefelwasserstoff nach jeder, auch der leichtesten Vergiftung, immer mehr zunimmt.

Pathologische Anatomie.

Die pathologisch-anatomischen Veränderungen an Leichen Kloakengasvergifteter sind gering und lassen eine genaue Diagnosestellung aus dem Befunde nicht zu. Hankel hat ein genaues Obduktionsprotokoll seines Falles veröffentlicht und sagt selbst bei der kritischen Besprechung, daß der Befund ein durchaus negativer sei. Immerhin sind einige Befunde, die teilweise für typisch gehalten werden, anzuführen. Hankel konnte eine starke Fäulnis der Leiche nicht feststellen, allerdings war die Leiche gefroren. Blumenstock dagegen hält gerade die schnell eintretende Fäulnis für charakteristisch und zwar wie bei Ertrunkenen von oben nach unten beginnend. Seine drei obduzierten Leichen waren nach 48—72 Stunden bereits derart in Fäulnis übergegangen, wie sie eigentlich erst in heißen Sommertagen nach einigen Tagen auftritt. Ebenso nennt Schmidtmann³¹⁾ die Leichenfäulnis bei Kloakengasvergiftung charakteristisch. Auch Harnack²⁸⁾ hält die grünliche Verfärbung der Eingeweide, die durch die Bauchdecke durchschimmern, für eines der beiden für die Schwefelwasserstoffvergiftung typischen Merkmale. Dagegen erwähnen Eulenberg, Guerard, Letheby und Harbordt diese Erscheinungen nicht, im Gegenteil, Harbordt betont gerade, daß die Leiche nicht gefault sei, trotz bestehender Hitze. Kobert sagt, die grünliche Verfärbung des Gehirns und des Blutes sei bei sofortiger Sektion nicht vorhanden, trete aber nach einiger Zeit ein und sei dann charakteristisch.

Des weiteren wird von der Mehrzahl der Beobachter die ausgeprägte Leichenstarre als charakteristisch angesehen, wenigstens Harbordt, Thierling und Schmidtmann erwähnen sie, Hankel will sie als charakteristisch nicht anerkennen, auch Letheby erwähnt sie nicht.

Nach Eulenberg soll die äußere Haut eigentümlich livid verfärbt sein, nach Hankel ist sie blaßgelb, namentlich waren die Lippen auffallend blaß.

Von allen Autoren und ebenso in dem Sektionsprotokoll bei den Akten der Berufsgenossenschaft usw. wird ein Befund bestätigt, nämlich die Beschaffenheit des Blutes: es ist tief dunkelrot und flüssig. Die Blut-

körperchen sollen sehr schnell zerfallen (Blumenstock, Casper, Eulenberg l. c.). Dagegen wird dieser Befund von Hankel, Kobert, Schmidtman n u. a. nicht erwähnt. Hankel will auch das Flüssigbleiben des Blutes nicht als charakteristisch anerkennen, es komme bei raschen Todesfällen gewöhnlich vor. Bei der spektroskopischen Untersuchung des Blutes geben einige Autoren an, daß man den Streifen des Sulfhämoglobins im Hirnblut nachweisen könne, dagegen sagt Kobert, daß man bei sofortiger Untersuchung das Sulfhämoglobin nicht einmal in Spuren finde. Später könne es auftreten, aber dann sei der Befund nicht mehr zu verwerten, weil es nicht entschieden werden könne, ob das Sulfhämoglobin infolge der Vergiftung oder infolge der Fäulnis eingetreten sei. Genau so verhält es sich mit dem chemischen Nachweis durch die Caro-Fischersche Reaktion oder die von Král angegebene, wenn der chemische Nachweis auch zehnmals so empfindlich ist, wie der spektroskopische.

Weiterhin wird auf den Lungenbefund und auf den Blutreichtum der Organe, namentlich Milz, Leber und Nieren hingewiesen. Schon Lehmann erwähnt bei seinen Tierversuchen das Lungenödem und diese Erscheinung ist vielfach bestätigt worden (Kossatz u. a.). Hankel dagegen will diesen Befund nicht bemerkt haben.

Blumenstock betont, daß bei der Kloakengasvergiftung selten eine reine Schwefelwasserstoffvergiftung vorläge, sondern meist sei der Betreffende ertrunken oder zeige neben der Vergiftung Erstickungserscheinungen, wie schaumige Flüssigkeit im Kehlkopf, Hyperämie und Ödem der Lungen. Diese Anschauung wird auch von Brouardel bestätigt, indem er sagt, daß man bei der Sektion Kloakengasvergifteter gar nichts fände, wenn man nicht eben auf Zeichen des Ertrinkens und der Erstickung stieße.

Magnanimi⁴⁶⁾ verweist auf Nierenveränderungen: die Glomeruli sind injiziert, die Bowman'schen Kapsel ist erweitert, die Harnkanälchen sind mit braunem Blutgerinnsel gefüllt, die Epithelien sind im Stadium der trüben Schwellung. Aber er sagt selbst, diese Erscheinungen hätten keinen differentialdiagnostischen Wert, seien aber immerhin zu beachten. Einzelne Autoren, Macke⁴⁴⁾, u. a. bemerkten subpleurale Ecchymosen bei Schwefelwasserstoffvergiftungen. Der vielfach erwähnte typische Geruch ist nicht immer bestätigt und bei faulen Leichen nicht zu verwerten.

Gerichtsärztliche Diagnose.

Die dem Tode vorangegangenen Krankheitserscheinungen spielen bei Kloakengasvergiftung für den Gerichtsarzt eine untergeordnete Rolle. Oft fehlen sie ganz, denn vielfach werden die Betroffenen von den giftigen Gasen überrascht, so daß sie ohnmächtig oder bewußtlos niederstürzen und bald darauf sterben. Wenn aber Beobachtungen an

Kranken vorliegen, so sind die Symptome in ihrer Mannigfaltigkeit viel zu unbestimmt, um aus ihnen die Kloakengasvergiftung mit Sicherheit diagnostizieren zu können.

Auch aus der Leichenöffnung läßt sich nach dem oben Wiedergegebenen keine sichere Diagnose der Kloakengasvergiftung stellen. Immerhin können aber die Befunde bei sonst negativem Sektionsergebnis den Verdacht der Vergiftung nahelegen.

Auch die Analyse der Leichenteile gibt keine brauchbaren Anhaltspunkte, da der spektroskopische und chemische Nachweis des Sulfhämoglobins bei sofortiger Untersuchung nicht gelingt. Wird die Untersuchung nach einiger Zeit vorgenommen, so kann man das Sulfhämoglobin zuweilen nachweisen, aber dann läßt sich nicht mehr entscheiden, ob es nicht durch die beginnende Fäulnis, bei der sich ja immer Schwefelwasserstoff bildet, entstanden ist. Deshalb lehnt Floret¹⁶⁾ die chemisch-spektroskopische Untersuchung des Blutes in einem Gutachten bei reiner Schwefelwasserstoffvergiftung als überflüssig und nicht zum Ziele führend ab.

Dagegen sind die äußeren Umstände bei Verdacht auf Kloakengasvergiftung sehr wichtig. Denn der Fundort des Erkrankten oder Verunglückten in einer Abortgrube oder in einem Kanalisationsschacht machen die Kloakengasvergiftung sehr wahrscheinlich. In einer Abortgrube ist kaum eine andere Todesmöglichkeit anzunehmen, als die Kloakengasvergiftung, es sei denn, daß der betreffende Mensch in der sauerstoffarmen Luft erstickt ist. Darüber werden aber immer die Zeugenaussagen Aufschluß geben, die bei der Vergiftung alle den Schwefelwasserstoffgeruch angeben werden. Schwieriger wird die Entscheidung, wenn es sich um einen Unglücksfall in einem Kanal handelt. Denn hier können z. B. durch giftige Fabrikabwässer und Rohrbrüche der Gasleitung auch aus anderen Gründen Vergiftungen entstehen. Wenn durch genaue Erhebungen und eventuelle Untersuchung auf CO diese Momente ausgeschaltet sind, so kommen differentialdiagnostisch nur noch Kohlen säurevergiftung oder Erstickung in sauerstoffarmer Atmosphäre in Betracht. Wenn aber festgestellt wird, daß irgendwo in der Nähe die Kanalwasser sich gestaut haben, so ist die Kloakengasvergiftung sehr wahrscheinlich. Die endgültige Bestätigung des Verdachteten werden Luftanalysen ergeben.

Therapie und Prophylaxe.

Über die Therapie ist wenig zu sagen. Möglichst schnelle Zuführung frischer Luft, künstliche Atmung, reichliche Einatmung von Sauerstoff, Entfernung der beschmutzten Kleidungsstücke sind die wesentlichsten Maßnahmen. Dabei sollen die Helfer vorsichtig arbeiten, weil sie selbst leicht durch die aus den Kleidern strömenden Gase vergiftet werden können. Als Antidot wird Chlorwasser innerlich empfohlen oder vorsichtiges Einatmenlassen von reinem Chlor (v. Boltzen-

stern u. a.). Harbordt will in der Verabreichung von Chloral spezifische Wirkung gesehen haben. Reichlicher Genuß von Branntwein nach Wiederkehr des Bewußtseins soll günstig wirken.

Dagegen kann eine gute Prophylaxe die Vergiftungen sehr einschränken. Vor allen Dingen ist dazu eine ausgiebige Lüftung der Kloaken und Kanalisationschächte notwendig, bevor sie betreten werden dürfen. In Frankreich hat man auf chemischem Wege den Schwefelwasserstoff zu entfernen gesucht. Laut gesetzlicher Vorschrift muß die Fäkalmasse vor der Ausleerung einer Grube mit Eisensulfat, und zwar 5 kg auf 1 cbm, innig gemischt werden. Dadurch wird der Schwefelwasserstoff gebunden und Schwefeleisen fällt aus. Diese Methode soll gute Erfolge gehabt haben, was von Brouardel allerdings bestritten wird. Denn dieses Eisenvitriol komme nicht überall mit dem Schwefelwasserstoff in Berührung, und gerade das Umrühren sei außerordentlich gefährlich, weil dadurch die Gase erst recht in die über den Fäkalien stehende Luft gelangen.

Weiter wird empfohlen, brennende Gegenstände in die Grube usw. zu lassen, einmal um zu sehen, ob so viel Sauerstoff vorhanden ist, daß das Licht brennen kann (nach Giemsa, l. c., allerdings ein nicht ausreichendes Prüfungsmittel, er schlägt vor, Tiere hinabzulassen, um festzustellen, ob diese in der gefährlichen Atmosphäre leben können), und zweitens, um einen Luftstrom zu erzeugen, der die Gase ableitet (v. Boltenstern⁴). Die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke schreiben Eingießen von Wasser durch Kannen mit Brausen vor. Niemals soll der Arbeiter in die Gruben und Kanäle hinabsteigen, ohne an ein Seil angebunden zu sein, an dem er gegebenen Falles sofort herausgezogen werden kann. Um überhaupt das Einatmen der giftigen Gase zu vermeiden, müssen Rauchhelme oder Respiratoren verwendet werden. Hallersbach²⁸) gibt einen solchen Respirator an, der feuchtes Eisenoxyd enthält. Am besten sind die Drägerschen Selbstretter. Die während des Krieges verwendeten Gasmasken gegen die Kampfgase sind unbrauchbar, da sie nur gegen stark nebelnde Gase Schutz gewähren.

Brix und Hüppe*) verlangen, 1., daß die Entleerungen nur in der kühleren Jahreszeit (Oktober bis April) vorgenommen werden; 2. wegen mangelnder Kontrolle darf bei Nacht überhaupt nicht gearbeitet werden; 3. sollen die übelriechenden Massen sofort an einen unschädlichen Ort abgefahren werden.

Die erste Forderung hat ihren Grund darin, daß die Giftigkeit der Kloakengase von Barometerschwankungen und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft abhängig sein soll — eine von den Franzosen vertretene Anschauung.

Die chronische Vergiftung.

Letheby, Hun, Clemens⁹) u. a. haben chronische Kloakengasvergiftungen beschrieben, aber die einzelnen Angaben sind äußerst verschieden, weil der Begriff „Mephitis“ einfach ein Sammelname für alle Erkrankungen der Kloakenarbeiter war, so daß unter diesem Namen eine Reihe von Krankheiten aufgezählt wurden, die sicher keine chronischen Vergiftungen waren. Im allgemeinen klagen die Patienten bei chronischer Vergiftung über Abgeschlagenheit, Kopfschmerz, Neuralgien, Schwindelgefühl und Ohnmachten. Die Darmtätigkeit ist gestört. Es wechseln Stuhlverhaltung und Diarrhöen mit schneiden-

*) Brix und Hüppe, Zeitschr. f. allgem. Gewerbehyg. 8. 1889.

den Schmerzen im Leibe. Die Eblust ist geschwunden und die Kranken leiden an starkem Brechreiz. Chronische Augenkatarrhe gehören nicht zu den Seltenheiten (Rambousek). Die Haut wird blaß und neigt zu Furunculose. Clemens beobachtete eine solche Furunkelepidemie nach Genuß von schwefelwasserstoffhaltigem Wasser. Vielfach ist Hautjucken beobachtet. Bei längerer Dauer kann der Herzmuskel schwer geschädigt werden (Drehschmidt und Leppmann¹²). Die Oligæmia montana Eulenberg's dürfte wohl Ankylostomiasis gewesen sein.

Heute ist die chronische Vergiftung wenigstens in Deutschland völlig verschwunden und durch die Gesetzgebung, durch die Einführung der Kanalisation, Verbesserung der Grubenentleerung, erkranken die Kanalarbeiter nicht häufiger als andre Arbeiter auch. Prausnitz⁵⁴) hat für die Münchner Kanalarbeiter durchschnittlich 3,1 Erkrankungstage im Jahre berechnet.

Schlußsätze.

1. Kloakengase entstehen bei der Eiweißfäulnis in luftabgeschlossenen Gruben usw., jedoch werden nach dem Sprachgebrauch auch die in den Kanälen gelegentlich auftretenden Fäulnisgase als Kloakengase bezeichnet.

2. Bei plötzlichen Asphyxien und Todesfällen in Gruben und Kanälen ist auch mit der Sauerstoffarmut der Atmungsluft zu rechnen.

3. Das wirksame Agens bei der Kloakengasvergiftung ist der Schwefelwasserstoff. Es ist deshalb

4. die Kloakengasvergiftung als eine Schwefelwasserstoffvergiftung aufzufassen.

5. Die Kloakengase sind wegen ihres hohen Schwefelwasserstoffgehaltes außerordentlich gefährlich, da die tödliche Dosis des Schwefelwasserstoffes 0,14–0,15% beträgt.

6. Die Kloakengasvergiftungen sind häufiger, als bisher bekannt geworden ist.

7. Aus den Symptomen und dem pathologisch-anatomischen Befund läßt sich mit Sicherheit die Kloakengasvergiftung nicht feststellen. Deswegen ist für die gerichtsärztliche Diagnosestellung die Berücksichtigung der äußeren Umstände besonders wichtig.

8. Gut durchgeführte Schutzmaßnahmen können die Kloakengasvergiftungen sehr einschränken.

Literatur.

¹) Amelung, Inaug.-Diss. Marburg 1858. — ²) Blumenstock, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. u. öff. Sanitätsw. 18, n. F. 1873. — ³) Böhm, Handbuch der Intoxikationen in Ziemssens Handbuch d. speziellen Pathologie und Thera-

pie. Leipzig 1865. — ⁴) Boltens Stern, v., Die Vergiftungen. Leipzig 1902. — ⁵) Brouardel, Les Asphyxies. Paris 1896. — ⁶) Burckhardt, Korrespbl. f. Schweiz. Ärzte **33**. 1903. — ⁷) Cahn, Dtsch. Arch. f. klin. Med. **34**. 1884. — ⁸) Casper, cit. nach Thierling. — ⁹) Clemens, Zeitschr. f. rationelle Med. von Henle und Pfeuffer **8**. 1849. — ¹⁰) Deichstetter, Friedreichsblätter f. gerichtl. Med. u. San.-Polizei, **47** u. **48**. 1896/97. — ¹¹) Dietrich, Handb. d. Sachverständigen-Tätigkeit 7-Teil 1. 1909. — ¹²) Drehschmidt-Leppmann, Ärztliche Sachverständigen-Zeitung **21**. 1915. — ¹³) Eulenberg, Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens. Berlin 1882. — ¹⁴) Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen. Braunschweig 1865. — ¹⁵) Falk, Dtsch. Klinik. 1864-1865: cit. nach Falk, s. d. — ¹⁶) Finkelnburg, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. u. öff. Sanitätsw. **20**, n. F. 1874. — ¹⁷) Floret, Zentralbl. f. Gewerbehyg. **1**. 1913. — ¹⁸) Froschauer, Wien. med. Presse 1882. — ¹⁹) Fürst, Über den Tod durch giftige Gase. Berlin 1901. — ²⁰) Gaultier de Glaubry, Ann. d'hyg. **2**. 32: cit. nach Hankel, s. d. — ²¹) (a) Gesundheitsingenieur **36**. 1913. — ²¹) (b) Gesundheitsingenieur **37**. 1914. — ²²) Giemsa, Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. **10**. 1906. — ²³) Guérard, cit. nach Harbordt, Berl. klin. Wochenschr. 1871. — ²⁴) Greulich, Inaug.-Diss. Würzburg 1893. — ²⁵) Hallé und Chevallier, cit. nach Hankel, s. d. — ²⁶) Hallersbach, Zentralbl. f. Gewerbehyg. **23**. 1917. — ²⁷) Harbordt, Berl. klin. Wochenschr. 1871. — ²⁸) Harnack, Ärztl. Sachverst.-Zeit. **3**. 1897. — ²⁹) Hankel, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. u. öff. Sanitätsw. **5**, n. F. 1893. — ³⁰) Hirt, Gewerbekrankheiten in Ziemssens Handbuch d. spez. Pathologie u. Therapie. Leipzig 1874. — ³¹) Hirt, Die Krankheiten der Arbeiter. Breslau 1871. — ³²) Hoppe-Seyler, Zentralbl. f. med. Wissensch. 1863. — ³³) Hun, Phil. med. Times. 1867. — ³⁴) Kaufmann, Handbuch der Unfall Medizin. Stuttgart 1907. 3. Aufl. — ³⁵) Kaufmann-Rosenthal, Arch. f. Anat., Physiol. u. wissenschaftl. Med. 1874. — ³⁶) Kirchner, Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl. **38**. 1895. — ³⁷) Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen. Bd. I u. II. 2. Aufl. 1902. — ³⁸) Kossatz, Inaug.-Diss. Breslau 1872. — ³⁹) Kwi-
lecki, Inaug.-Diss. Würzburg 1890. — ⁴⁰) Laborde, Cpt. rend. de la soc. de biol. **3**. 3. Serie. 1886. — ⁴¹) Lehmann, Arch. f. Hyg. **14**. 1893. — ⁴²) Lehmann, Arch. f. Hyg. **18**. 1897. — ⁴³) Letheby, The Lancet. 1861. — ⁴⁴) Macke, Zeitschr. f. med. Beamte. **12**. 1899. — ⁴⁵) Mader, Wien. klin. Blätter: cit. nach Deichstetter, Friedreichsblätter f. gerichtl. Med. u. San.-Polizei **47** u. **48**. 1896/98. — ⁴⁶) Magnanimiti, cit. nach der Zeitschr. f. Medizinalbeamte **23**. 1910. — ⁴⁷) Nierzythka, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. u. öff. Sanitätsw. **43**, 3. F. 1912. — ⁴⁸) Oliver, Diseases of occupation. London 1908. — ⁴⁹) Oliver, The Lancet. 1903. — ⁵⁰) Orfila, Toxikologie. Paris 1843. 4. Aufl. — ⁵¹) Peyron, Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. 1886, 3. Ser. — ⁵²) Pohl, Arch. f. exp. Pathol. u. Therapie. 1887. — ⁵³) Popper, Lehrbuch der Arbeiterkrankheiten. Stuttgart 1882: cit. nach Deichstetter, Friedreichsblätter f. gerichtl. Med. u. San.-Polizei **47** u. **48**. 1896/97. — ⁵⁴) Prausnitz, Arch. f. Hyg. **12**. 1891. — ⁵⁵) Presse méd. 1902. — ⁵⁶) Preyer, Die Blutkrystalle. Jena 1871. — ⁵⁷) Rambousek, Zeitschr. f. Gewerbehyg. usw. **6**. 1902. — ⁵⁸) Rambousek, Gewerbliche Vergiftungen. Leipzig 1911. — ⁵⁹) Rubner, Gruber und Ficker, Handb. d. Hygiene. Bd. IV. Leipzig 1912. — ⁶⁰) Schaffner, Verhandl. d. chem. physiol. Ges. in Würzburg. 1869. — ⁶¹) Schmidtman, Handbuch der gerichtl. Medizin. Bd. 1. 9. Aufl. 1905. — ⁶²) Stirl, Dtsch. med. Wochenschr. 1889. — ⁶³) Thierling, Inaug.-Diss. Breslau 1879. — ⁶⁴) Ugeskrift for Laeger in Schmidts Jahrbuch **105**. 1860. — ⁶⁵) Uschinsky, H. Zeitschr. f. physiol. Chem. **17**. 1893. — ⁶⁶) Wighelesworth, Brit. med. Journ. 1892. — ⁶⁷) Zeitschr. f. allg. Gesundheitspfl. **6**. 1889.