MEDIZINISCHE
TOXIKOLOGIE

EIN LEHRBUCH FÜR ÄRZTE, APOTHEKER
UND CHEMIKER

VON

DR. PHIL. ET MED. HERMANN FÜHNER
PROFESSOR DER PHARMAKOLOGIE
AN DER UNIVERSITÄT BONN

1943

GEORG THIEME / VERLAG / LEIPZIG

. . . 268
. . . 269
. . . 270
. . . 271
. . . 273
. . . 276
. . . 277
. . . 277
. . . 278

. . . 279

Allgemeine Toxikologie

Vergiftungen, Gift

Stellt man dem Begriff Pharmakologie den der **Toxikologie** gegenüber, so bedeutet der erste die Lehre von der Wirkung der Arzneimittel, der andere die von der Wirkung der Gifte, d. h. den Vergiftungen.

Vergiftungen (Intoxikationen) sind durch **„Gifte"** hervorgerufene Funktionsstörungen des lebenden Organismus, also Krankheiten, die entweder Wiederherstellung, dauerndes Siechtum oder den Tod zur Folge haben. Das Gift kann dabei dem Körper von außen zugeführt oder in ihm selbst erzeugt werden. Im letzteren Falle spricht man von einer Autointoxikation. Eine solche ist z. B. die Thyreotoxikose, bedingt durch übermäßige Bildung von Schilddrüsenstoffen.

Bei einer tödlichen Vergiftung kann entweder Mord, Selbstmord oder Unglücksfall („Verunglückung") vorliegen.

Für die **strafrechtliche Beurteilung** erscheinen Vergiftungen als vorsätzliche oder fahrlässige Tötungen oder Körperverletzungen. Neben der Einzelgefährdung durch „Gift oder andere Stoffe, welche die Gesundheit zu zerstören geeignet sind" (§ 229), kennt das Deutsche Reichsstrafgesetzbuch in den §§ 324—326 die Verwendung von Gift als sogenanntes gemeingefährliches Verbrechen durch Brunnenvergiftung und Verbreiten giftiger Sachen. Dieser Sondertatbestand der Vergiftung unterscheidet sich von der Tötung und Körperverletzung dadurch, daß der Tod und die Gesundheitsbeschädigung nicht eingetreten zu sein braucht, und von einer versuchten Tötung dadurch, daß für den Täter nicht der Vorsatz zu töten, sondern nur die Absicht der Gesundheitsbeschädigung erforderlich ist. Die Tatbestände der Brunnenvergiftung, des Verbreitens vergifteter Sachen und der Vergiftung im engeren Sinne verlangen eine klare Auslegung des Begriffes Gift. Für gesondert geregelte Einzelgebiete hat die Gesetzgebung den Sinn von Bezeichnungen wie „hochgiftige Stoffe" (Verordnung über die Schädlingsbekämpfung mit hochgiftigen Stoffen) und „giftfrei" (Gesetz betreffend Verwendung gesundheitsschädlicher Farben) durch Einzelaufzählung abschließend bestimmt.

Die einfache Definition: Gifte sind lebenschädigende Stoffe, bedarf weiterer Ausführung und Ergänzung. Kein Stoff ist ein Gift

an sich. Ein bestimmter Stoff kann zum „Gifte" dadurch werden, daß er einem Individuum beigebracht, „gegeben" wird, und dieser Begriff des „Gebens" (früher „Vergebens") liegt sprachlich in dem Worte Gift.

„Gift" ist ein relativer Begriff, dem der Begriff „Heilmittel" gegenübersteht. Sind die Funktionsänderungen, die ein bestimmter Stoff, etwa Arsenik, in einem Individuum herbeiführt, schädlicher Art, so liegt eine Giftwirkung vor, sind sie nützlich, eine Arzneiwirkung. Dieselbe Substanz kann also, je nach Menge und Wirkung, zum Arzneimittel (Heilmittel) oder zum Gifte werden. Unwesentlich für die **medizinisch-naturwissenschaftliche Giftdefinition** erscheint, daß eine Substanz wie Arsenik schon in kleinen Mengen schädlich wirkt, oder daß sie etwa körperfremd ist. Das lebensnotwendige Kochsalz, in großer Menge aufgenommen, wird zum tödlichen Gift, und ebenso reines Wasser, das in die Blutbahn eingespritzt wird. Während die Wirkung der meisten Gifte eine „chemische" ist, bezeichnet man die wasserentziehende Wirkung des Kochsalzes und die die Blutkörperchen auflösende Wirkung des destillierten Wassers als „physikalisch-chemische" Wirkungen. Dagegen ist die Anämie verursachende Wirkung des Radiums eine rein „physikalische", bedingt durch Aussendung von Strahlen. In Erweiterung einer Definition von Jacobj[1]) kann man demnach sagen: „Gift ist jeder Stoff (Substanz), sobald er durch Wirksamwerden seiner chemischen, physikalisch-chemischen oder physikalischen Kräfte, unter Ausschluß grob mechanischer Kraft, auf die Lebensvorgänge eines Individuums schädigend einwirkt."

Diese Definition scheidet rein mechanische Wirkungen wie etwa die schneidende Wirkung von Glas aus. Stoffe wie zerstoßenes Glas wurden früher als „mechanische Gifte" bezeichnet, können aber, wenn überhaupt, höchstens eine „Körperverletzung", keine „Vergiftung" herbeiführen.

Es lassen sich also chemische Gifte (Typ Arsenik), physikalisch-chemische Gifte (Typ Kochsalz) und physikalische Gifte (Typ Radium) unterscheiden.

Diese medizinische Giftdefinition bedarf für das **Strafrecht** einer Einschränkung dahin, daß „Gift" jeder Stoff ist, „sobald er in verhältnismäßig kleiner Menge die Lebensvorgänge schädigt und gefährdet". Die Gefährdung bezieht sich auf Vergiftungsversuche mit unzulänglichen Mitteln, etwa Beibringung metallischen Quecksilbers. Strafrechtlich einer Vergiftung gleichzusetzen ist die absichtliche

[1]) C. Jacobj, Definition des Begriffes „Gift". Sammlung von Vergiftungsfällen. Bd. 2, 1931, C 4. Vgl. hierzu: D. Behrens, Der forensische Begriff des Giftes. Ebenda, Bd. 7, 1936, C 32.

Beibringung von Krankheitserregern: Bakterien (Typhus, Cholera, Diphtherie, Tetanus) oder Würmern (Trichinen). Diese organisierten lebenden Krankheitserreger sind keine „Stoffe" und demnach auch keine „Gifte", sie enthalten oder erzeugen aber solche.

Giftmenge, -aufnahme und -ausscheidung

Für jede Giftwirkung ist einerseits die Menge des Giftes, andererseits die Form, in der es zur Einwirkung gelangt, und der Ort der Einwirkung und Aufnahme in den Körper maßgebend.

Eine für den Menschen pro Kilogramm Körpergewicht krankmachende (toxische) und tödliche (letale) Dose eines bestimmten Giftes läßt sich nur ungefähr, nie genau angeben. Bei Giften, die als Arzneimittel gebraucht werden, gibt die **Maximaldose** des „Arzneibuches" einen Anhalt dafür, welche Menge im allgemeinen ohne Gefahr verabreicht werden kann. Doch gilt dies durchaus nicht für alle Maximalgaben des Deutschen Arzneibuches (6. Ausgabe 1926) in gleicher Weise. Hier ist z. B. die Einzelmaximalgabe für das g-Strophanthin auf 1 mg festgesetzt. Innerlich ist diese Menge überhaupt kaum wirksam. Sie ist anscheinend für die übliche intravenöse Zufuhr bestimmt, kann aber hier am krankhaft veränderten und namentlich mit Digitalis vorbehandelten Herzen leicht tödlich wirken. Weiter kann die Maximalgabe eines Arzneimittels für den erwachsenen Menschen, z. B. 5 mg Strychninnitrat, beim Kinde schon zu tödlicher Vergiftung führen. Aber selbst die hundert-, ja die tausendfache Menge der Maximalgabe, also etwa mehrere Gramm Arsenik, wirken innerlich nicht tödlich, wenn, was vorkommen kann, das Gift durch bald einsetzendes Erbrechen wieder vollständig aus dem Magen entfernt wird. Auch kann ein Gift wie das Strychnin zusammen mit medizinischer Kohle als „Gegengift" in mehrfach tödlicher Gabe innerlich ohne Schaden genommen werden. Wichtig ist auch, ob ein Gift in den leeren oder mit Speisen gefüllten Magen gelangt. Der Mageninhalt verdünnt das Gift und verzögert oder vermindert seine Wirkung.

Auch die **Form,** in der ein Gift in den Magen oder die anderen Körperorgane gelangt, ist für die Wirkung wichtig. Eine in Wasser nur langsam lösliche Substanz wie Arsenik wirkt, in Form eines groben Pulvers in den Magen gebracht, bei gleicher Dose schwächer als eine Arseniklösung. Der Magen resorbiert rein wasserlösliche Stoffe wie die arsenige Säure überhaupt schlecht; ihre Aufnahme erfolgt vorzugsweise erst im Dünndarm, während lipoidlösliche Stoffe wie Alkohol und die organischen Säuren auch schon im Magen resorbierbar sind.

Überall leicht resorbiert wird z. B. auch das lipoidlösliche Sublimat. Sublimatpastillen haben wiederholt beim Einlegen in die weibliche Scheide zu tödlichen, rasch verlaufenden Vergiftungen geführt. Leicht erfolgt die Gift- wie die Arzneiaufnahme vom Mastdarm aus. Bei der früher üblichen Wurmkur mit Tabakaufgüssen als Klistier sind tödliche Nikotinvergiftungen vorgekommen. Auch von der Schleimhaut der Harnblase aus können Gifte, z. B. Lokalanästhetika, in tödlicher Menge resorbiert werden. Durch die fettgetränkte unverletzte Körperhaut dringen gut nur fettlösliche Substanzen wie Benzol, Nitrobenzol, Nikotin in den Körper ein; dagegen werden von Wundflächen aus alle Gifte leicht aufgenommen.

Die meisten Gifte wirken rascher und in geringerer Menge, wenn sie in Lösung unter die Haut oder in die Muskulatur eingespritzt, als wenn sie innerlich verabreicht werden. Die rascheste Wirkung wird durch Einspritzung in die Venen erzielt, und bei Giften, welche im Magen-Darmkanal leicht zersetzt werden, wie Adrenalin oder Lobelin, ist die intravenöse Injektion auch die wirksamste. Einer subkutanen oder intramuskulären, unter Umständen intravenösen Einspritzung kommt die Einwirkung von vergifteten Waffen (Giftpfeilen) nahe. Besonders rasche Einwirkung kann auch durch Einatmung gas- oder dampfförmiger Gifte zustande kommen, z. B. durch Einatmung von Blausäuredampf. Bei diesen Giftwirkungen handelt es sich um **resorptive Wirkungen,** die sich erst geltend machen, wenn die Substanzen durch das zirkulierende Blut an die giftempfindlichen Stellen des Körpers gelangt sind. Ihnen stehen die **lokalen Wirkungen** gegenüber, die sich in erster Linie am Orte der Einwirkung zeigen, z. B. bei Einatmung der Kampfstoffe in der Lunge oder beim Trinken von Säuren und Laugen an den Schleimhäuten von Mund, Speiseröhre und Magen, während die resorptiven Wirkungen zurücktreten. Diese lokalen Wirkungen, sobald sie durch „Ätzwirkung" zur Zellzerstörung (Nekrose) geführt haben, sind naturgemäß nicht mehr **reversibel,** während sonst die Mehrzahl der Giftwirkungen reversibel ist und somit bei Vergiftungen die Möglichkeit der Wiederherstellung besteht.

Praktisch wasserunlösliche Stoffe galten früher als ungiftig, und zwar rechnete man zu diesen ungiftigen Stoffen Paraffin, Bariumsulfat, Gesteinstaub, Kohle. Von diesen Stoffen ist nach neueren Erfahrungen die Kohle und von Gesteinstäuben der des Kalksteins bei Einatmung in feiner Verteilung ungiftig. Der Staub von kieselsäure-(quarz-)haltigem Gestein und von Silikaten wie Asbest dagegen macht bei der Einatmung zwar eine sehr langsam verlaufende, aber bei den meisten Menschen auftretende Vergiftung. Der äußerst fein verteilte, in die Lungenalveolen gelangende Staub wirkt hier zunächst auf Grund

seiner Oberflächenbeschaffenheit als „physikalisches Gift", später durch in Lösung gehende Kieselsäure auch als „chemisches Gift". Als physikalisches Gift wirkt auch flüssiges Paraffin, wenn es in kleinen Mengen lange Zeit hindurch in die Lungen aspiriert wird, und ebenso Bariumsulfat, sobald es bei Röntgenaufnahmen durch eine Perforationsöffnung in die Bauchhöhle gelangt. Handelt es sich bei diesen „physikalischen Giftwirkungen" um lokale Wirkungen an den Stellen der Aufnahme, so wirkt das wasserunlösliche Bariumkarbonat oder Bleikarbonat resorptiv nach Auflösung in der Salzsäure des Magens.

Neben der Menge eines Giftes ist die **Konzentration** seiner Lösung wichtig, in der es einwirkt. „Ätzwirkungen" kommen nur durch stärkere Lösungen der Gifte zustande. Eine weitgehend verdünnte Schwefelsäure kann, ohne akut schädliche Wirkung, als Limonade getrunken werden.

Bei manchen Giften (vgl. Kampfstoffe) spielt neben der wirksamen Konzentration auch die Zeitdauer ihrer Einwirkung eine maßgebende Rolle.

Die wichtigsten **Ausscheidungsorgane** für in den Körper gelangte Gifte sind der Magen-Darmkanal und die Nieren. Dies gilt nicht nur für innerlich zugeführte Stoffe, sondern auch für solche, die subkutan oder intravenös beigebracht werden. Ein bekanntes Beispiel ist das Morphin, das bei subkutaner Injektion in den Magen ausgeschieden und im Vergiftungsfalle durch Magenspülung entfernt werden kann. Manche Gifte, die rasch durch die Nieren ausgeschieden werden, wie die Kalisalze oder das Kurarin des südamerikanischen Pfeilgiftes Kurare, sind innerlich, bei normaler Nierenfunktion, kaum schädlich. Bei verhinderter Ausscheidung durch die Nieren, bei Nierenerkrankung, werden derartige Substanzen auch innerlich wirksam. Nicht wenige Gifte gehen in die Milch über und auf diesem Wege können Säuglinge mit Alkohol, Schlafmitteln, Morphin, Nikotin u. a. vergiftet werden. Wie die Schweißdrüsen ist auch die Haut selbst als Ausscheidungsorgan, z. B. für Brom, Jod, Arsen, Silber, wichtig.

Neben den gasförmigen Stoffen, die durch die Lungen aufgenommen und in der Hauptmenge auch durch sie wieder ausgeschieden werden, gelangen auch innerlich zugeführte flüchtige Stoffe wie Alkohol, Phenole, ätherische Öle, allerdings meist in nur geringer Menge, durch die Lungen zur Ausscheidung.

Die Ausscheidung der Gifte erfolgt teils in unveränderter, häufiger in chemisch veränderter Form aus dem Körper. Mit der Formveränderung ist meist eine Entgiftung verbunden, z. B. wenn die hochgiftige Blausäure durch Schwefelanlagerung in die wenig giftige Rhodanwasserstoffsäure umgewandelt wird, die Phenole und andere

Substanzen mit Schwefelsäure oder Glykuronsäure „gepaart" werden. Giftiger wird dagegen der Methylalkohol durch seine Oxydation im Körper zu Formaldehyd und Ameisensäure.

Giftempfindlichkeit und -gewöhnung

Vergiftungen verlaufen qualitativ und quantitativ bei jedem Menschen anders. Die Angaben des Buches in seinem Hauptteil stellen darum nur Regelfälle dar. Vielen Giften gegenüber zeigt der **kindliche** Organismus, auf das Kilogramm Körpergewicht berechnet, etwa die gleiche Empfindlichkeit wie der des Erwachsenen. Manche Schlafmittel, z. B. Adalin, werden von Kindern in besonders hohen Gaben vertragen. Dagegen ist eine gesteigerte Empfindlichkeit des Kindes gegen Abkochung von Mohnköpfen, Opium und Morphin hervorzuheben.

Abgesehen von besonderer Empfindlichkeit Giften gegenüber durch die erwähnte Erkrankung von Ausscheidungsorganen (Nieren, auch Leber), kommt eine individuelle **Überempfindlichkeit**, auch Allergie genannt, vor, die man, sofern sie angeboren ist, als Idiosynkrasie, sofern sie durch „Sensibilisierung", d. h. durch wiederholte Einwirkung von „Antigenen" erworben ist, als Anaphylaxie zu bezeichnen pflegt. Angeborene, nicht selten ererbte Idiosynkrasie, abgesehen von einer solchen gegen Nahrungsmittel wie Krebse, Eier, Erdbeeren, Honig, kommt häufig gegen Chinin und Jod vor; Anaphylaxie z. B. gegen Ephedrin, Luminal, Salvarsan, Quecksilberverbindungen, und namentlich gegen artfremdes Eiweiß bei parenteraler Zufuhr, — toxikologisch wichtig für die Anwendung der Heilsera gegen Botulismus und Schlangengift. Die Zufuhr eines Antigens führt zu „Antikörperbildung", einem Zustand der Sensibilisierung, bei dem erneute spätere Gaben des gleichen Antigens das klinische Bild der „allergischen Reaktion" oder des „anaphylaktischen Schocks" auslösen können, einem vielleicht durch das Freiwerden von Histamin bedingten, schweren Kollaps, der namentlich bei wiederholter Injektion von Heilserum derselben Tierart gesehen wurde. Leichtere Schocksymptome sind Niesen, Schnupfen, Heiserkeit, Asthma, Erbrechen, Herzklopfen, Urtikaria, Ödeme von Haut und Schleimhäuten, Kopfschmerzen, Erregungszustände, Temperatursteigerung.

Die Überempfindlichkeit gegen Gifte kann eine vorübergehende Erscheinung sein und z. B. bei Frauen sich nur während der Menstruation oder der Schwangerschaft zeigen. Auch kann sie durch „Desensibilisierung", d. h. mit sehr kleinen Dosen beginnende und sehr

langsam ansteigende Giftzufuhr, unter Umständen beseitigt werden. Manche Überempfindlichkeit läßt sich auch durch Kalktherapie vermindern. Erwähnt sei, daß umgekehrt die Empfindlichkeit des Herzens gegen Digitaliskörper bei vorausgegangener Kalkbehandlung zunimmt. Bei dieser Wirkungsverstärkung von Digitalisglykosiden durch Kalksalze spricht man von einem **Synergismus** der Gifte. Andere Beispiele für dieses Zusammenwirken von Giften, dem hohe praktische Bedeutung zukommt, sind das von Zyanamid oder von Anilin mit Alkohol. Das entgegengesetzte Verhalten, der **Antagonismus** der Gifte, ist bei der Therapie der Vergiftungen zu besprechen.

Auch eine gesteigerte Resistenz gegen Gifte, **Giftfestigkeit,** Immunität kann sowohl angeboren wie erworben sein. Abgesehen von der praktisch wichtigen „Gewöhnung" an hohe Gaben von Bakteriengiften, Schlangengift und anderen tierischen Giften, die durch Antikörperbildung die Herstellung der Heilsera ermöglicht, gibt es eine Gewöhnung an steigende Gaben namentlich der narkotischen Gifte, die zwar nicht zu auffälliger Bildung von „Antikörpern" führt, aber durch allmähliche Anpassung eine Resistenz gegen Gaben zeitigt, die für den Nichtgewöhnten tödlich sind. Bekannte Beispiele solcher mit **Giftsucht** (Toxikomanie) verbundener Giftgewöhnung sind der Alkoholismus, die Schlafmittelsucht, Morphinismus und Kokainismus. Bei plötzlicher Entziehung der Gewohnheitsgifte können „Abstinenzerscheinungen" (Kollaps) auftreten. Einen Sonderfall stellt die Gewöhnung an Arsenik bei den „Arsenikessern" dar, bei denen sich lediglich eine lokale Darmimmunität, keine Steigerung der Allgemeinresistenz ausbildet.

Verlauf der Vergiftungen

Man unterscheidet zwischen **akuten,** d. h. schnell verlaufenden, und **chronischen,** d. h. langsam verlaufenden Vergiftungen. Eine „subakute" Vergiftung zeigt mäßig schnellen Verlauf. Während akute Vergiftungen durch hohe Einzelgaben herbeigeführt werden, ist für chronische Vergiftungen charakteristisch, daß sie sich ausbilden durch Einwirkung von Giftdosen, die, jede einzeln, schwach oder gar nicht wirksam erscheinen. Damit hängt es zusammen, daß die chronischen Vergiftungen ganz andere Symptome aufweisen können als die akuten. Das Bild der chronischen Arsenvergiftung z. B. wird beherrscht von Erscheinungen seitens der Haut (Melanosen, Hyperkeratosen), wobei die Giftaufnahme so langsam erfolgen kann, daß die für die akute Vergiftung charakteristischen Erscheinungen am Magen-Darmkanal wegfallen.

für die meisten anorganischen Gifte ist ein **chemischer.** Außer dem im Vorwort genannten Lehrbuch der chemischen Toxikologie von J. Gadamer vermitteln zahlreiche andere Lehrbücher[1]) die Kenntnis dieser Methoden. Manche Gifte, welche den Blutfarbstoff verändern, lassen sich **physikalisch** durch das Spektroskop nachweisen[2]). Wird der Tod durch Teile von Giftpflanzen wie Tollkirschenbeeren, Bilsenkraut- oder Stechapfelsamen, Giftpilze oder auch durch Gifttiere wie die Kanthariden verursacht, so kann die **botanisch-** bzw. **zoologisch-**mikroskopische Untersuchung durch einen entsprechenden Fachvertreter die Giftquelle ermitteln. Viele Pflanzengifte, vor allem Alkaloide und Glykoside, können zwar in reinem Zustand leicht chemisch charakterisiert werden; aber beim Versuch ihrer Isolierung aus Leichenteilen haften den meist nur geringen vorhandenen Substanzmengen Verunreinigungen so fest an, daß der chemische Nachweis unsicher wird oder ganz versagt. In solchen Fällen kann oft noch der **pharmakologische** Nachweis durch den Tierversuch[3]) mit Erfolg durchgeführt werden. Näheres über die im Einzelfalle in Betracht kommenden Proben wird bei der Besprechung der einzelnen Gifte erwähnt.

Verhütung der Vergiftungen

Die Verhütung (Prophylaxe) der Vergiftungen gehört zu den wichtigsten Berufspflichten des Arztes, und er hat hierzu viel häufiger Gelegenheit als zu ihrer therapeutischen Behandlung. Der Prophylaxe dient die Aufklärung und Belehrung über die Vergiftungsmöglichkeiten. Der Arzt mag hierbei dem Laien das vom Reichsgesundheitsamt herausgegebene Gesundheitsbüchlein (18. Auflage, Berlin 1940) in die Hand drücken und die zum gleichen Zwecke verfaßten „Merkblätter", aus denen die über das Kohlenoxyd, die Pilze und die Kreuzotter hervorgehoben seien. Für den Arzt selbst sind die „ärztlichen Merkblätter über berufliche Erkrankungen" bestimmt.

Ein besonders wichtiges Kapitel für den Arzt bilden die **medizinalen Vergiftungen** und deren Verhütung. Jedes wirksame Arzneimittel

[1]) W. Autenrieth, Auffindung der Gifte. Tübingen 1923. — H. Lieb, in: Reuter, Lieb und Weyrich, Gifte und Vergiftungen in der gerichtlichen Medizin. Berlin und Wien 1938. — R. Fischer, in: v. Neureiter, Pietrusky und Schütt, Handwörterbuch der gerichtlichen Medizin, S. 285. Berlin 1940.

[2]) O. Schmidt, Forensische Blutuntersuchung. Ebenda S. 220.

[3]) H. Fühner, Nachweis und Bestimmung von Giften auf pharmakologischem Wege. In: Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. IV, Teil 7. Berlin und Wien 1922.

ist bekanntlich in bestimmter Dose ein Gift. Wird die vom Arzt verordnete Gabe vom Kranken nicht vertragen, sei es durch seine Überempfindlichkeit, sei es durch ihre Überdosierung, so kommt es zu medizinaler Vergiftung. Gegen die Überdosierung der offizinellen Arzneimittel bilden die Maximaldosen des Deutschen Arzneibuches einen Schutzwall, der aber versagen muß, wenn der Arzt bei seiner Rezeptverschreibung nicht eine genaue Gebrauchsanweisung mit Einzeldosen angibt, oder wenn er für Kinder die Gaben für Erwachsene setzt. Der Schutzwall der Maximaldosen fehlt auch bei den zahlreichen, täglich neu auftauchenden Arzneimitteln der chemischen Industrie, die darum in ihrer Dosierung mit größter Vorsicht anzuwenden sind. Zur Prophylaxe der Vergiftung gehört auch das leserliche Verschreiben der Rezepte und die Warnung vor Verwechslung der Arzneimittel beim Verschreiben, z. B. von Hydrargyrum chloratum (Kalomel) mit bichloratum (Sublimat) in der Verordnung am Auge oder von Barium sulfuricum zu Röntgenaufnahmen mit dem Enthaarungsmittel Barium sulfuratum. Auf die Gefahr der Vergiftung von Kindern durch unvorsichtig aufbewahrte Arzneimittel (z. B. Schlaftabletten, Sublimatpastillen) wurde schon bei der Besprechung der Vergiftungsmöglichkeiten hingewiesen.

Zur Vermeidung von **Vergiftungen im Haushalt** sei noch die Gefahr undichter Schornsteine hervorgehoben, die zu akuter und chronischer Kohlenoxydvergiftung führen können, in gleicher Weise wie undichte Gasleitungsröhren am Gasherd. Auch ist zu erinnern an die Möglichkeit von Vergiftungen durch Kohlenoxyd und Kohlensäure aus ungenügend abgeleiteten Verbrennungsgasen in Gasbadeöfen. Zur Verhütung von Bleivergiftungen müssen die Glasuren von Kochgeräten besonderen Vorschriften genügen. Lebensmittel unterstehen, zur Vermeidung bakterieller Infektionen, sorgfältiger Kontrolle. Doch immer wieder entstehen Lebensmittelvergiftungen etwa durch unvorschriftsmäßig gebrauchte Enteneier, oder durch im Haushalt selbst mangelhaft konserviertes Fleisch und Gemüse. Hingewiesen sei dann hier noch auf die häufigen Pilzvergiftungen durch Verwechslung von Giftpilzen mit eßbaren Pilzen, auf Verwechslung von Schierling oder Hundspetersilie mit echter Petersilie, auf die von Tollkirschen- und anderen Giftbeeren mit eßbaren Früchten. Zu warnen ist weiter vor unvorsichtiger Aufbewahrung von Kleesalz, Ungeziefermitteln, Ätz- und anderen Giften mitten unter Speisen und Getränken, so z. B. von Formalinlösung unter Schnäpsen. Vorsicht ist erforderlich beim Gebrauch von Tintenstiften.

Durch entsprechende Gesetzgebung, Aufklärung der Arbeiter und ärztliche Überwachung der Gewerbebetriebe ist die Prophylaxe der

gewerblichen Vergiftungen in Deutschland sicherlich heute weit vorgeschritten. Immerhin kommen noch jeden Tag gewerbliche Vergiftungen vor, sei es durch neue, in ihren Eigenschaften ungenügend bekannte chemische Stoffe, sei es durch Unachtsamkeit und Nachlässigkeit der Arbeiter, sei es durch unvorhergesehene Ereignisse, etwa Explosionen. Weitgehenden Schutz beim Arbeiten mit gasförmigen Giften gewähren Abzüge, die Anwendung entsprechender Industriegasmasken und Sauerstoffapparate; Schutz der Augen durch gutschließende Brillen, des Körpers durch Schutzanzüge. Wichtig ist für Gewerbebetriebe das Bereitstellen von „Gegengiftkästen", die in verschiedener Ausführung im Handel sind.

Große Bedeutung für die Einschränkung der Gewöhnung an die Genußgifte hat das Betäubungsmittelgesetz erlangt. Noch wichtiger erscheint das möglichste Vermeiden der Verschreibung von Kokain und der Opiate durch die Ärzte und ihr Ersatz durch weniger gefährliche örtliche und zentrale Betäubungsmittel. Auch die Gesetze über den Verkauf von Giften und dessen Erschwerung vermindern sicherlich nicht nur die Zahl der Selbstmorde durch Gift, sondern sogar die Giftmorde. Dagegen bestehen in Deutschland zur Zeit nur unzureichende Gesetze zur Vermeidung der akuten und chronischen Alkohol- und Nikotinvergiftung.

Behandlung der Vergiftungen

In der Therapie der Vergiftungen unterscheidet man eine kausale (ätiotrope), gegen die Vergiftungsursache gerichtete Behandlung, von der symptomatischen. Während letztere die Vergiftungserscheinungen bekämpft und in erster Linie Atmung und Kreislauf zu stützen versucht, besteht die Hauptaufgabe der kausalen Therapie darin, das aufgenommene Gift durch chemische Bindung oder Neutralisation unschädlich zu machen und es möglichst rasch und vollständig aus dem Körper zu entfernen.

Ist das Gift bekannt, so ist die Behandlung nach den Angaben im Hauptteil des Buches durchzuführen. In manchen Fällen läßt sich dann eine spezifische Therapie durchführen, ein spezifisches „Gegengift" (Antidot) anwenden, wie z. B. bei der Vergiftung durch Fluoride, Oxalsäure oder die Oxalate der Kalk, bei löslichen Barium- oder Bleiverbindungen Natriumsulfat, bei Phosphor Kupfersulfat, bei Blausäure und den Zyaniden das Natriumthiosulfat, bei Muskarin das Atropin, bei Bakterientoxinen das entsprechende Antitoxin. Viel häufiger wird das einwirkende Gift nicht bekannt sein, so daß sowohl

entstehende Leukoverbindung des Farbstoffes bildet das Ferrieisen des Hämiglobins in das atmungsfähige Ferroeisen des Hämoglobins zurück. Auch andere toxische Zyanosen reagieren oft rasch auf die Thioninzufuhr.

Einteilung der Gifte

Man kann die „Gifte und ihre Wirkungen", wie es im Hauptteil des Buches geschieht, chemisch-naturwissenschaftlich einteilen in anorganische Gifte (Nichtmetalle und Metalle), organische Gifte (Kohlenstoffverbindungen), Pflanzengifte (Giftpflanzen) und Tiergifte (Gifttiere); oder man kann sie, im Hinblick auf die überwiegend hervortretenden Organschädigungen, medizinisch-klinisch einteilen zunächst in Gifte mit hauptsächlich **lokaler** und solche mit hauptsächlich **resorptiver Wirkung.** Bei den Giften mit resorptiver Wirkung lassen sich dann unterscheiden: Blutgifte, Magen-Darmgifte, Lebergifte, Nierengifte, Herzgifte, Nervengifte, Augengifte, Gebärmuttergifte, krebserzeugende Gifte. In dieses Schema eingereiht sollen die wichtigsten Gifte hier kurz aufgezählt werden.

Bei den Giften mit vorwiegend lokaler Wirkung, die sich an Haut und Schleimhäuten zumeist als entzündliche Rötung und Schwellung, weiter als Blasenbildung, schließlich als Gewebstod (Nekrose) äußert, muß man solche unterscheiden, die, wie viele Ätzgifte, rasch und unmittelbar gewebsschädigend wirken, und andere, die, mit oft langer Latenzzeit, erst auf dem Umwege über eine Gefäßwandschädigung sekundär zur Gewebsschädigung führen, Stoffe, die man als Kapillargifte zusammenfaßt. Sowohl die Kapillargifte wie die Ätzgifte können allgemeine **Zellgifte (Protoplasmagifte)** sein, die imstande sind, mit oder ohne vorausgegangene Reizwirkung, lebende Zellen abzutöten. Bei dieser Zellvergiftung kann es sich primär um eine Schädigung der Zellfermente handeln **(„Fermentgifte")**. Neuerdings hat man die lokal wirkenden Gifte darin zu unterscheiden versucht, ob sie bei ihrer Einwirkung auf die äußere Haut Histamin frei machen oder nicht.

Zu den **Ätzgiften** gehören von anorganischen Substanzen die Halogene Fluor, Chlor, Brom und Jod; ihre Wasserstoffverbindungen Flußsäure und Salzsäure; weiter das gasförmige Schwefeldioxyd und die Schwefelsäure; nitrose Gase und Salpetersäure; Arsentrichlorid, die Phenylarsinchloride, denen sich die andern chemischen Kampfstoffe z. T. anschließen. Von Metallsalzen, die oft zu Verätzungen führen, seien Quecksilberchlorid (Sublimat) und Zinkchlorid hervorgehoben. Als Alkalien sind Ammoniak, als Dampf und in wäßriger Lösung, weiter Kali- und Natronlauge neben dem Ätzkalk zu nennen. Von organischen

Quecksilber

Quecksilber, Hg, das einzige, bei Zimmertemperatur flüssige Metall, siedet bei 360°, verdampft aber schon bei niedrigen Temperaturen so reichlich, daß sein Dampf, eingeatmet, zum gefährlichen Gifte wird. Metallisches Quecksilber selbst stellt darum bei seiner so vielseitigen Verwendung die wichtigste Quelle chronischer Quecksilbervergiftung, des Merkurialismus, dar.

Bei den Salzen unterscheidet man zwischen Merkuroverbindungen mit einwertigem Hg und Merkuriverbindungen mit zweiwertigem Metall. Die gewerblich wichtigste Merkuroverbindung ist das Quecksilbernitrat, das vorwiegend chronische Quecksilbervergiftung verursacht, während akute Quecksilbervergiftung am häufigsten durch Sublimat, das Merkurichlorid, zustande kommt. In Form der rot gefärbten Sublimatpastillen hat es, namentlich bei Frauen, häufig zu Selbstmorden gedient, zu denen seltener die gleichfalls leicht zugänglichen, blau gefärbten Pastillen aus Quecksilberoxyzyanid Verwendung fanden. Vorwiegend medizinale Vergiftungen sind mit dem wasserunlöslichen Kalomel (Merkurochlorid), dem ebenso wasserunlöslichen weißen Präzipitat (Merkuriammoniumchlorid), dem gelben Präzipitat (Merkurioxyd), dem roten Quecksilberjodid und den modernen wasserlöslichen organischen Quecksilberverbindungen wie Novasurol und Salyrgan zustande gekommen. Letzteren stellen sich die praktisch wichtigen Saatbeizmittel Tillantin, Uspulun u. a. und als Sprengstoff das Knallquecksilber an die Seite. Vergiftungen von Chemikern sind durch die flüchtigen, besonders gefährlichen Verbindungen Quecksilberdimethyl und -diäthyl vorgekommen. Von allen Quecksilberverbindungen ist allein das im Körper unlösliche, in der Natur vorkommende rote Quecksilbersulfid, der Zinnober, ungiftig, während das durch Schwefelwasserstoffällung entstehende schwarze Quecksilbersulfid etwas löslich ist und zu lokaler Entzündung führen kann.

Vergiftungsmöglichkeiten. Metallisches Quecksilber wurde früher pfundweise gegen Ileus in den Magen eingeführt ohne Vergiftungswirkung. Sogar die in Selbstmordabsicht von einer Krankenschwester intravenös eingespritzte Menge von 2 ccm, d. h. etwa 27 g des Metalls, blieb jahrelang bis zum Tode (an Lungentuberkulose) in der Hauptmenge im rechten Herzen liegen und hat nur ab und zu leichte Quecksilberstörungen veranlaßt. Gefährlicher ist, wenn etwa aus einem im Darm abgebrochenen Thermometer Quecksilberkügelchen ins Gewebe eingepreßt und allmählich resorbiert werden. Alles kommt für die Resorption des Metalls auf seine Verteilung bzw. seine Oberflächengröße

an. Diese ist nun sehr bedeutend in der offizinellen grauen Quecksilbersalbe, Unguentum Hydrargyri cinereum, die, in die Haut eingerieben, nicht nur therapeutischen Erfolg hat, sondern auch verschiedene Grade der Vergiftung hervorrufen kann. Die feinste Verteilung des Metalls ist in Form des Dampfes gegeben und so führt dieser schon bei verhältnismäßig geringem Quecksilbergehalt der Luft unter täglicher Einatmung von $^1/_{10}$—1 mg Hg bei Disponierten zu chronischer Vergiftung. Eine besondere Überempfindlichkeit gegen das Metall gehört aber dazu, daß geringere Quecksilbermengen, also $^1/_{100}$—$^1/_{1000}$ mg täglich, etwa aus Amalgamplomben der Zähne, zu charakteristischen Vergiftungserscheinungen führen. In der menschlichen Nahrung werden täglich bis 10 γ Hg (= $^{10}/_{1000}$ mg) regelmäßig aufgenommen und in Kot und Harn wieder ausgeschieden. Dagegen werden im Harn und noch mehr im Kot von beruflich mit Quecksilber Beschäftigten durchschnittlich Milligramme täglich ausgeschieden, wobei viele Menschen oft jahrelang keine Krankheitserscheinungen aufweisen, trotzdem sie Quecksilberträger sind und das Metall an verschiedenen Stellen in Tropfenform gespeichert haben. Aus diesen Depots kann es bei ihrer Mobilisierung zu plötzlicher Vergiftung kommen.

Besonders gefährdet sind Arbeiter in Quecksilbergruben. Die Gefahren des Spiegelbelegens mit Zinnamalgam sind in Deutschland schon lange durch die Einführung der Silberspiegel beseitigt. Auch die Feuervergoldung mit Goldamalgam, die sogar zu akuter Vergiftung durch Einatmung heißer Quecksilberdämpfe führen konnte, ist heute als Gefahr gering. Akute Vergiftung durch Quecksilberdampf kommt vor beim Zerspringen heißer Quecksilberdampflampen (Höhensonnen), bei Quecksilberturbinen und elektrischen Transformatoren, beim Verbrennen der als gefährliches Kinderspielzeug bekannten „Pharaoschlangen", die aus Merkurirhodanid bestehen, und der Explosion von Knallquecksilber, dem Quecksilbersalz der Knallsäure (Karbyloxim CN–OH), das zur Herstellung von Zündhütchen dient.

Da das flüssige Quecksilber steigende Anwendung als Sperrflüssigkeit findet für alle möglichen physikalischen und chemischen Apparate, weiter in Quecksilberpumpen, Blutdruckmessern, Thermometern und Barometern und vielen anderen Geräten, ist die Möglichkeit einer Einatmung von Quecksilberdampf und damit chronische Quecksilbervergiftung beim Gebrauch dieser Geräte und ihrer Herstellung außerordentlich häufig gegeben. Hervorgehoben sei das oft sehr unvorsichtige Umgehen mit Quecksilber bei Physikern und Chemikern, aber auch bei Zahnärzten und ihren Gehilfen (Herstellung und Verarbeitung von Amalgamen, d. h. Quecksilberlegierungen).

Quecksilberverbindungen können, in Staubform eingeatmet, zu meist chronisch verlaufenden Vergiftungen führen. **Merkuronitrat,** $HgNO_3$, dient in Lösung zum Beizen der Hasenhaare, deren Oberfläche dadurch rauh und zur Verfilzung geeignet wird. In der Haarhutindustrie sind darum chronische Quecksilbervergiftungen häufig. Erwähnt sei, daß in frischem Filz mehrere Prozente, im fertigen Filzhut immerhin noch etwa $^1/_2$% Hg enthalten ist.

Große Vorsicht erfordert das Beizen von Getreidesaatgut mit den gebräuchlichen Quecksilberverbindungen (Fusatin, Germisan, Segetan, Tillantin, Uspulun u. a.), von denen z. B. das Uspulun eine Chlorphenolquecksilberverbindung darstellt. Die Behandlung des Getreides geschieht zur Bekämpfung von Pilzerkrankungen, wie auch Holz durch Tränken mit Sublimatlösung („Kyanisierung") haltbar gemacht wird.

Merkurichlorid, $HgCl_2$, Hydrargyrum bichloratum, Quecksilberchlorid, Sublimat, bildet farblose, schwere kristallinische Massen, die sich in 16 Teilen Wasser, etwa ebenso leicht in Äther und schon in 3 Teilen Weingeist lösen. Mit Kochsalz bildet es ein komplexes Salz (in den Sublimatpastillen), das in Wasser leichter löslich ist als Sublimat selbst und in seinen Lösungen weniger ätzt. Sublimat gehört zu den stärksten Ätzgiften. Eine Sublimatpastille, bei leerem Magen verschluckt, kann zur Durchlöcherung der Magenwand führen. Sublimat durchdringt, in Zusammenhang mit seiner Lipoidlöslichkeit, besonders leicht die Gewebe und führt, etwa als Sublimatpastille zur Verhütung der Konzeption oder zur Fruchtabtreibung in die Scheide eingelegt, auf diesem Wege fast ebenso rasch zu tödlicher Vergiftung wie innerlich. Wegen der leichten Resorption können medizinale Vergiftungen durch desinfizierende Gebärmutterspülungen mit der üblichen Lösung 1:1000 zustande kommen. Auch Sublimatsalben, gegen Krätze angewandt, und Sublimatlösungen gegen Filzläuse haben schon tödliche Vergiftung verursacht.

Findet Sublimat in Form der leicht zugänglichen Pastillen als Selbstmordmittel häufige Verwendung, so sind Morde mit dem Gifte selten, einfach aus dem Grunde, weil der auch in großer Verdünnung wahrnehmbare, charakteristische Metallgeschmack der Quecksilbersalzlösungen vor ihrer Aufnahme warnt. Doch wurden die schön rosaroten Pastillen schon von Kindern verschluckt. Nicht selten begegnet man Quecksilberüberempfindlichen, die beim Gebrauch von Sublimatlösungen zur Händedesinfektion Ekzeme bekommen.

Wie erwähnt besitzt auch das offizinelle **Merkurioxyzyanid,** $Hg(CN)_2 + HgO$, Hydrargyrum oxycyanatum, hauptsächlich als Selbstmordmittel toxikologische Bedeutung. Vergiftungen mit diesem in

seinen Lösungen nur wenig dissoziierten Komplexsalz verlaufen trotzdem kaum anders als Sublimatvergiftungen. Zyanidwirkung kann sich neben der Quecksilberwirkung geltend machen.

Neben der oben genannten grauen Salbe, die nicht nur metallisches Quecksilber, sondern auch fettsaure Quecksilbersalze enthält, kommen als Mittel zur therapeutischen Behandlung der Syphilis außer dem wasserlöslichen Sublimat und der organischen Verbindung **Novasurol** die wasserunlöslichen Verbindungen **Merkurisalizylsäure,** als Hydrargyrum salicylicum offizinell, Merkurijodid und Merkurochlorid in Frage, die alle auch schon medizinale Vergiftungen verursacht haben.

Merkurochlorid, HgCl, Hydrargyrum chloratum, Quecksilberchlorür, Kalomel, bildet ein weißes Pulver und ist in Wasser und Weingeist unlöslich, gelangt aber aus den therapeutisch angelegten Depots und auch innerlich, wenn es nicht durch die Abführwirkung bald aus dem Darm entfernt wird, langsam zur Resorption. Aus Kalomelpulvern mit Zucker (nicht mit Milchzucker) soll Sublimat im Darm entstehen. Resorbiertes Kalomel wirkt diuretisch, kann aber, namentlich bei geschädigten Nieren, toxisch wirken, gleichwie die modernen Quecksilberdiuretika **Novurit** und **Salyrgan.** Kalomel, auch in der besonders feinen Verteilung des „Dampfkalomel", Hydrargyrum chloratum vapore paratum, therapeutisch ins Auge gebracht, wirkt nicht ätzend; doch ist vor der Verwechslung mit dem ätzenden Sublimat dringend zu warnen und ist weiter gleichzeitige innerliche Jodtherapie gefährlich, weil sich lokal im Auge ätzendes Merkurijodid bildet. Das rote, wasserunlösliche **Merkurijodid,** HgJ_2, löst sich leicht unter Bildung einer Komplexverbindung (Kaliumquecksilberjodid) in Jodkalilösung und diese Lösung wurde früher innerlich (Ricordsche Lösung) als Antisyphilitikum verabreicht.

In Salbenform wird therapeutisch häufig der „weiße Präzipitat", **Merkuriammoniumchlorid,** $HgClNH_2$, angewandt. Doch kann schon die 5%ige, gegen Sommersprossen übliche Salbe bei längerer Anwendung chronische Quecksilbervergiftung herbeiführen.

Giftigkeit, Aufnahme, Ausscheidung. Wie erwähnt, ist damit zu rechnen, daß Milligramme von metallischem Quecksilber, in Dampfform eingeatmet, früher oder später zu chronischer Vergiftung führen. Angeborene und häufiger erworbene Überempfindlichkeit (Allergie) gegen Quecksilber und seine Verbindungen sind nicht selten.

Gaben von 0,1—0,2 g Sublimat gelten als toxische, 0,5 g innerlich oder in die Scheide eingeführt als tödliche Gabe. Vom Oxyzyanid liegen die Mengen höher. Kalomel wird als Abführmittel in Dosen von 0,2 bis 0,5 g verabreicht. Todesfälle wurden nach Grammdosen beobachtet,

aber auch schon nach Dezigrammgaben, sofern die Abführwirkung ausblieb. Namentlich längere Zeit hindurch als Diuretikum gegebene Dezigrammdosen oder Zentigramme als Cholagogum machen nicht selten subakute Quecksilbervergiftung. Wie schon das Beispiel von Merkuri- und Merkurochlorid zeigt, sind die Merkuroverbindungen weniger giftig als die erstgenannten.

Die Quecksilberaufnahme erfolgt, wie aus dem früher Gesagten ersichtlich, leicht durch die Atemwege, die unverletzte Haut, den Magen-Darmkanal, die Harnwege (Blasenspülungen!) und Genitalorgane. Im Dünndarm resorbiertes Quecksilber wird zum Teil durch den Dickdarm, zum Teil durch die Nieren wieder ausgeschieden. Daneben erfolgt Ausscheidung durch Speichel, Milch, Galle, zugleich aber auch Speicherung im Körper, so daß nach Quecksilberkuren etwa mit grauer Salbe noch lange Zeit Quecksilber im Körper nachzuweisen ist und durch geeignete Maßnahmen im Kot und Harn zur Ausscheidung gebracht werden kann.

Akute Quecksilbervergiftung. Nach Einatmung größerer Mengen von Quecksilberdampf können bald Metallgeschmack im Munde, Übelkeit und Erbrechen, Leibschmerzen und blutige Durchfälle auftreten. Diese, oder Schädigung der Nieren mit Eiweiß und Blut im Harn, führen selten in den ersten Tagen, gewöhnlich erst nach längerer Erkrankung zum Tode oder zur Genesung. Den gleichen Verlauf zeigt meist die akute Quecksilbervergiftung durch Einnehmen von Sublimat oder anderen löslichen Quecksilberverbindungen. Nur ausnahmsweise bildet die Sublimatverätzung die Todesursache, wobei unter Glottisödem, Aspirationspneumonie oder Schock der Tod schon am ersten Tage eintreten kann.

Häufiger sind Fälle, in denen, begünstigt durch leeren Magen, die Resorption des Sublimats so schnell erfolgt, daß unter Blutdrucksenkung und Herzschwäche der Tod nach 2—3 Tagen eintritt.

In der Regel beobachtet man bald nach dem Trinken einer Sublimatlösung mit ihrem widerlichen Metallgeschmack Brennen in Speiseröhre und Magen, Übelkeit, Erbrechen anfänglich schleimiger, später blutiger Massen, Leibschmerzen, Tenesmen, Durchfälle, die durch sich bildendes Quecksilbersulfid schwarz (bei Kalomel grün) sein können, bald schleimig-blutig werden und an Ruhr denken lassen. Einer anfänglich vermehrten Diurese folgt meist Abnahme der Harnmenge mit Eiweiß- und Blutausscheidung, und, als besonders gefürchtet, Anurie mit nachfolgender Urämie. Zieht sich die Vergiftung länger hin, so kann sich als Ausdruck des Quecksilberüberganges in den Speichel, die **Stomatitis mercurialis** ausbilden mit entzündlicher Rötung der Rachenschleimhaut („Lackrachen" Kußmaul) und unter Umständen Geschwürsbildung in Mund und Rachen. Bei Ausbildung der Niereninsuffizienz

erfolgt der Tod meist innerhalb der ersten Woche, während er bei der gastrointestinalen, dysenterischen Verlaufsform mit ständigem Brechdurchfall, schleimig-blutigen Stühlen, Wadenkrämpfen, sich 2 bis 3 Wochen hinziehen kann.

Subakute Quecksilbervergiftung. Stomatitis mercurialis ist auch die auffälligste Erscheinung der subakut verlaufenden Form der Quecksilbervergiftung, wie sie bei den antisyphilitischen Kuren mit grauer Salbe, Injektionen von grauem Öl, Sublimatlösungen u. a. nicht selten gesehen wurde. Außerordentlich gesteigerter Speichelfluß (Ptyalismus) und gesteigerte Diurese, vielleicht auch schon Durchfälle, leiten die Vergiftung ein. Wohl meist nur bei ungenügender Zahn- und Mundpflege nimmt die Stomatitis schwere Formen an, die bis zum nekrotischen Zerfall der Tonsillen, starker Schwellung von Speicheldrüsen und Zunge mit Gefahr des Glottisödems gehen können. Häufig dagegen sieht man Geschwüre am entzündlich geröteten und aufgelockerten Zahnfleisch, in dem die Zähne locker werden, während Kiefernekrosen selten sind. Die lackfarbene Rötung des Rachens kann nach Abheilung der Geschwürsbildung noch lange Zeit bestehenbleiben. Weiter charakterisiert sich die subakute Form durch gastrointestinale Erscheinungen mit Magenkatarrhen und sogar Ausbildung von Magengeschwüren und vor allem durch die Darmerkrankung mit dysenterischen Stühlen. Selten wird Nierenreizung fehlen, mit Eiweiß-, vielleicht auch Blutausscheidung im Harn; auch Quecksilberexantheme kommen vor.

Chronische Quecksilbervergiftung, Merkurialismus, Hydrargyrismus. Während bei der akuten und subakuten Vergiftung durch Quecksilber und seine anorganischen Verbindungen Erscheinungen von seiten des Nervensystems wie Kopfschmerzen, Nervenschmerzen und Zittern zwar vorkommen, aber das Vergiftungsbild nicht beherrschen, treten sie bei der akuten Vergiftung durch die flüchtigen Verbindungen Quecksilberdimethyl und -diäthyl und die flüchtigen Produkte, wie sie bei der Herstellung von Knallquecksilber entstehen, in den Vordergrund und sind für die chronische Quecksilbervergiftung charakteristisch.

Die bei den Kranken nach längerer Quecksilberarbeit beobachteten Vergiftungserscheinungen sind Stirnkopfschmerz, Schwindelanfälle, metallischer Geschmack im Munde, Lockerung und beginnendes Ausfallen der Zähne. Im Verlauf eines Jahres kann bei einem vorher Zahngesunden die Hälfte der Zähne ausfallen und die Anfertigung von Prothesen erforderlich machen. Ein dem Bleisaum ähnlicher Quecksilbersaum aus schwarzem Quecksilbersulfid am Zahnfleisch kommt vor. Hartnäckiger Stockschnupfen, Nasen-, Kiefer- und Stirnhöhleneiterung führen zum Spezialisten und erfordern Kiefer- und Nasenoperationen. Schädigung

des Blutes und damit Anämie ist meist vorhanden. Darmkatarrh mit dysenterischen Stühlen, Nierenreizung mit Albuminurie können gesehen werden, bevor sich die besonders charakteristischen Erscheinungen am Nervensystem, der **Erethismus mercurialis** und der **Tremor mercurialis**, zeigen.

Der merkurielle Erethismus ist ein Zustand nervöser Reizbarkeit, Befangenheit, Schreckhaftigkeit. Beobachtung bei der Arbeit macht ihre Ausführung unmöglich; der kleinste Tadel kann einen Wutanfall auslösen, so daß Quecksilberarbeiter sehr schwierig zu behandeln sind.

Der merkurielle Tremor ist feinschlägig, wird aber durch ausfahrende Bewegungen unterbrochen. Es handelt sich um einen Intentionstremor, der in der Ruhe und im Schlafe fehlt, aber durch eine beabsichtigte Bewegung, etwa beim Ergreifen eines Gegenstandes, verstärkt wird. Sehr auffällig ist die Zitterschrift der Quecksilberkranken. Auch das Sprechen ist erschwert, zitternd, verwaschen, stockend, stammelnd **(Psellismus mercurialis)** und begleitet von Zuckungen um den Mund herum.

Psychische Schwäche, verminderte Aufnahme- und Konzentrationsfähigkeit, Gedächtnisabnahme, Depressionen sind häufig vorhanden. In schweren Fällen können Delirien, Halluzinationen auftreten und der Tod kann unter dem Bilde des Marasmus, an **Kachexia mercurialis**, erfolgen, ein immerhin seltenes Ereignis. Meist sterben die Quecksilberkranken an Infektionskrankheiten (Lungentuberkulose), gegen die sie wenig widerstandsfähig sind, ebenso wie sie meist Intoleranz gegen Alkohol und Tabak aufweisen.

Leichenbefund. Überall, wo ätzende Quecksilberverbindungen direkt mit dem Gewebe in Berührung kommen (z. B. Vagina), zeigen sich weißliche Verschorfungen; beim Verschlucken von Sublimat kann die Schleimhaut von Speiseröhre, Magen und oft noch Dünndarm gleichmäßig grauweiß verätzt sein. Besonders schwere Veränderungen, wie bei der Ruhr, pflegt der Dickdarm aufzuweisen, nämlich Rötung, Schwellung mit Blutungen, Schorfe auf den Schleimhautfalten. Bei der Quecksilbernephrose sieht man herdförmige Nekrosen in den Harnkanälchen und regelmäßig Kalkeinlagerung.

Bei der chronischen Quecksilbervergiftung sind Darm- und Nierenveränderungen kaum ausgebildet.

Nachweis. Bei der akuten Quecksilbervergiftung läßt sich das Metall in Leichenteilen besonders reichlich in Nieren, Leber und Dickdarm nachweisen. Die Kalkinfarkte in der Niere liefern mit Schwefelsäure Gipskristalle. In aus den Organen gewonnenen Quecksilberlösungen bedeckt sich ein blankes Kupferblech mit grauem Quecksilberbeschlag.

Dieser kann durch Erhitzen in einem Röhrchen verdampft und in dem kalten Teil in Tropfenform niedergeschlagen werden. Aus den Quecksilbertröpfchen bildet sich beim Erhitzen mit Jod rotes Quecksilberjodid.

Behandlung. Als erste Hilfe bei Sublimatvergiftung ist reichliches Trinken von Milch oder besser Hühnereiweißlösung zu empfehlen. Besonders gut wird Sublimat von medizinischer Kohle adsorbiert, so daß diese eßlöffelweise, zusammen mit 20—30 g Glaubersalz in Lösung, innerlich zu verabreichen ist. Wo keine starke Ätzwirkung vorliegt, kann Kohle auch zu vorausgehender Magenspülung dienen. Resorbiertes Quecksilber wird, wie andere Metalle, durch intravenöse Zufuhr von Natriumthiosulfat, $Na_2S_2O_3$, zu entgiften versucht. Man setzt es in Mengen von 2—5 g der zu infundierenden 20%igen Trauben- oder Invertzuckerlösung zu, die, wegen des bei Sublimatvergiftung bestehenden Kochsalzmangels, zweckmäßig 5% Natriumchlorid enthält. An Stelle von Natriumthiosulfat ist auch Natriumhyposulfit, früher Natriumhydrosulfit genannt, $Na_2S_2O_4$, und thioessigsaures Strontium, auch Schwefelwasserstoffwasser empfohlen worden. Die intravenöse Kochsalz-Traubenzuckerbehandlung, in ihrer Wirkung verstärkt durch Theobrominnatriumsalizylat, regt zugleich die Diurese an. An die Stelle der früher bei Sublimatanurie versuchten Nierendekapsulation tritt heute schwache Röntgenbestrahlung und Diathermie. Schmerzen und Kreislaufstörung sind symptomatisch zu bekämpfen.

Bei chronischer Quecksilbervergiftung wird die Stomatitis seit langem erfolgreich mit Kali chloricum-Mundspülungen oder auch mit Wasserstoffsuperoxyd behandelt. Die übermäßige Speichelsekretion läßt sich durch Atropin einschränken. Quecksilberdermatitis wird besser durch intravenöse Kalk- als Thiosulfattherapie beeinflußt. Im Körper abgelagertes Quecksilber kann durch innerliche Jodkaligaben mobilisiert und in Harn und Kot zur Ausscheidung gebracht werden; durch Schwefeltherapie (Schwefelbäder) wird es entgiftet, d. h. in HgS umgewandelt. Während Jodbehandlung die Quecksilberausscheidung fördert, wird sie durch Kalkbehandlung gehemmt.

In Wohn- und Arbeitsräumen verschüttetes metallisches Quecksilber kann durch Einstreuen von 5%iger Jodkohle in Spalten und Ritzen des Fußbodens gebunden und am Verdampfen verhindert werden.

Thallium

Thallium, Tl, steht chemisch dem Blei nahe, toxikologisch ist es dem Arsenik, aber auch dem Blei verwandt. Es tritt in seinen Verbindungen zwar einwertig (Thallo-) und dreiwertig (Thalli-Verbindungen)