

(Aus dem Institut für Gerichtliche und Soziale Medizin und aus dem Chemischen
Institut der Universität Königsberg i. Pr.)

Über Thalliumvergiftung.

Von

Prof. Dr. Goroney und Priv.-Doz. Dr. Richard Berg.

Nachdem Thallium in den letzten Jahren nicht nur zu Heilzwecken, sondern auch zur Schädlingsbekämpfung und in gewerblichen Betrieben in ausgedehntem Maße Verwendung gefunden hat, sind nicht nur Unglücksfälle häufiger geworden, sondern es sind auch Selbstmorde und Morde mit Thallium vorgekommen. Damit hat die Thalliumvergiftung gerichtsmedizinisch eine große Bedeutung erlangt.

Als Arzneimittel wurden Thalliumpräparate früher gegen Nachtschweisse und gelegentlich auch gegen Syphilis und gegen Enteritiden gegeben, später als sehr wirksames Enthaarungsmittel bei Haar-erkrankungen. Gewerbliche Vergiftungen kommen vorzugsweise in der Farb- und Glasindustrie vor. In letzter Zeit sind Thalliumpräparate der Öffentlichkeit leicht zugänglich geworden, und zwar als Mittel zur Schädlingsbekämpfung (Ratten- und Mäusegift). Es handelt sich dabei um sog. Zeliopräparate. Dazu gehören Zeliokörner und Zeliopaste¹.

Zwar liegen eine Reihe gut beobachteter Fälle von Vergiftungen beim Menschen vor und auch zahlreiche tierexperimentelle Arbeiten. Es sind jedoch noch manche Fragen wenig geklärt.

¹ Die Zeliopaste ist nicht mit Zahnpaste zu verwechseln, wie das neuerdings geschehen ist. *Misch* und *Baader* haben in den Fortschr. Zahnheilk. erwähnt, daß Thalliumvergiftungen durch thalliumhaltige Zahnpasten zustande kommen können. *Misch* und *Baader* beziehen sich auf ein Referat in der Med. Klin. über eine Demonstration von *Heinichen*, in dem von thalliumhaltiger Zahnpaste die Rede ist. Die Originalarbeit von *Heinichen* in der *Fühnerschen* Sammlung von Vergiftungsfällen ergibt jedoch, daß es sich um Zeliopaste zur Schädlingsbekämpfung handelt.

Die erste tödliche Vergiftung, bei der der Tod nur auf Thallium zurückzuführen war, wurde von *Haberda* beschrieben. Seitdem sind mehrere Fälle hinzugekommen. Die Mehrzahl der Arbeiten befaßt sich mit den klinischen Erscheinungen, so daß in dieser Hinsicht die Thalliumvergiftung recht gut bekannt ist.

Gering sind dagegen unsere Kenntnisse der pathologisch-anatomischen und histologischen Veränderungen beim Menschen; es berichten darüber *Haberda*, *Merkel*, *Nicoletti*, *Fridli* und *Váradí*.

Über den Gehalt der Organe an Thallium machen, abgesehen von Arbeiten mit Tierversuchen, nur *Haberda* und *Fridli* genaue Angaben. Es wird sich zeigen, daß gerade die Verteilung des Thalliums in den Organen noch weitgehende Studien erfordert, da sie von hoher Bedeutung für viele Fragen ist. Die Ausscheidung wird von *Deutsch*, *Fridli*, *Heinichen*, ferner von *Buschke-Peiser-Klopstock* erwähnt.

Ganz besonders schwierig ist noch die Beantwortung der gerichtsärztlich sehr wichtigen Fragen, wann Thallium gereicht wurde und ob einmal oder mehrmals.

Es ist auch nicht endgültig geklärt, ob Thallium in kleinsten Mengen irgendwie zufällig aufgenommen wird und dann als mehr oder weniger bedeutsamer Nebebefund erhoben werden kann. So hat *Timm* bei der Untersuchung eines verendeten wertvollen Pelzzuchttieres Spuren von Thallium ultravioletspektrophotographisch nachgewiesen, es aber dahingestellt sein lassen, ob der Tod des Tieres auf eine Thalliumvergiftung zurückzuführen ist, weil ausreichendes Untersuchungsmaterial nicht zur Verfügung stand. *Timm* genügt offenbar der Nachweis schlechthin nicht für die Annahme einer tödlichen Vergiftung mit Thallium. Im übrigen wird, soweit wir die Literatur übersehen, zur Zeit jeder positive Thalliumbefund als Vergiftung angesprochen. Alte Untersuchungen über die Thalliumaufnahme der Pflanzen (vor 1867, ref. bei *Marmé*) lassen immerhin die Möglichkeit erwägen, daß auf diese Weise Spuren von Thallium in den menschlichen Körper gelangen, ohne daß sie eine wesentliche Wirkung entfalten. Es wäre auch an Thallium als gelegentliche Beimengung bei Medikamenten zu denken (Wismut).

Thallium wird bei der Untersuchung von Leichenteilen anscheinend nicht regelmäßig in Betracht gezogen. Wie Mitteilungen in der Literatur und eigene Erfahrungen zeigen, hat in Fällen, in denen es entscheidend auf die chemische Untersuchung ankam, der mit der Untersuchung beauftragte Chemiker erst nach ausdrücklichem Hinweis, bei einer zweiten Untersuchung, auf Thallium gefahndet (*Haberda*, *Brieger*, *Althoff*) und Thallium dann auch festgestellt (*Haberda*, *Brieger*).

Eine eingehende Durchsicht der Literatur ergibt ferner die Notwendigkeit, zu den *Methoden des Thalliumnachweises* Stellung zu neh-

men. Es hat nämlich z. B. *Schee* bei einem Experiment an einem Huhn etwa das Doppelte der eingeführten Dosis schon bei der Untersuchung eines Teiles der Organe wiedergefunden, was wir beim Zusammenzählen der einzelnen, von *Schee* gefundenen Werte und dem Vergleich mit der eingeführten Dosis ersehen konnten. *Schee* hat diese Feststellung irgendwie als auffällig nicht erwähnt. Wir kommen auf die Methodik dieser Arbeit noch zurück. Andererseits fällt das negative Ergebnis der chemischen Untersuchung auf im Falle *Althoffs*, in dem Thalliumvergiftung aus den klinischen Symptomen in hohem Maße wahrscheinlich war. Ferner ist hier zu erwähnen die Untersuchung von Leichenteilen durch *Lührig* in einem Falle, den *Lubenau* vom medizinischen Standpunkt erörtert hat: „Der Nachweis von Thallium in den Leichenteilen auf chemischem Wege mit Hilfe der bekannten Methoden gelang zwar nicht, da die Fällungsmethoden kleine Mengen Thallium nicht zur Abscheidung bringen, dagegen konnte auf spektroskopischem Wege der Nachweis unter Einhaltung gewisser fester Regeln geführt werden.“

Bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse scheint es daher angebracht, über unsere Erfahrungen zu berichten und einen Fall eingehender mitzuteilen, weil an ihm einige der aufgeworfenen *gerichtlich-medizinisch* wichtigen Fragen erörtert werden können. Im besonderen wird der Nachweis des Thalliums in den Organen und seine Verteilung berücksichtigt. Da neuerdings *Karrenberg* in der Führerschen Sammlung von Vergiftungsfällen einen eingehenden Sammelbericht über die nach *therapeutischer* Verabfolgung von Thalliumsalzen beobachteten klinischen *Nebenerscheinungen* veröffentlicht hat, kann auf diese Arbeit vielfach verwiesen werden.

Es handelt bei uns sich um einen erwachsenen Mann, der plötzlich verstorben ist. Nach der gerichtlichen Leichenöffnung erfolgten ergänzende Untersuchungen. In den Leichenteilen wurde Thallium in beträchtlichen Mengen festgestellt. Die Art der Thalliumaufnahme konnte nicht oder noch nicht geklärt werden. Ein zweiter Fall unserer Beobachtung braucht nur kurz abgehandelt zu werden (s. w. u.).

Der 39jährige, stets gesunde B. betrieb mit seiner Ehefrau eine Hökerei. Am 23. II. 1932 besuchte er abends mit einem Fleischermeister eine Gastwirtschaft und trank dort mehrere Schnäpse und einige Flaschen Bier. Als er gegen 21 Uhr nach Hause kam, war er stark angetrunken, so daß er torkelte. Seiner Ehefrau klagte er über Kältegefühl, was ihr auffiel, da er in ähnlichen Situationen auch bei starker Kälte nicht darüber geklagt hatte. Gleich nach dem Abendbrot legte er sich zu Bett und erbrach. Am nächsten Morgen fühlte er sich krank und blieb etwas länger als gewöhnlich liegen. Nach dem Frühstück ging er ins Dorf, um ausstehende Forderungen einzutreiben. Gegen Mittag fühlte er sich so abgespannt, daß er die Wohnung nicht mehr verließ und sich bald zu Bett legte.

Die Ehefrau sah auf den Wangen erbsengroße rötliche Flecke (vasomotorische Störungen?).

Am nächsten Morgen, am 25. II., stand B. wie gewöhnlich auf und besorgte die Vorbereitungen zu einem geplanten Umzug, ohne Klagen zu äußern. Am Nachmittag gegen 5 Uhr fuhr er mit dem Fahrrad in eine Nachbarortschaft zu einem Bekannten. Dort fiel er plötzlich während eines Gesprächs um, schlug mit dem Kopf auf einen Stuhl und verschied nach kurzem Röcheln. Der sofort hinzugezogene Arzt fand bei eingehender Besichtigung der Leiche ein blau angelaufenes Gesicht und eine 2 cm lange Wunde über der linken Augenbraue, die von dem Fall herrührte. Er empfahl zur Feststellung der Todesursache die Leichenöffnung. Diese hat dann in Verbindung mit ergänzenden Untersuchungen eine akute Thalliumvergiftung ergeben.

Obduktionsbefunde und histologische Untersuchungen.

Am 29. II. 1932, also 3 Tage nach dem Tode, wurde in unserem Falle die *gerichtliche Leichenöffnung* von dem zuständigen Kreisarzt und einem praktischen Arzt vorgenommen. Aus dem Protokoll sei folgendes hervorgehoben. Wir beschreiben hier wie später bei den histologischen Untersuchungen das Wesentliche etwas ausführlicher, da entsprechende Beobachtungen am Menschen, wie schon erwähnt, gering sind und da wir hier nachträglich haben Befunde erheben können, die sich nicht im Protokoll fanden, obwohl sie sehr markant waren.

Körperbau mittelkräftig, Fettpolster mäßig, Muskulatur gut. Dunkelblondes Haupt- und Schamhaar. Sonstige Behaarung nicht beschrieben. Rechte Pupille deutlich größer als die linke, 6 mm weit gegenüber 4 mm links. Harte Hirnhaut mäßig straff gespannt. Im Längsblutleiter etwas flüssiges dunkelrotes Blut und einige speckige Gerinnsel. Weiche Häute zart, mäßig blutreich. Rinde blaß, graurot. Vierhügel blaß. Auf den Schnittflächen wenige abspülbare Blutpunkte. Muskulatur an Brust und Bauch fleischrot. Herz derb und prall, entspricht der geballten Faust der Leiche. Muskulatur braunrot. Kranzschlagadern zart. Innenfläche der Hauptschlagader glatt. Lungen überall elastisch und knisternd. Auf Druck fließt auf der Schnittfläche etwas dunkelrotes Blut hervor. In den Luftröhrenverzweigungen spärlich grauweißer Schleim. Milz derb. Harnblase leer.

Im Magen etwa 100 ccm graurötlicher Speisebrei mit größeren Speisestücken untermischt. Schleimhaut glatt, graurötlich. An einigen Stellen stechnadelkopfgroße dunkelbraune bis schwarze Punkte. Im Zwölffingerdarm wenig schwach gallig gefärbter Schleim. Schleimhaut zart, gelblichweiß. Im Dünndarm reichlich breiiger, graugelber Inhalt. Schleimhaut glatt, grauweiß. Im Dickdarm dickbreiiger hellbrauner Kot, Schleimhaut glatt, graurot.

Die Obduzenten kamen zu folgendem *vorläufigen Gutachten*: „Eine Todesursache konnte nicht festgestellt werden. Irgendeinen Anhaltspunkt für eine Erkrankung ergab die Leichenöffnung nicht. Sämtliche Organe machten einen völlig normalen Eindruck. Auf Befragen des Richters, ob vielleicht eine Vergiftung vorliegen könnte, wird geantwortet, daß dies trotz des negativen Befundes möglich ist. Es liegt sogar der Verdacht einer Vergiftung nahe, da sich sonst nicht der geringste Anhalt für eine Todesursache finden läßt, und die Organe der Leiche einen völlig gesunden Eindruck machen.“

Die Leichenteile gingen am 11. III. 1932 im Institut für Gerichtliche Medizin in vorschriftsmäßiger Weise zur chemischen Untersuchung ein. Zur histologischen Untersuchung war nichts gesondert aufgehoben. Wegen der im März herrschenden Kälte waren die Organe teilweise gefroren und daher recht gut erhalten. Wie wir das regelmäßig in entsprechenden Fällen zu tun pflegen, haben wir die Leichenteile sofort nach Erhalt eingehend besichtigt und soweit nötig, weiter präpariert und Stücke zur histologischen Untersuchung entnommen. Dabei konnten wir *noch folgende Befunde* erheben:

Schleimhaut des Magens und der Speiseröhre blauröt, geschwollen. Substanzdefekte nicht erkennbar, keine deutlichen Blutungen. Der Mageninhalt besteht nur aus einem Kartoffelstückchen und etwas grauer, zäher Masse. Die Falten des Dünndarms ziemlich gleichmäßig rosa. *Flächenhafte bis markstückgroße Blutungen*, deren Umgebung leicht geschwollen und violett aussieht. Schleimhaut des Dickdarms im aufsteigenden Teil ebenfalls gerötet und von *flächenhaften Blutungen* durchsetzt. Diese Blutungen erkennt man auch an der Außenseite. Sie greifen teilweise auf das Mesenterium über.

Die *histologische Untersuchung* der eingesandten Organe (Prof. Nippe) ergab folgendes. *Magen*: Mäßige *Blutungen* in der Schleimhaut und der Submucosa. *Zwölffingerdarm*: Epithel und Zotten fast völlig *nekrotisch* und homogenisiert. Blutungen in den tieferen Teilen der Tun. prop. und in der Submuc. *Dünndarm*: Zotten *nekrotisch*, zum Teil stark durchblutet. Nur an der Basis einiges intaktes Drüsengewebe. Zahlreiche *Blutungen* in der Submucosa. Lymphknoten schlecht gefärbt. Nervenapparate unverändert. *Leber*: Mäßiger Blutreichtum. Viel Gallenpigment, Bindegewebe gering. Zellgrenzen nicht überall deutlich. Kerne unverändert, desgleichen die Gallengänge. Teils diffuse Sudanfärbung, teils kleine bis mitteltropfige Lipoidablagerung. *Nieren*: Enorme Blutüberfüllung in Mark und Rinde, dabei die Capillaren vor allem im Rindengebiet nicht besonders erweitert, aber so vollgepfropft, daß eine sehr starke Schlingelung erfolgt ist. Kleine *Blutungen* im Mark und in den Glomeruli, ferner auch im Bereich der gewundenen Kanälchen von der Größe eines Glomerulus, daneben finden sich hier auch *nekrotische Partien* von der gleichen Größe. Epithelien der gewundenen und vieler geraden Kanälchen unscharf, schlecht gefärbt (offenbar Fäulnis). Nirgends Lipoidablagerung. *Gehirn* (aus verschiedenen Gegenden untersucht): Sehr blutreich. Ganglienzellen o. B. Vakuolenbildung und andere bei Tierversuchen beobachtete Befunde (*Schneider*) wurden nicht erhoben. Das Herz stand leider nicht zur Verfügung.

Später haben wir auch versucht, Thallium in histologischen Schnitten nach den Angaben von *Barbaglia* nachzuweisen. *B.* schlägt vor, lösliche Thalliumsalze im Gewebe selbst in unlösliche zu verwandeln. *B.* hat die Versuche an einem Kaninchen durchgeführt, dem er zuvor einige Tropfen einer 2proz. wässrigen Thalliumacetatlösung subcutan *injiziert* hatte. Ein Stück der Haut wurde darauf in eine gesättigte Kaliumjodidlösung in 95proz. Alkohol gelegt, wobei die Bildung von unlöslichem Thalliumjodid eintrat. Der Überschuß an Alkohol, der die Haut hart machte und das Zerlegen in Schnitte erschwerte, wurde durch Auswaschen mit Wasser entfernt. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Schnitte zeigten sich deutlich die charakteristischen Krystalle des Thalliumjodids, während die Nucleär- und Protoplasmafärbungen in keiner Weise undeutlich gemacht waren.

In unseren Präparaten gelang die Krystalldarstellung nicht. Offenbar sind die hier in Betracht kommenden Mengen Thallium zu gering gewesen.

Das Ergebnis der Obduktion und der histologischen Untersuchungen reicht allein nicht aus, den Krankheitsverlauf und den plötzlichen Tod zu erklären. Es haben sich im wesentlichen ziemlich frische Veränderungen, und zwar Blutungen und Nekrosen vorzugsweise im Magendarmkanal und in den Nieren ergeben, aber keine Entzündungserscheinungen und keine degenerativen Prozesse i. S. von Verfettungen. Die Befunde sind im einzelnen teilweise recht markant, aber doch wenig pathognomonisch, wie auch die spärlichen von anderen Autoren am Menschen gemachten Beobachtungen bei Thalliumvergiftung.

Haberda: Erster, bekannt gewordener Mordfall, Krankheitsdauer etwa 3 Monate, erwachsener Mann, Sektion 4 $\frac{1}{2}$ Wochen nach dem Tode. Hirnödem. Herzfleisch „stark erbleicht, mit fettigem Glanz, trübe“. Leber vergrößert, mit stumpfen Rändern. Nieren „vergrößert, stark durchfeuchtet, die Rinde etwas erbleicht, glatt“. Schleimhaut des Magendarmkanals „zart, ohne Lockerung und Schwellung“. Kopf fast völlig kahl.

Nicoletti: 3 Kinder, 7—10 Jahre alt, starben nach einmaliger therapeutischer Dosis im Verlauf von 7—15 Tagen. Befund: Gastroenteritis und allgemeine Stauung in den parenchymatösen Organen (Referat).

Váradi: 6jähriges, 21 kg schweres Kind starb 6 Tage nach Einnahme von 0,17 g Thalliumacetat. Sektionsbefund fast negativ. Sehr dünnes, kaum geronnenes Blut. In der Gehirnsubstanz geringe Hyperämie (Referat).

Fridli: Gesunder Lehrjunge nimmt etwa 100 g 2,5proz. Thalliumacetatlösung. Tod am 4. Tage. Befund: Hirn hyperämisch, graue Substanz auffallend rötlich-grau. Linkes Herz gut zusammengezogen, rechtes schlaff und mit Blut gefüllt. Herzmuskel zerreiblich, graurötlich, blutarm, wie gekochtes Fleisch. In den Bronchien grünlichgelber dicker Schleim. Schleimhaut der Bronchien und des Rachens intensiv gerötet, hyperämisch. Milz normal groß, schlaff. Niere hyperämisch. Magen und Därme etwas anämisch, im übrigen normal. Leber brüchig, anämische Flecke, an der Schnittfläche ausgesprochene Trübung. Muskulatur trocken und anämisch.

Merkel hat bisher als einziger folgende histologische Befunde beschrieben. 3 Kneben, die körperlich und geistig minderwertig waren, starben nach fraktionierter therapeutischer Darreichung kleinster Thalliumdosen nach 13—17 Tagen. Sektionsergebnis: Erhebliche Kachexie, katarrhalischer schleimiger Entzündungszustand des Darmkanals, aber nicht hochgradig. Histologisch: In den Nebennieren deutlich gelichtete Stellen mit Kernverlust, aber ohne Entzündungserscheinungen. Starke Capillarfüllung im Großhirn mit vereinzelten streifenförmigen und röhrenförmigen Blutungen im Mark, keine perivasculäre Entzündung. Im Dünndarm eine recht hochgradige Entzündung der Schleimhaut mit starker Gefäßfüllung. Keine degenerativen Veränderungen am Herzen, den Nieren, der Leber usw.

Der Fall *Rubenstein* ist, wie auch einige andere Fälle, für einen Vergleich wenig geeignet. Bei dem 7jährigen Kinde, das mit therapeutischen Dosen behandelt war, deckte die Obduktion eine kongenitale Syphilis, eine diffuse Lungentuberkulose und eine chronische Glomerulonephritis auf.

Bei Tierversuchen zeigt sich die örtliche Einwirkung am ausgesprochensten an der Schleimhaut des Magens und Darms. Blutüberfüllung und Schwellung

sowie Blutungen sind meist vorhanden, besonders nach Anwendung großer Dosen. Als entfernte Wirkungen finden sich häufig kleine Blutungen, ferner pneumonische Infiltrate und starke Füllung der Abdominalgefäße, ferner degenerative Veränderungen am Zentralnervensystem. Verfettung des Herzmuskels begegnet man niemals in auffallender Weise. Eine spezifische Wirkung des Thalliums auf das endokrin-vegetative System ist umstritten. (*Marmé, Schneider, Dal Collo, Cortella, Ormerod, Luck, Ward, Lynch, Roberti, Dudits, Hecke.*)

Wenn man die bekanntgewordenen Befunde bei Mensch und Tier kritisch wertet, so läßt sich nur sagen, daß eine Komponente der Giftwirkung ziemlich regelmäßig an den kleinen Gefäßen erkennbar wird: *Blutüberfüllung in einzelnen Organen und umschriebene, teilweise konfluierende Blutungen.* Die pathologisch-anatomische Ausbeute ist aber im ganzen beim Menschen so gering, daß eine sichere oder annähernd sichere pathologisch-anatomische Diagnose einer Thalliumeinwirkung nicht möglich ist.

Die Gesamtheit der Veränderungen in unserem Falle — wir kommen später noch einmal darauf zurück — mußte den Verdacht einer Vergiftung erhärten, und zwar kamen in erster Linie Schwermetalle in Betracht.

Chemische Untersuchungen.

Die chemische Untersuchung wurde aus äußeren Gründen nicht im Institut für Gerichtliche Medizin, sondern im Chemischen Universitäts-Institut durchgeführt. Sie ergab in dem üblichen qualitativen Analysengang keine der auf diese Weise auffindbaren Gifte. Der Fall wäre damit als chemisch negativ erledigt gewesen, wenn sich die chemische Untersuchung nur auf den üblichen klassischen Trennungsgang beschränkt hätte.

Bei dem dringenden Verdacht der Vergiftung nach dem Ergebnis der Obduktion und der histologischen Untersuchungen wurde alsdann mittels Spezialreaktionen weiter untersucht, und es wurde Thallium festgestellt, daneben Spuren von Arsen.

Wir haben hier die Lehre aus den Beobachtungen *Haberda*, *Briegers* und *Althoffs* gezogen und sofort alle notwendigen Untersuchungen ausgeführt. Bei *Haberda* und *Althoff* (Leichenteile) und bei *Brieger* (Magen-spülflüssigkeit) wurden nämlich bei der ersten chemischen Untersuchung Giftstoffe, die den Fall eindeutig klärten, nicht gefunden. Die Untersuchung auf Thallium wurde erst veranlaßt, als der Verdacht der Vergiftung mit Thallium aufkam. Es zeigt sich also, daß bei Verdacht einer Metallvergiftung stets an Thallium gedacht werden muß und daß ein sehr enges Zusammenarbeiten von Arzt und Chemiker notwendig ist. § 91, 2 StPO. müßte für jeden Vergiftungsfall in Anwendung kommen, etwa wie in Bayern.

Die *Hauptschwierigkeiten bei der chemischen Untersuchung* bestehen darin, daß in dem klassischen Trennungsgang nach *Bunsen* Thallium

teils in der Schwefelwasserstoff-, teils in der Schwefelammoniumgruppe je nach den Umständen erscheint. So gelangt es in forensischen Fällen nach dem üblichen Aufschlußverfahren von Leichenteilen, besonders bei Gegenwart von Arsen (*Th. W. Fresenius*) bereits zu einem verhältnismäßig großen Teil in den Schwefelwasserstoffniederschlag. Dieser Teil entzieht sich demnach bereits beim Trennungsverfahren der Erfassung in der Schwefelammoniumgruppe, der Thallium analytisch zugehört, und es kann der Fall eintreten, daß kleine Thalliummengen, die nach den vorliegenden Erfahrungen der Praxis zur Vergiftung ausreichen, so dem chemischen Nachweis entgehen.

Für den Nachweis des Thalliums stehen als empfindlichste Reaktionen die *Jodkalium-* und die *Chromatreaktion* zur Verfügung. Die Benzidinreaktion kommt für forensische Fälle nicht in Betracht, weil sie nicht spezifisch zu gestalten ist.

Die sehr empfindliche Jodkaliumreaktion, die auf der Bildung von Thallojodid beruht, das in verdünnten Säuren schwer löslich ist, ist eine ausgesprochene Gruppenreaktion und erstreckt sich noch auf die Fällung von Silber-, Blei-, Quecksilber-, Wismut- und Kupferion. Es muß daher durch entsprechende Spezialreaktionen vorher die Abwesenheit dieser Kationen ausdrücklich festgestellt werden oder aber, man muß diese Jodkaliumreaktion durch Einhaltung bestimmter Arbeitsbedingungen spezifisch gestalten. In allen Fällen empfiehlt es sich, diese nicht etwa im Trennungsverfahren nach *Bunsen* anzuwenden, sondern *nur in der ursprünglichen Lösung des aufgeschlossenen Materials selbst als Spezialreaktion*.

Prinzip der Methode: Das Material wird nach *Denigés* (Schwefel-Salpetersäure) aufgeschlossen, auf ein möglichst geringes Volumen eingedampft, mit Wasser verdünnt, mit Natriumsulfid reduziert, mit Ammoniak bis zur bleibenden Trübung versetzt, dann wiederum schwach mit Schwefelsäure angesäuert und mit Ammoniumacetat aufgekocht. Dabei fallen sämtliche hydrolytisch spaltbaren Metallsalze in Form ihrer Hydroxyde aus. Die Hauptmenge des Thalliums geht in das Filtrat über. Um jedoch das gesamte Thallium zu erfassen, ist es unbedingt erforderlich, eine Umfällung des erhaltenen Niederschlages vorzunehmen und evtl. zu wiederholen. Die so erhaltenen Filtrate werden vereint und auf ein geringes Volumen eingeeengt. Es können darin außer Thallium dann nur noch Blei und Kupfer durch Zusatz überschüssigen Jodkaliums als Jodide gefällt werden, während das Quecksilberion bei genügendem Überschuß an Fällungsmitteln in Lösung bleibt. Nach 24stündigem Stehen wird zentrifugiert, das Zentrifugat mehrmals unter erneutem Abzentrifugieren, mit destilliertem, kaltem, jodkaliumhaltigem Wasser gewaschen und schließlich mit kalter etwa 2proz. Thiosulfatlösung ($\frac{1}{10}$ - $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) behandelt. Hierbei gehen die Jodide von Silber, Blei und Kupfer als komplexe Thiosulfate in Lösung, während das Thalliumjodür unverändert bestehen bleibt und als goldgelber Niederschlag identifiziert wird.

Die Methode des Salzsäure-Kaliumchlorat-Aufschlusses nach *Fresenius-Babo* ist für den Thalliumnachweis mit Jodkalium nicht zu emp-

fehlen, da, wie festgestellt wurde, hierdurch die Empfindlichkeit des Nachweises beträchtlich leidet. Die hier auftretenden Störungen beruhen auf der Anwesenheit großer Kaliumchloridmengen, die sich bei dieser Aufschlußweise naturgemäß ergeben.

Tabelle 1.

Fällungsbedingungen	Jodkaliumreaktion		Chromatreaktion	
	Wartezeit in Stunden	noch nachweis- bare Menge in mg	Wartezeit in Stunden	noch nachweis- bare Menge in mg
I. Reine Thallium- lösung, ohne Zu- satz	1	0,036	1	0,053
	24	0,013	24	0,022
II. In Gegenwart von K ₂ SO ₄	1	0,045	1	0,072
	24	0,018	24	0,036
III. In Gegenwart von KCl	1	0,096	1	0,056
	24	0,040	24	0,021

Aus der Tab. 1 ergibt sich bei der Gegenüberstellung der noch nachweisbaren Mengen des Thalliums nach den beschriebenen Methoden insbesondere die Beeinflussung der Nachweisempfindlichkeit bei der Jodkaliumreaktion durch Anwesenheit von Alkalichloriden. So zeigten Parallelversuche zwischen gleichen Thalliummengen nach der Jodid- und der Chromatmethode in Gegenwart derselben Kaliumchloridkonzentration (2 Teile einer gesättigten Kaliumchloridlösung und 1 Teil einer wäßrigen Thalliumsalzlösung) im Gesamtvolumen von 10 ccm bei gleicher Wartezeit (24 Stunden) eine Fällungsempfindlichkeit, die sich verhält wie etwa 2 : 1. Die Anwesenheit von Alkalisulfaten (2 Teile einer gesättigten Kaliumsulfatlösung und 1 Teil Thalliumsalzlösung) übt dagegen keinen merklichen Einfluß auf die untere Grenze der Nachweisbarkeit aus.

Beim Aufschluß nach *Fresenius Babo* empfiehlt sich somit mehr die Chromatmethode. Auch diese ist nicht spezifisch und kann daher als Identitätsreaktion nur bei Abwesenheit von Silber, Quecksilber, Wismut, Blei und Barium gelten, während hier die Anwesenheit von Kupfer die Eindeutigkeit des qualitativen Nachweises von Thallium nicht beeinträchtigt.

Da für die Vergiftung geringe Mengen von Thallium ausreichen, sind auch entsprechende quantitative Methoden erforderlich. Sämtliche gravimetrische sowie maßanalytische Methoden dürfen nur insoweit Verwendung finden, als es sich um Thalliummengen handelt, welche die untere Empfindlichkeitsgrenze dieser Methoden beträchtlich überschreiten. In unserem Falle (B.) konnten sie nicht angewandt werden.

Abzulehnen ist für diese Zwecke die von *Schee* angewandte Ferrocyan-Permanganat-Methode, deren Technik nicht den Anforderungen der Mikroanalyse entspricht. Wenn man nämlich mit einer verhältnismäßig starken Maßlösung, von der 1 cm bereits 10,2 mg Thallium entspricht, Mengen von 2—4 mg bestimmt, so entspricht ein Tropfen mehr oder weniger dieser zugetropften Maßlösung bereits 25—50% der zu titrierenden Menge. Es ist somit erklärlich, daß von dem zu bestimmenden Metall dann um ein beträchtliches mehr gefunden wird, als dem Versuchstier vorher einverleibt wurde (s. Versuche von *Schee*).

Dagegen hat sich die nephelometrische Methode mit Hilfe eines Trübungsmessers nach *Böttcher* als brauchbar gezeigt, ebenso wie der spektrophotographische Nachweis, über den anschließend berichtet wird. Erstere beruht auf der vergleichenden Untersuchung der suspendierten Thalliumniederschläge, die nach einer der oben beschriebenen Methoden erhalten wurden. In unserem Falle erübrigte sich die Trennung des Tallojodides von den übrigen schwer löslichen Jodiden (s. oben!), da deren Abwesenheit durch Spezialreaktionen erwiesen worden war. Vergleicht man mit Standardtrübungen, die aus Lösungen abgestuften Thalliumgehaltes unter gleichen Bedingungen (in gleicher Sulfat- bzw. Chloridkonzentration) gewonnen wurden, so läßt sich der Thalliumgehalt quantitativ mit genügender Genauigkeit bestimmen.

Im Falle B. wurden die Leichenteile sowohl nach *Fresenius-Babo* als auch nach dem Salpetersäure-Schwefelsäure-Verfahren von *Denigès* aufgeschlossen. Nach dem erstgenannten Verfahren wurde die Chromatreaktion aus oben näher geschilderten Gründen angewandt, nach dem Aufschluß nach *Denigès* die Jodkaliummethode.

Was die beiden Aufschlußverfahren betrifft, so führt das Kaliumchlorat-Salzsäure-Verfahren rascher zum Ziele, hat jedoch gegenüber dem Schwefelsäure-Salpetersäure-Aufschlußverfahren den Nachteil, daß das Endvolumen infolge des hohen Gehaltes an Chloriden bedeutend größer ist und somit die Empfindlichkeit des Thalliumnachweises leidet. Die Trennung der Alkalichloride durch Krystallisation aus der Thallium enthaltenden Mutterlauge vorzunehmen, ist nicht angängig, da die Gefahr besteht, daß beträchtliche Mengen an schwerlöslichem Thalliumchlorür sich dadurch dem Nachweis entziehen könnten.

Vorzuziehen ist der, wenn auch bedeutend langwieriger verlaufende Aufschluß mit Hilfe von Schwefel-Salpetersäure. Er bietet folgende Vorteile: Der Überschuß an Aufschlußsäure kann leicht durch Abrauchen entfernt und somit das Endvolumen möglichst gering gehalten werden. Ein weiterer Vorteil wäre noch zu nennen: Falls Blei anwesend ist, geht dieses als schwer lösliches Bleisulfat zum größten Teil in den unlöslichen Rückstand über und wird von dem leicht löslichen Thalliumsulfat

getrennt. Der empfindlichste Nachweis des Thalliums mit Hilfe der Jodkaliumreaktion wird durch die Anwesenheit von Sulfation, wie bereits erwähnt, nur wenig beeinflusst.

Bei beiden Aufschlußverfahren ist jedoch unbedingt darauf zu achten, daß die Zerstörung der organischen Stoffe möglichst vollständig geschieht. Ein nicht genügend erfolgter Aufschluß läßt sich an der bleibenden Braunfärbung erkennen, die bei der Reduktion mit Hilfe von Natriumsulfit entsteht. In solchen Fällen ist der Aufschluß fortzusetzen bis nach Zusatz von Natriumsulfit die Lösung farblos bzw. höchstens hellgelb gefärbt erscheint.

Die Schwierigkeiten der Erfassung, welche das Thallium beispielsweise mit den Metallen Quecksilber, Arsen und Wismut gemeinsam hat, wenn es in den Organismus gelangt, beruhen darauf, daß im intermediären Stoffwechsel offenbar stabile Komplexe gebildet werden, welche nur durch restlosen Aufschluß wieder zerstört werden können, anderenfalls das Thallium als Komplex gebunden, nicht völlig oder überhaupt nicht erfaßt wird. Experimente (s. *Fridli*) sind daher nicht maßgebend, bei denen zur Bestimmung des Thalliums Leichenteile mit gemessenen Thalliummengen vermischt wurden, da hier die Funktion des lebenden Organismus ausgeschaltet ist.

Spektrographische Untersuchungen.

Thallium läßt sich spektroskopisch leicht und in sehr geringen Mengen nachweisen. Bereits 1867 hat *Marmé* Thallium in Leichenteilen von Tieren im Flammenspektrum nach vorheriger Elektrolyse des chemischen Aufschlusses festgestellt, und zwar gelang ihm der Nachweis „des billionsten Teiles eines Gramm schwefelsauren Thalliums in 100 ccm Harn sehr gut.“ Diese außerordentliche Empfindlichkeit konnte später, soweit uns bekannt geworden ist, nicht bestätigt werden. Auch wir selbst kamen mit einem recht leistungsfähigen Spektrographen zu Grenzwerten, die erheblich höher liegen. Die Originalarbeit *Marmés*, die wiederholt zitiert ist und in den Göttingenschen gelehrten Anzeigen 1867, Nr 20, 397, veröffentlicht sein soll, findet sich a. a. O. nicht, sondern in den „Nachrichten von der K. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität“ Göttingen 1867, Nr 20, 397. Angaben über die von *Marmé* benutzte Apparatur und technische Einzelheiten, z. B. auch über den Aufschluß, fehlen. *Marmé* betont jedoch die Notwendigkeit, außer der Kathode auch die Anode zu prüfen. Die Thalliumlinie werde nicht durch die Natriumflamme völlig verdeckt.

Schwarzacher hat den spektrographischen Nachweis von Thallium weiter ausgebaut und im Harn in Verbindung mit Elektrolyse relativ einfache geringe Mengen nachweisen können. Den Nachweis von Thallium in Organen und Flüssigkeiten mittels Spektralanalyse erwähnen weiterhin *Deutsch, Schée, Buschke, Timm, Heinichen*.

Quantitative Untersuchungen sind uns nicht bekannt geworden. Bei der hohen Empfindlichkeit des spektralanalytischen Nachweises

von Thallium schien es uns geboten, *im Falle B.* neben den rein chemischen Bestimmungen auch spektrographisch den Thalliumgehalt der einzelnen Organe festzustellen und die Ergebnisse zu vergleichen.

Die Aufnahmen wurden mit einem Zeisschen Quarzspektrographen mit Cornuprisma im Institut für Gerichtliche Medizin gemacht, und zwar von dem Material, das der eine von uns (*B.*) in der oben angegebenen Weise aufgeschlossen hatte. Die zu untersuchende Flüssigkeit tropfte durch eine Funkenstrecke zwischen zwei 3,5 mm voneinander entfernten Kohlen mit einer achsialen Bohrung von 1,5 mm. Eine Tropfpipette ließ in Abständen von 10 Sekunden einen Tropfen von etwa 0,03 ccm Volumen die Funkenstrecke passieren. Den Funken erzeugte ein Transformator von ungefähr 1 kW Leistung. Stromstärke primär 0,9 A. Spannungsabfall am Transformator primär 50 V, sekundär 6000 V. Parallel zur Funkenstrecke ein Minos-Block-Verdichter von 1500 cm Kap., in Serie eine Selbstinduktion von 10^9 Henry. Die Funkenstrecke befand sich 25 cm vor dem Spalt, dazwischen 15 cm vor dem Spalt ein Quarzkondensor $f = 80$ cm. Auf diese Weise erreicht man eine gleichmäßige Ausleuchtung eines Zerstreuungskreises von etwa 6 cm Durchmesser, was insbesondere für die Arbeit mit dem rotierenden Sektor wichtig ist. Spaltbreite 0,03 mm. Dispersion des Cornuschen Doppelprisma C—F $= 0^\circ 28'$, D—2140 Å $= 8^\circ 8'$, C—1860 Å $= 13^\circ$. Länge des Spektrums: 5000 Å — 3000 Å = 18 mm, 3000 Å — 2300 Å = 24,3 mm. Belichtungszeit 4 Minuten. Perutz-Braunsiegelplatten 9×12 wurden 3 Minuten mit Metholhydrochinon 1:4 entwickelt und 10 Minuten in Agfa-Fixierbad (1:8) fixiert. Die angegebenen Werte sind als zweckmäßig ausprobiert worden. Sie wurden während der ganzen Untersuchung konstant gehalten.

Die in Frage kommenden letzten Linien des Thalliums sind folgende: 2767,9 Å, 3519,2 Å und 5350,5 Å. Die anderen noch vorhandenen letzten Linien eignen sich wegen ihrer geringen Intensität nicht. Die Linien 5350,5 Å und 2767,9 Å liegen in einem relativ leeren Teil des Spektrums und sind am leichtesten von allen Thalliumlinien nachzuweisen. Allerdings konnten auch wir bei den Organaufschlüssen beobachten, daß die Nachweisbarkeit recht verschieden ist, insbesondere von gleichzeitig vorhandenen Kationen abhängt, die Linien entsprechender Wellenlänge aussenden. Wegen ihrer großen Relativempfindlichkeit eignet sich die Linie 5350,5 Å besonders für quantitative Untersuchungen.

Die quantitativen Untersuchungen erfolgten in einigen Proben mit Hilfe eines logarithmischen Sektors (erstmalig verwandt von *Neuhäusser-Scheibe*), einem Verfahren, das zwar umständlich ist, aber recht genaue Resultate ergibt. Dabei haben wir die Einrichtung getroffen, daß der Sektor sich unmittelbar vor dem Spalt bewegte, und zwar mit einer Umdrehungszahl von etwa 150 in der Minute.

Des weiteren haben wir quantitative Untersuchungen derart durchgeführt, daß wir Aufnahmen von verschiedener Verdünnung der Probelösung mit geeigneten, für die Analyse von Leichenteilen besonders hergestellten Standardplatten verglichen. Durch Vergleich der Intensität der Linien der zu analysierenden Lösung mit dem Standard ist der Gehalt an Thallium in den Proben quantitativ abzuschätzen. Dieses

Abschätzungsverfahren ist relativ einfach und gibt für den vorliegenden Zweck einen recht guten Überblick über die Mengenverhältnisse.

Die unterste Grenze des Thalliumnachweises liegt bei unseren Versuchsanordnungen bei etwa 0,001 mg Thallium pro Kubikzentimeter Lösung. Der Fehler beträgt bei der quantitativen Abschätzungsmethode an den Grenzwerten 100 % und mehr, bei der Bestimmung mit dem Sektor etwa 30 %. In einer Probe wurde z. B. Thallium geschätzt 0,008 mg, quantitativ gemessen 0,006 mg, in einer anderen Probe geschätzt 0,005 mg, quantitativ gemessen 0,003 mg. Bei etwas größeren Thalliummengen wird der Fehler erheblich geringer.

Es schien uns bei den hier in Betracht kommenden Mengen in den Organen genügend, in der Mehrzahl der Versuche das quantitative Abschätzungsverfahren zu verwenden. Die in die Tabelle eingesetzten Werte sind ebenso wie die chemischen stets Mittelwerte; sie wurden

Tabelle 2.

Organe des B.	Untersuchte Menge	Aufschluß	Chem. mg	Spektr. mg	Chem. mg	Spektr. mg
	g	cem	in 10 cem	in 1 cem	auf 100 g	
<i>Aufschluß durch Schwefelsäure-Salpetersäure.</i>						
Blut	40	40	0	0,01	0	1,0
Magen	35	30	0	0,004	0	0,3
Dünndarm	70	50	0,21	0,02	1,5	1,4
Dickdarm	80	50	0,07	0,008	0,4	0,5
Niere	80	50	±	0,02	±	1,3
Leber	65	50	±	0,02	±	1,5
Gehirn	30	40	0	0,004	0	0,5
<i>Aufschluß nach Fresenius-Babo.</i>						
Magen	30	30	±	0,004	±	0,4
Dünndarm	75	50	0,15	0,03	2,0	2,0
Dickdarm	80	50	0,08	0,008	1,0	0,5
Niere	65	50	±	0,02	±	1,5
Leber	30	30	±	0,01	±	1,0
<i>Leichenflüssigkeit* aus</i>						
Dickdarm	15	25	in 20 cem	.	0,33	.
			0,04 **			
			± ***		±	
Dünndarm	80	35	0,06 **	.	0,13	.
			0,06 ***			
			± **		±	
Leber	50	35	0 ***	.	0	.

* Nach beiden Verfahren gleiche Mengen aufgeschlossen.

** Jodkaliumreaktion.

*** Chromatreaktion.

nach mehreren Untersuchungen verschiedener Proben desselben Organs berechnet.

Aus der Gegenüberstellung der chemischen und spektrographischen Untersuchungsbefunde in der Tab. 2 ergibt sich, daß es spektrographisch gelingt, noch Mengen aufzufinden und zu bestimmen, die chemisch nicht mehr greifbar sind (in Magen, Blut und Gehirn). Auch da, wo die chemischen Ergebnisse zweifelhaft (\pm) sind, wie bei Leber, Niere und Magen, war eine sichere spektrographische Bestimmung möglich. Abgesehen von der absolut größeren Empfindlichkeit bei spektrographischen Bestimmungen dürfte hier noch in Betracht kommen, daß durch den Funken ein weitergehender Aufschluß erfolgt, als er auf chemischem Wege erreicht wird.

Durch die vorliegenden Untersuchungen dürften erstmalig, soweit Leichenteile in Frage kommen, die Ergebnisse der rein chemischen Methoden mit denen der Spektrographie bezüglich ihrer Genauigkeit und Wertigkeit verglichen sein. Es hat sich hier ergeben, daß bei Thalliumvergiftung die Spektralanalyse sich stets dann empfiehlt, wenn es sich um minimale Mengen handelt. Sie ist verhältnismäßig einfach und schnell durchzuführen und ermöglicht überdies eine sehr brauchbare Orientierung über die Anwesenheit anderer Kationen.

Dosierung.

Daß eine tödliche Thalliumvergiftung bei B. vorlag, beweisen die vorgefundenen Thalliummengen und der Vergleich mit früheren Erfahrungen. Bei einigen der bisher beobachteten Vergiftungen sind die eingeführten Mengen ganz genau oder recht genau bekannt. Der besseren Übersicht wegen sind in Tab. 3 die für einen Vergleich geeigneten Fälle zusammengestellt. Die Tab. 3 enthält die tödlichen Vergiftungen bei Kindern und Erwachsenen, ferner die Fälle, in denen höhere Dosen überlebt wurden, allerdings mit erheblichen Krankheitserscheinungen.

Die *sicher tödliche Dosis* für den Erwachsenen dürfte nicht weit über 1,0 g Thallium liegen. Die Giftwirkung zeigt sich bei Erwachsenen relativ stärker als bei Kindern. Aus der Zusammenstellung von *Karrenberg* ergibt sich, daß 0,1—0,15 g Thalliumacetat von Erwachsenen sicher gut vertragen werden. Es ist vielfach in der Literatur nicht scharf betont, auf welches Thalliumsalz die angegebenen Dosen sich beziehen. Im allgemeinen dürfte Thalliumacetat in Frage kommen. Im übrigen läßt sich noch nicht übersehen, welchen Thalliumsalzen die stärkere bzw. geringere Giftwirkung zukommt. Die üblichen Versuchstiere reagieren sehr unterschiedlich.

Eine Gewöhnung tritt nicht ein; immer zeigt sich nach Einführung einer gewissen Menge eine kumulative Wirkung. In der Therapie ist

Autor	Alter	Präparat	Thallium in g	Art der Aufnahme	Tod nach	Bemerkungen
<i>Todesfälle.</i>						
<i>Merkel</i>	a) 12 Jahre, ♂, 42,5 kg	Tabletten von Thallium- acetat = 0,233 g	0,18	7 mal je $\frac{1}{3}$ Tablette	Am 13. Tag nach 1. Gabe oder 6. Tag nach Auf- hören der Darreichung	Sollte 0,336 g Thalliumacetat erhalten
b)	10 Jahre, ♂, 24,5 kg	Tabletten von Thallium- acetat = 0,1665 g	0,129	5 mal je $\frac{1}{3}$ Tablette	Am 14. Behandlungstage oder 10. Tage nach Ein- stellung der Darreichung	Sollte 0,196 g er- halten
c)	11 Jahre, ♂, 37 kg	Tabletten von Thallium- acetat = 0,29 g	0,224	Am 1. Tage 3 mal $\frac{1}{3}$ Tabl., an den 3 nächsten Tagen je 1 mal $\frac{1}{3}$ Tablette	Am 17. Behandlungstage oder 14 Tage nach Auf- hören der Darreichung	Sollte 0,296 g er- halten
<i>Váradi</i>	6j. Kind, 21 kg	0,168 g Thalliumacetat	0,13	Einmalige Dosis	Nach 6 Tagen	—
<i>Nicoletti</i>	3 Kinder, 7—10 J.	Thalliumacetat in richtigem Verhältnis zum Körper- gewicht	—	Je 1 mal Dosis	Im Verlauf von 7—15 Tagen	—
<i>Buschke</i>	4 Kinder	Als Medikament offenbar Thalliumacetat anstatt in Milligramm in Centi- gramm	—	Einmalige Dosis	In einem Fall nach 24 Std.	Erscheinungs- freies Intervall
<i>Haberda</i>	30 J., ♂	$2\frac{1}{2}$ Tuben Zeliopaste	1,36	Etwa 2 Wochen in Speisen	3 Monaten	Mord
<i>Fridli</i>	Lehrjunge	= 1,7 g Thalliosulfat 100 g 2,9proz. Acetatlösung	1,93	Als Lösung innerhalb eines 4 Tages	4 Tagen	Unglücksfall
Autor	Alter	Präparat	Thallium in g	Art der Aufnahme	Bemerkungen	
<i>Überlebt.</i>						
<i>Buschke</i>	34 Jahre, ♂, 75 kg	Etwa 0,75 g Thalliumnitrat	0,57	Einmalige Dosis in Wasser gelöst	Nach 4 Wochen Thallium in Blut und Harn, in der 6. Woche negativ	
<i>Lubenau</i>	19 Jahre, ♂, schmächtig	Etwa $\frac{2}{3}$ einer Tube Zeliopaste = etwa 0,8 g Thalliumsulfat	0,64	Einmalige Dosis	—	
<i>Deutsch Heinichen</i>	27 Jahre, ♂ 35 Jahre, ♀	Zelikörner = 1,0 g Thalliumsulfat Zeliopaste = etwa 1,0 g Thallium- sulfat	0,80 0,8	Einmalige Dosis in Bier In 2 Portionen an 2 aufein- anderfolgenden Tagen	Thallium im Harn nach 4 Wochen Thallium im Harn nach $4\frac{1}{2}$ Woch.	
<i>Guttmann</i>	27 Jahre, ♂	Scheringsches Thallium depilato- rium 11 Pastillen = 1,1 g Thal- liumacetat	0,85	11 Pastillen	Irrtum der Apotheke bei der Ab- gabe. Thallium im Harn nach 5 Wochen	

daher die Beobachtung einer genügend langen Zeit zwischen der ersten und zweiten Thalliumgabe notwendig (*Buschke* u. a.). Auf die fraktionierte Verabfolgung der Thalliumdosis werden Todesfälle zurückgeführt (s. *Merkel*). Die allgemeine Ansicht geht jetzt dahin, daß Thallium nur bei Kindern bis höchstens zur Pubertät oder besser nur bis zum Alter von 10 Jahren zu verordnen sei, und zwar 8 mg pro Kilogramm Körpergewicht.

Ausscheidung.

Das auf irgendeine Weise in den Körper gelangte Thallium wird resorbiert und durchwandert dann alle Organe des Körpers. Es gibt kein einziges, in dem es sich nicht unter Umständen nachweisen ließe (*Marmé*). Thallium geht auch auf Feten über.

Die *Ausscheidung* erfolgt vorzugsweise durch den Harn, außerdem aber auch durch alle anderen Sekrete. Wir selbst hatten früher in dem Urin einer Frau K., die in selbstmörderischer Absicht eine Packung Zeliokörner, entsprechend 0,5 g Thallium, eingenommen hatte, 2 Tage danach 1,0 mg pro 100 ccm Urin festgestellt (chemisch und spektroskopisch).

Im Harn ist Thallium zuerst nachweisbar und erst viel später in den Darmentleerungen. Da Thallium nach subcutaner Einführung kleiner Gaben fast gleichzeitig im Harn und in der Galle erscheint, so liegt die Annahme nahe, daß das aus der Leber in den Darm gelangte Gift im Darm nochmals resorbiert wird (*Marmé*).

Die Ausscheidung beginnt zwar rasch, sie zieht sich aber in die Länge. Wiederholt wurde Thallium bei Einnahme größerer Mengen im Harn noch nach 4 Wochen festgestellt. Einzelheiten ergeben sich aus der Tab. 3.

Zu der Beobachtung *Buschkes*, gemeinsam mit *Peiser* und *Klopstock*, ist noch zu bemerken, daß diese Autoren 4 Wochen nach der Einnahme von 0,75 g Thalliumnitrat, entsprechend 0,57 g Thallium, bei einem Erwachsenen Thallium im Blut und Harn fanden und etwa in der 6. Woche „Thallium im Blut, Harn weiterhin negativ, in Schweiß fraglich“. Wir müssen aus dem Zusammenhang schließen, daß gemeint ist, Thallium im Blut und Harn negativ, nicht im Blut positiv, im Harn negativ, wie in einer Arbeit, die diesen Befund referiert, wiedergegeben ist. Der Schweiß war bis dahin nicht untersucht worden. *Fridli* teilt schließlich mit, daß in der Cerebrospinalflüssigkeit 25 Tage nach der letzten Dosis Thallium spektroskopisch nachgewiesen werden konnte.

Gehalt der Organe.

Über *quantitative Untersuchungen* menschlicher Leichenteile berichten nur *Haberda*¹ und *Fridli* (s. Tab. 3 und Abschnitt pathologisch-

¹ Die Krankengeschichte dieses Falles ist ausführlich von *Kaps* mitgeteilt.

anatomische Befunde). Es konnten bei den chemischen Untersuchungen im Falle *Haberdas* 14,3 mg Thallium bzw. 17,3 mg Thallosulfat aus 3095 g Leichenteilen wiedergefunden werden. Dabei ist nicht angegeben, welche Organe untersucht wurden, auch nicht, ob die Organe einzeln aufgeschlossen wurden oder ob nach einer Probe des Gemisches die Umrechnung erfolgte. Der Harn enthielt äußerst geringe Mengen Thallium.

Im Falle *Fridlis* wurden gefunden in 100 g Leber 3,3 mg, in 98 g Niere 1,6 mg, in 100 g Urin 5,0 mg als Acetat berechnet oder entsprechend als Thallium in Leber 2,5 mg, Niere 1,3 mg, Urin 3,9 mg.

Von sonstigen chemischen Untersuchungen menschlicher Leichen ist zu erwähnen, daß *Nicoletti* Thallium in allen Organen fand, desgleichen *Merkel*. Hier war eine quantitative Bestimmung nicht möglich. *Schneider* berichtet, daß in der exhumierten faulen Leiche eines mit Zeliopaste ermordeten Säuglings durch *Pregl* Thallium nachgewiesen wurde. Einzelheiten darüber sind nicht angegeben.

Wenn man davon ausgeht, daß der Gehalt des ganzen Körpers an Thallium dem Gehalt des untersuchten Organgemisches entspricht, so erhält man im Falle *Haberdas* eine Gesamtmenge von etwa 0,4 g Thallosulfat, entsprechend 0,32 g Thallium und im Falle *Fridlis*, berechnet nach dem Nierenbefunde, etwa 1,2 g Thalliumacetat, entsprechend 0,939 Thallium; das wären bei *Haberda* nach einer Krankheitsdauer von 3 Monaten etwa $\frac{1}{4}$ (!) der aufgenommenen Giftdosis (Verdacht der Giftaufnahme auch kurz vor dem Tode) und bei *Fridli* nach 4tägiger Krankheit etwa die Hälfte.

In unserem Falle enthielten alle der untersuchten Organe Thallium, am meisten der Dünndarm, alsdann Leber und Niere. Einzelheiten gehen aus der Tab. 2 hervor. Besonders soll jedoch der positive Befund im Gehirn vermerkt werden. Urin, und auch das Erbrochene, stand uns nicht zur Verfügung.

Wir haben auch die Flüssigkeit untersucht, die sich nach 4 Monaten in den Gefäßen mit den aufgehobenen Leichenteilen gebildet hatte. Es erscheint beachtlich (s. Tab. 2), daß die Thalliummengen in dieser Flüssigkeit deutlich geringer waren als in den entsprechenden Organen.

Muskulatur konnte nicht untersucht werden, weil sie nicht zur Verfügung stand. Es ist wiederholt in der Literatur vermerkt worden, daß Thallium sich besonders reichlich in der Muskulatur finde. Wenn man diesen Angaben nachgeht, so findet sich jedoch nur folgendes: Die früheste Mitteilung betrifft die Beobachtung (*Luck*), daß die Brustmuskeln eines mit Thallium vergifteten Hahns bei 11 Ratten (sehr empfindlich gegen Thallium, damals aber noch nicht bekannt) tödliche Ver-

funden und insbesondere der Verteilung des Thalliums in den Organen unter gewissen Umständen die größere Bedeutung zukommen.

Die bei der chemischen Untersuchung festgestellten Spuren von Arsen sind offenbar ohne Einfluß auf die durch Thallium hervorgerufene Erkrankung, ihren Verlauf und das tödliche Ende bei B. gewesen.

Ausgang des Falles B.

Über den Ausgang des Falles B. ist schließlich folgendes zu berichten. Gleich nachdem Thallium in den Leichenteilen festgestellt worden war, hatten wir bei der Staatsanwaltschaft, die den Fall bearbeitete, weitere Ermittlungen angeregt. Es sollte vor allem nach Mitteln zur Schädlingsbekämpfung, die Thallium enthalten, wie Zeliopaste und Zeliokörner¹ gefahndet werden, nach Medikamenten (Verschreibung alter Ärzte!), nach kosmetischen Präparaten (das äußerlich anzuwendende Enthaarungsmittel „Taky“ soll Thallium enthalten haben) usw. Das Ergebnis war folgendes.

Ein Bekannter des Verstorbenen bekundete, daß der verstorbene B. gelegentlich Pillen aus einer kleinen Schachtel eingenommen und dabei gesagt habe, er müsse die Pillen nehmen, wenn er sich nicht wohl genug fühle. Die Ehefrau und der Bruder des Verstorbenen haben jedoch nie diese Pillen oder sonstige Medikamente gesehen. B. ist auch nie krank gewesen und hat auch nie diesen oder anderen Personen gegenüber irgendwelche Beschwerden geäußert. Die Pillen wurden ebensowenig gefunden wie irgendwelche Gifte oder sonst in Betracht kommende Stoffe, die B. hätte eingenommen haben können.

Ein Landjäger berichtete, daß B. ein sehr schlechtes und sehr vernachlässigtes künstliches Gebiß im Oberkiefer getragen habe und womöglich von diesem Gebiß Giftstoffe in den Körper des B. gelangt seien. Dazu ist zu bemerken, daß nach den Erfahrungen der Zahnärzte Thallium in einem künstlichen Gebiß nicht vorkommt und daß überhaupt Vergiftungen, die von einem Gebiß ausgehen, nicht beobachtet worden sind. Die Möglichkeit einer Vergiftung von dem Gebiß aus ist aber auch deshalb hier abzulehnen, weil es sich offenbar um eine akute Vergiftung gehandelt hat (siehe auch Fußnote S. 215).

Der Gastwirt, bei dem B. 2 Tage vor seinem Tode Schnaps und Bier getrunken hatte, ferner die Ehefrau und andere Angehörige kamen aus verschiedenen Gründen nicht in den Verdacht der Täterschaft. Andererseits sprachen für Selbstmord nicht die geringsten Anzeichen.

Schließlich wurde folgendes erörtert. Der Verstorbene war dringend verdächtig, Spionage zu treiben. Möglicherweise ist es zwischen B. und seinen Vertrauens- bzw. Mittelpersonen zu Uneinigkeiten gekommen, die mit der Beseitigung des B. endeten, wie es in analogen Fällen (auch nach unseren eigenen Erfahrungen) schon beobachtet worden ist. Ermittlungen in dieser Richtung blieben jedoch erfolglos.

Somit ist letzten Endes eine restlose Aufklärung dieser Vergiftung nicht oder noch nicht erfolgt (siehe dazu auch die Fälle *Althoffs*).

¹ Durch Erlass des Preußischen Ministers für Volkswohlfahrt vom 6. VIII. 1931 sind Thalliumverbindungen und ihre Zubereitungen unter die Giftvorschriften gestellt. Freigegeben sind nur Zubereitungen, soweit sie in 100 Gewichtsteilen höchstens 3 Gewichtsteile lösliche Thalliumsalze enthalten.

Zusammenfassung.

Es werden die gerichtsmedizinisch wichtigen Fragen bei Thalliumvergiftung unter Berücksichtigung der Erfahrungen des Schrifttums und nach eigenen Versuchen erörtert.

Aus unseren Beobachtungen konnte ein Fall tödlicher Vergiftung eingehend untersucht werden, der wahrscheinlich der dritte bekannt gewordene Mord durch Thallium ist. Es handelt sich um den plötzlichen Tod eines erwachsenen Mannes. Bemerkenswert sind die geringgradigen klinischen Erscheinungen bei schweren pathologisch-anatomischen und histologischen Befunden, die erst durch das Auffinden von Thallium in den Organen ihre Erklärung fanden.

Dabei zeigt sich erneut die Notwendigkeit einer engen Zusammenarbeit zwischen Arzt und Chemiker und die Wichtigkeit, gemäß § 91, 2 StPO. vorzugehen. Bei der jetzt leichten Zugänglichkeit von Thalliumpräparaten muß in unklaren Fällen an Thalliumvergiftung gedacht und es müssen entsprechende Untersuchungen veranlaßt werden.

Der Nachweis und die Bestimmung des Thalliums in Leichenteilen kann schwierig sein. Thallium entzieht sich unter Umständen im üblichen Analysengang dem Nachweis. Es werden daher geeignete Methoden des Thalliumnachweises aus Leichenteilen dargelegt. Für forensische Zwecke sind der Salpeter-Schwefelsäure-Aufschluß nach *Denigés* und die Jodkaliumreaktion am geeignetsten, wenn diese unter den angegebenen Arbeitsbedingungen ausgeführt wird. Schnell, einfach und dem chemischen Nachweis in der Empfindlichkeit überlegen, ist die spektrographische Methode.

Des weiteren sind quantitative Untersuchungen in einzelnen Organen ausgeführt worden, und zwar neben den rein chemischen erstmalig auch spektrographische. Derartige Bestimmungen erlangen erhebliche Bedeutung für die Klärung einer Reihe von Fragen nicht nur gerichtsmedizinischer Natur, wie z. B. Zeitpunkt, Häufigkeit und Art der Gifteinverleibung, sondern auch der Giftwirkung des Thalliums überhaupt. Ihre Durchführung empfiehlt sich daher regelmäßig in allen zukünftigen Fällen.

Literaturverzeichnis.

Althoff, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **11**, 478 (1928). — *Barbaglia*, V., Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **16**, 320 (1931). — *Brieger*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **10**, 634 (1927). — *Buschke* u. *Langer*, Münch. med. Wschr. **1927**, Nr 35, 1494. — *Buschke* u. *Peiser*, Erg. Path. Lubarsch-Ostertag **25**, 1 (1931). — *Buschke*, *Peiser*, *Klopstock*, Dtsch. med. Wschr. **1926**, Nr 37, 1550. — *Cortella*, E., Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **14**, 30 (1930). — *Dal Collo*, P. G., Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **5**, 457 (1925). — *Deutsch*, Klin. Wschr. **1929**, Nr 44, 2052. — *Duditz*, A., Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**, 190 (1932). — *Fridli*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **15**, 478 (1930). — *Fuld*, Münch. med.

Wschr. **26**, 1124 (1928). — *Greving, R.*, u. *O. Gagel*, Klin. Wschr. **1928**, Nr 28, 1323. — *Guttmann-Hecht-Langecker*, Münch. med. Wschr. **1931**, Nr 18, 777. — *Haberda*, Beitr. gerichtl. Med. **7**, 1 (1928). — *Hecke*, Virchows Arch. **269**, 28 (1928). — *Heinichen, W.*, Sammlung Vergiftungsfälle. Berlin: Vogel 1931. **2**, Lief. 2 u. Med. Klin. **1930**, Nr 42, 1579. — *Kaps*, Wien. klin. Wschr. **1927**, 30. — *Karrenberg, C. L.*, Sammlung Vergiftungsfälle. Berlin: Vogel 1932. **3**, Lief. 11 — Zbl. Hautkrkh. **42**, 1 (1932). — *Kobert, R.*, Lehrbuch Intox. Stuttgart 1893. — *Leschke*, Münch. med. Wschr. **1931**, Nr 40, 1695. — *Lubenau, Z.* Med. beanite **5**, 106 (1928). — *Luck*, Inaug.-Diss. Dorpat 1891. — *Lührig*, Pharm. Zentralhalle **1927**, 561. — *Lynch*, Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**, 33 (1932). — *Marmé, W.*, Nachr. K. Ges. Wiss. Göttingen **20**, 397 (1867). — *Merkel*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **13**, 237 (1929). — *Misch u. Baader*, Fortschr. Zahnheilk. **8**, 619 (1932). — *Nicoletti*, Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**, 236 (1932). — *Ormerod, M. J.*, Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **14**, 30 (1930). — *Petri, E.*, Pathologische Anatomie und Histologie der Vergiftungen. Berlin: J. Springer 1930. — *Roberti, C. E.*, Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**, 34 (1932). — *Rubenstein*, Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**, 34 (1932). — *Schee*, Beitr. gerichtl. Med. **7**, 14 (1928). — *Schneider*, Beitr. gerichtl. Med. **7**, 10 (1928) — Dtsch. Z. gerichtl. Med. **14**, 555 (1930). — *Schwarzacher, W.*, Münch. med. Wschr. **1930**, Nr 33, 1430. — *Seitz, A.*, Klin. Wschr. **1930**, 157. — *Timm*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**, 73 (1932). — *Varadi, Pál*, Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **17**, 25 (1931). — *Vásárhelyi, J.*, Dermat. Wschr. **92**, 649 (1931). — *Ward*, Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **17**, 25 (1931). — *Wigand, R.*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **20**, 207 (1933).
