

(Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Erlangen.  
Direktor: Professor Dr. H. Molitoris.)

## Toxikologische Mitteilungen.

Von  
Julius Schneller.

### a) Über den Thalliumnachweis in Leichenteilen.

Am 10. II. 1927 wurde in die Medizinische Klinik in Erlangen eine Frau mit unklaren Krankheitsscheinungen aufgenommen. Bei dem Eintritt wog die 167 cm große Frau 44 kg. Am 11. II. trat plötzlich starker Haarausfall auf. Da der Verdacht einer Vergiftung bestand, wurde der Vorstand des Institutes für gerichtliche Medizin zu Rate gezogen. Er äußerte die Vermutung, daß eine Thalliumvergiftung vorliegen könnte und schlug die Untersuchung von Ausscheidungen der Patientin durch das Institut vor. Die Patientin gestand schließlich auf eindringliche Fragen, daß sie etwa 10 Tage vor der Aufnahme  $\frac{1}{2}$  Tube Zelio-Paste auf Brot gestrichen eingenommen habe. Das Gewicht der Frau fiel weiter bis zum 20. IV. auf 36 kg, stieg aber dann langsam wieder etwas an, so daß bei der Entlassung, 6 Monate nach der Aufnahme, ein Gewicht von 37 kg erreicht wurde. Über den Fall wurde von Greiving und Gagel seiner Zeit ausführlich berichtet.

Zeliopaste ist eine grün gefärbte gallertige Masse und zur Vergiftung von Ratten und Mäusen bestimmt. Sie wird von der I. G. Farben-Industrie Leverkusen hergestellt und kommt in Tuben in den Handel. Eine Tube hat 30 g Inhalt mit 2,5% Thalliumsulfat. Die Tube enthält somit etwa 0,75 g Thalliumsulfat. 20 mg Thallium soll genügen, eine 300 g schwere Ratte in 2—3 Tagen zu töten, also je Kilogramm Tier etwa 70 mg Thalliumsulfat. Unter der Voraussetzung, daß der Mensch gegen das Gift ungefähr ebenso empfindlich ist, würden für einen erwachsenen Menschen annähernd 5 g Thallium tödlich wirken. Die 44 kg schwere Frau hat im ganzen  $\frac{1}{2}$  Tube, also 0,37 g eingenommen, je Kilogramm mithin ungefähr 8 mg.

Thallium wurde auch eine Zeitlang als Enthaarungsmittel innerlich gegeben, wegen der Giftigkeit der Präparate wurde aber das Verfahren bald wieder verlassen.

Von der Patientin wurden am 14. V., also  $3\frac{1}{2}$  Monate nach Einnahme des Giftes, 390 g Kot und 1700 g Harn dem Institut für gerichtliche Medizin zur chemischen Untersuchung eingeschickt. Es gelang aber mit den gewöhnlichen Methoden nicht, Thallium in den Ausscheidungen nachzuweisen.

Es wurde deshalb nach einem einfachen und zuverlässigen Verfahren für den Thalliumnachweis gesucht. Thallium wird, wie unter anderem Eisen auch, aus Lösungen durch Schwefelammonium als

Schwefelverbindung gefällt. Da die Thalliumverbindungen ein sehr charakteristisches Spektrum liefern, wurde das Untersuchungsverfahren besonders daraufhin gerichtet. Nach einer größeren Reihe von Versuchen zeigte sich folgendes Verfahren als am besten geeignet:

Das Untersuchungsmaterial wird wie gewöhnlich mit Kaliumchlorat und Salzsäure zerstört. Zu einem Teil der abfiltrierten, nicht zu stark verdünnten Lösung, zu ungefähr 10—20 ccm, gibt man 1—2 Tropfen einer verdünnten Eisen-chloridlösung (1 Teil Liq. ferri sesquichlorati mit 10 Teilen Wasser verdünnt), macht mit Ammoniak eben alkalisch und fügt Schwefelammonium zu, so lange noch ein Niederschlag entsteht. Der gebildete schwarze Niederschlag von Schwefel-eisen enthält auch das Thallium als schwarzes Thalliumsulfat. Der Niederschlag wird auf einem möglichst kleinen Filter gesammelt, mit einem Magnesiastäbchen abgenommen und in die nicht leuchtende Flamme eines Bunsenbrenners gebracht. Die Flamme wird sofort mit einem Spektroskop beobachtet. Bei Anwesenheit von Thallium zeigt sich eine sehr schöne smaragdgrüne Linie ( $535 \mu\text{m}$ ). Da bei kleinen Thalliummengen die Linie sehr rasch wieder verschwindet, ist es nötig, sofort beim Einbringen des Niederschlags in die Flamme mit dem Spektralapparat zu beobachten. Dieser Nachweis ist außerordentlich charakteristisch, da kein anderes Metall eine ähnliche Linie zeigt. Die Reaktion ist auch sehr empfindlich, denn diese Linie ist schon zu beobachten, wenn der in die Flamme gebrachte Niederschlag ungefähr 0,001 mg Thallium enthält.

Von den chemischen Reaktionen für den Thalliumnachweis verdient besonders Erwähnung der Nachweis durch Jodkalium, das hellgelbes Thallojodid fällt, das in Wasser nur sehr wenig löslich ist. Ammonium-sulfid fällt aus Thalliumlösungen schwarzes Thallosulfid. Bei der Einfachheit, Sicherheit und Empfindlichkeit des spektroskopischen Nachweises können aber die chemischen Reaktionen entbehrzt werden.

Mit welcher Sicherheit der Nachweis des Thalliums in Ausscheidungen und Leichenteilen noch gelingt, geht aus einer Reihe von Versuchen hervor. Von den Tieren, die Thalliumverbindungen erhielten zur Prüfung der Einwirkung auf die Nerven der Tiere (*Greving*), wurden gelegentlich Harn und Kot, von den verendeten Tieren auch Ein-geweideteile untersucht.

Ein 28,5 kg schwerer Hund hat am 21. VI. 1927 eine halbe Tube Zeliopaste erhalten, das heißt etwa 0,37 g Thalliumsulfat, mithin je Kilogramm ungefähr 0,013 g Thalliumsulfat. Er hat also noch nicht einmal die doppelte Menge von dem erhalten, was die Kranke zu sich genommen hat. Am 7. Tage konnte Thallium noch leicht in 8 g Kot und im Harn nachgewiesen werden. Am 9. VIII. erhielt der Hund noch einmal  $1/2$  Tube Zeliopaste. Als er am 19. VIII. verendete, gelang der Thalliumnachweis noch in 1 g Lunge, Herz, Darm, Milz, Nieren, Harn und Muskeln, in 3 g Leber und in 10 g Bauchhaut mit Haaren, wo die Reaktion allerdings nur noch eben kenntlich ausfiel.

Bei einem anderen Tier, das je Kilogramm 0,03 Thalliumacetat erhalten hat, konnte das Thallium nicht nur in den Eingeweiden, sondern auch in 25 g Knochen nachgewiesen werden.

Ein anderes Kaninchen erhielt am 6. XI. 1927 0,01 Thalliumacetat mit dem Erfolge, daß am 5. XII. der Thalliumnachweis noch gelang in 1 ccm Harn, je 5 g Magen, Dünnd- und Dickdarm, je 10 g Nieren, Leber, Brusteingeweide und in

20 g Muskulatur. Bei einem weiteren Kaninchen, das ebenfalls je Kilogramm 0,01 Thalliumacetat bekommen hatte, gelang der Nachweis in je 1 ccm Harn nur 14 Tage lang, nach 3 Wochen nur mehr in 10 ccm Harn. Es zeigen sich also beträchtliche Unterschiede im Verhalten bei den einzelnen Tieren. Ja einmal konnte bei gleicher Dosis nach Ablauf der gleichen Zeit in 100 ccm Harn kein Thallium mehr nachgewiesen werden.

#### *Zusammenfassung.*

Auch geringe Mengen von Thallium lassen sich in Leichenteilen noch spektroskopisch nachweisen nach Zerstörung der Organe mit Kaliumchlorat-Salzsäure und Ausfällen mit Schwefelammonium.

Die Versuche zeigen, daß Thallium nur sehr langsam aus dem Körper ausgeschieden wird und geringe Mengen lange Zeit festgehalten werden.

#### **b) Ein Fall von kombinierter Vergiftung mit Luminal und Veronal.**

Ein 19 Jahre altes Fräulein wurde morgens bewußtlos im Bette aufgefunden. Der sofort zugezogene Arzt stellte vollständige Bewußtlosigkeit, Fehlen der Reflexe, herabgesetzte Temperatur und schwachen Puls fest. An den Sehlöchern war nichts Auffälliges zu beobachten. Der Harn mußte mehrmals mit Katheter entleert werden. Dieser Zustand dauerte unverändert an, bis nach 2 Tagen der Tod eintrat. Nähere Angaben über den Verlauf der Erkrankung waren leider nicht zu erhalten.

Die Leichenöffnung ergab unter anderem nachstehenden Befund: Bronchopneumonische Herde in beiden Lungen, frische fibrinöse Pleuritis beiderseits, trübe Schwellung von Herzmuskel, Leber und Nieren, frisch geplatzter Follikel im linken Eierstock, Hyperämie des Gehirns und der weichen Hämäte.

Der Verdacht der Vergiftung mit einem Schlafmittel lag nahe. Nachforschungen durch den Arzt hatten ergeben, daß der Verstorbenen Luminal und Veronal zugänglich waren. Der Arzt hatte deshalb versucht, durch Ausschütteln mit Äther aus dem ersten, durch Katheterung gewonnenen Harne das Schlafmittel zu isolieren. Er hatte dabei 0,246 g eines fast weißen Pulvers gewonnen, das er dem Institute zur weiteren Untersuchung überbrachte.

Das Pulver erwies sich schwer löslich in kaltem Wasser, etwas leichter löslich in heißem Wasser. In Chloroform, Äther und Alkohol war es sehr leicht löslich. Die mikrochemische Untersuchung ergab, daß eine organische stickstoffhaltige Verbindung vorlag. Eine wässrige Lösung gab mit *Millons* Reagens einen weißen, im Überschusse löslichen Niederschlag, mit *Denigès* Merkurisulfatlösung einen weißen Niederschlag, Reaktionen, wie sie alle Barbitursäureabkömmlinge liefern, zu denen ja auch Veronal und Luminal gehören. Zur Unterscheidung, welche von den beiden Verbindungen vorlag, wurde die Überführung in einen Diazokörper und dessen Nachweis versucht, der gelang. Damit war die Anwesenheit von Luminal höchst wahrscheinlich geworden. Die weitere Untersuchung ergab aber für die gewonnene Masse einen Schmelzpunkt von 151—155°. Dieser entspricht dem des reinen Luminals mit 172° nicht. Es mußte also entweder ein anderes Präparat oder eine Mischung von Luminal mit einer anderen Verbindung vorliegen, was das wahrscheinlichere war. Da die Verstorbene neben Luminal auch Veronal hatte erreichen können, lag die Vermutung nahe, daß es sich bei den gewonnenen Rückständen um eine Mischung von diesen beiden

Körpern handle. Daraufhin angestellte Untersuchungen haben ergeben, daß ein Gemisch von Luminal und Veronal etwa im Verhältnis 3:1 den gleichen Schmelzpunkt zeigt. Selbstverständlich soll damit aber nicht behauptet werden, daß die beiden Mittel auch in dem gleichen Verhältnis eingenommen worden sind.

Es wurde nunmehr versucht, Luminal in reinem Zustande aus dem Untersuchungsmaterial abzuscheiden. Luminal ist in kaltem Wasser schwerer löslich als Veronal. Die gewonnenen Massen wurden deshalb in wenig heißem Wasser gelöst, die Lösung abgekühlt, wobei sich weiße, blätterige Krystalle ausschieden, die durch Abnutzen von der Mutterlauge getrennt wurden. Die erhaltenen Krystalle zeigten, im Exsiccator getrocknet, einen Schmelzpunkt von 161—163°, der nach Wiederholung der geschilderten Reinigung auf 165—168° stieg und nach weiterer Reinigung 170—172° erreichte, was dem Schmelzpunkte des reinen Luminals mit 172° sehr nahe kam. Auch eine Mischung von reinem Luminal mit den so gereinigten Krystallen schmolz bei 172°. Damit war die Anwesenheit von Luminal in der überreichten Probe erwiesen.

Was nun den anderen in dem Gemenge enthaltenen Stoff betrifft, so war es nach der Auffindung von Veronal in der Wohnung der Verstorbenen sehr wahrscheinlich, daß es sich um dieses Präparat handelt, umso mehr, als ein Gemisch von diesem mit Luminal den gleichen Schmelzpunkt zeigen kann, wie die aus dem Harn gewonnene Masse. Um aber auch das Veronal sicher nachzuweisen, wurde die nach Auskrystallisieren des Luminals zurückbleibende Mutterlauge untersucht. Dabei zeigte sich, daß das Veronal nicht genügend von dem Luminal getrennt werden konnte, da von diesem Körper immer noch so viel beim Auskrystallisieren in der Lösung zurückgeblieben war, daß nach Eindampfen die erhaltenen Massen einen wesentlich tieferen Schmelzpunkt zeigten als den des reinen Veronals (191°), nämlich 148—155°. Auch durch wiederholtes Auflösen in heißem Wasser, Abkühlen, Filtrieren und Eindampfen des Filtrates konnte der Schmelzpunkt nicht höher als 161—167° gebracht werden. Auch alle anderen Versuche, das Veronal zu isolieren, schlugen fehl. Doch zeigte Lösung der gereinigten Masse mit *Millons* Reagens und *Denigès*-Merkurisulfatlösung einen viel stärkeren Niederschlag als es dem zurückgebliebenen Spuren von Luminal entsprach, so daß mit Sicherheit auf die Anwesenheit eines weiteren Körpers der Barbitursäuregruppe geschlossen werden konnte. Auch nach Auflösung der Masse in Ammoniak und Wiederausfällen in Phosphorsäure auf dem Objektträger konnten weder die typischen nadelartigen Krystalle des Luminals noch die tafelförmigen des Veronals erhalten werden, es entstanden vielmehr Formen, wie sie auch aus einem Gemisch von beiden Mitteln in einem Vergleichspräparat ausfielen. Nach all diesen Untersuchungen und dem Ergebnis der Nachforschungen in der Wohnung der Kranken erscheint es in hohem Maße wahrscheinlich, daß das neben dem Luminal gewonnene Schlafmittel Veronal war.

Irgend ein Anlaß, warum sich die Verstorbene vergiftet hatte, konnte nicht ermittelt werden.

### c) Über den Nachweis von Arsenik im mikroskopischen Präparat.

Vor einiger Zeit wurden dem Institute für gerichtliche Medizin von der Staatsanwaltschaft ein Magen zugeschickt mit der Bitte, den der Schleimhaut aufliegenden Belag mikroskopisch zu untersuchen. Sollte sich hierbei der Verdacht einer Vergiftung ergeben, so sollte im Anschluß daran eine gerichtlich-chemische Untersuchung vorgenommen werden.

Der Magen samt Inhalt befand sich in einem Gefäß mit verdünnter *Formalinlösung*. Nach Herausnahme und Eröffnung des Magens zeigte sich neben reichlichem graubraunen, dünnflüssigen Inhalt an der großen Krümmung in der Nähe des Pfortners ein fast handtellergroßer grau-weißlicher bis 1 mm dicker Belag, teilweise leicht von der Unterlage ablösbar. Auch an anderen Teilen, besonders in der Nähe des Pylorus, waren meist auf der Höhe der Falten ähnliche Beläge zu finden, wenn auch nicht in so großer Ausdehnung.

Um über die Art des Belages näheren Aufschluß zu erhalten, wurde ein Stückchen Magenwand an dieser Stelle zur mikroskopischen Untersuchung entnommen und nach Einbettung in Paraffin geschnitten. Bei der Betrachtung mit dem Mikroskop zeigte sich, daß der oberste Teil der Schleimhaut zerstört ist. Auf ihr liegt eine lockere Fibrinschichte, in die eingebettet farblose, krystallinische Massen sich finden.

Zur Feststellung der Art dieses krystallinischen Stoffes wurde versucht, ihn mikrochemisch zu identifizieren. Da der Verdacht nahe lag, daß es sich um Arsenik handle, so wurde zuerst auf diesen geprüft. Am besten bewährte sich dabei die sogenannte *Bettendorfsche Reaktion*: Eine Auflösung von Stannochlorid in rauchender Salzsäure fällt aus arsenhaltigen Lösungen metallisches schwarzbraunes Arsen. Die Darstellung des Reagens braucht nicht auf die umständliche Weise zu erfolgen, wie sie das deutsche Arzneibuch vorschreibt, sondern es kann nach den Angaben von *Ferraro* und *Carrobio* dadurch bereitet werden, daß man in je 1 ccm konzentrierter Salzsäure von mindestens 1,19 spezifischem Gewicht etwa 30 mg Zinn löst. Nur stärkste Salzsäure eignet sich; das Zinn kann sehr gut in Form von Stanniol zur Anwendung gelangen. Nach erfolgter Lösung filtriert man durch Glaswolle. Die Lösung ist haltbar. Setzt man von dem Reagens zu dem trockenen entparaffinierten Schnitt einen Tropfen und bedeckt mit einem Deckglas, so tritt in der Umgebung der Krystalle ein feinkörniger, braunschwarzer amorpher Niederschlag auf, der bei Anwesenheit reichlicher Krystalle auch mit dem bloßen Auge erkannt werden kann. Die Reaktion ist sehr empfindlich. Antimon gibt sie nicht, wohl aber die ja meist nicht in Frage kommenden Selenverbindungen. Selbstverständlich kann die Reaktion auch verwendet werden, um ein Pulver

als Arsenik zu erkennen; auch zum Nachweis von arsenikhaltigen Lösungen kann das Reagens dienen bei Benützung von Reagensgläsern oder bei geringen Mengen unter Verwendung von Capillaren.

Nach dem Ergebnis dieser Probe wurde dem Ersuchen der Staatsanwaltschaft entsprechend die chemische Untersuchung vorgenommen und das Arsen mit dem *Marshschen Apparat* im Magen nachgewiesen.

#### d) Über den mikrochemischen Nachweis der Halogene Chlor, Brom und Jod.

Bei dem gerichtlich-chemischen Nachweis von Giften werden meist nur geringe Mengen gefunden. Während die meisten von diesen Stoffen charakteristische Reaktionen geben, ist das bei Arzneimitteln oft nicht der Fall. Bei diesen kommen neben Gruppenreaktionen der Nachweis des Schmelz- oder Siedepunktes in Frage. Manchmal kann auch der Nachweis einzelner Elemente, besonders der Halogene, von Bedeutung sein. Da die meist nur geringen zur Verfügung stehenden Mengen für die gewöhnlichen makroskopischen Reaktionen nicht ausreichen, wurde versucht, die üblichen chemischen Methoden auch für den mikrochemischen Nachweis verwendbar zu machen.

Durch Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure unter Zusatz von doppelchromsaurem Kalium gelingt es, aus den organischen Verbindungen die Halogene frei zu machen, ebenso aus ihren Verbindungen mit den Metallen. Das freigewordene Halogen kann dann durch entsprechende Reaktionen nachgewiesen werden.

Zu der Bestimmung werden etwa 4 cm lange Capillaren von ungefähr 1 bis 1,5 mm lichter Weite benutzt. Weiter verfertigt man sich aus reinstem gehärtetem Filtrierpapier kleine gleichschenkelige Dreiecke, etwa 7—8 mm lang und an der Basis so breit, daß sie eben nicht mehr ganz in die Capillaren hineingesteckt werden können, also etwa 1,5—2 mm breit. Diese Dreiecke werden mit der Spitze in die für den Nachweis der einzelnen Halogene nötigen Reagentien so eingetaucht, daß sie nur 2—3 mm davon befeuchtet werden. Dann gibt man eines, nachdem es nötigenfalls getrocknet wurde, mit einer Pinzette die Spitze voraus in eine Capillare und drückt es etwas hinein, so daß ein Herausfallen beim Umdrehen des Röhrchens nicht mehr möglich ist. In das andere Ende kommt darauf die Untersuchungssubstanz. Ist sie flüssig, so läßt man eine Säule von 2 mm Länge aufsaugen; ist sie dagegen fest, so wird sie in Wasser gelöst, oder, wenn sie nicht wasserlöslich ist, mit Wasser zu einem Brei angerieben; oder man bringt von dem Pulver einige Körnchen, höchstens 1 cmm, in das Röhrchen. Dieses wird außen sorgfältig gereinigt, dann taucht man das gleiche Ende in Bichromat-Schwefelsäure. Zu ihrer Herstellung wird soviel reinstes, fein gepulvertes, doppelchromsaures Kalium in reinster Schwefelsäure eingetragen, daß nach wiederholtem Umrühren noch etwas ungelöst bleibt. Von dieser Säure bringt man einige Tropfen auf ein Uhrglas und taucht das mit der Untersuchungssubstanz beschickte Ende der fast waagerecht gehaltenen Capillare in die Säure ein, so daß eine Flüssigkeitssäule von ungefähr 1 cm Höhe durch Capillarwirkung eingesaugt wird. Zwischen Flüssigkeit und Reagenspapier muß noch ein Abstand von etwa 1 cm bleiben. Da ein Verschließen des Röhrchens am unteren Ende durch Zusammelzen meist

nicht gelingt, kann dazu Plastolin benutzt werden, wie es *Hauser* für die *Uhlenhutsche* Blutuntersuchung in Capillaren angegeben hat. Man preßt ein Stückchen Plastolin zwischen den Fingern zu einer ungefähr 2—3 mm dicken Scheibe, durch die die außen gut gereinigte Capillare gebohrt wird. So entsteht ein Plastilinpropf, der für einige Zeit das Röhrchen genügend dicht verschließt. Durch mehrfaches Neigen und Wiederaufrichten erfolgt die Mischung der Flüssigkeit oder des Pulvers mit der Säure. Ist bei Einfüllen zwischen Lösung und Reagens eine Luftblase entstanden, so läßt sich diese entfernen, indem man das Röhrchen leicht klopft oder in eine Zentrifuge bringt und kurz ausschleudert. Eine Luftblase zwischen Säure und Plastilinpropf ist vorteilhaft, da dann der Verschluß länger dicht hält. Eine leichte Erwärmung der Capillare zur Beschleunigung der chemischen Umsetzung ist meist nicht notwendig, da schon durch die Vermischung von Wasser und Schwefelsäure eine Temperatursteigerung eingetreten ist. Das Röhrchen wird nun aufrecht in ein Becherglas gestellt oder sonstwie senkrecht aufgerichtet. Man beobachtet, wenn nötig mit Hilfe einer Lupe, von Zeit zu Zeit die Spitze des eingesteckten Filtrierpapierstreifens auf Veränderungen.

Was die einzelnen *Halogene* betrifft, so erfolgt der *Jodnachweis* durch frisch bereiteten Stärkekleister, in den die Spitze des Reagenspapiers getaucht wurde.

Zu seiner Herstellung werden ungefähr 20 ccm Wasser in einer Porzellanschale zum Sieden gebracht und dazu unter Umrühren eine Aufschwemmung von einer Messerspitze Stärke (etwa 0,1 g) in ungefähr 5 ccm Wasser geschüttet; das Kochen wird noch einige Minuten fortgesetzt. Die Lösung ist nach Abkühlen sofort gebrauchsfertig. Sie ist nach Sättigung mit jodfreiem Kochsalz haltbar; doch ist die Bereitung der Stärkelösung so einfach, daß man sie am besten immer frisch herstellt. Das in die Stärkelösung getauchte Reagenspapier muß noch feucht in die Capillare eingeführt werden. Das Einfüllen der Untersuchungssubstanz und der Schwefelsäure sowie das Verschließen des Röhrchens geschieht wie oben erwähnt. Nach einigen Sekunden, oder bei geringen Mengen von Jod erst nach Minuten, bläut sich die Spitze des Filtrierpapiers deutlich. Die geringste Menge von Jod, die so nachweisbar war, betrug  $0,2 \gamma$  ( $1 \gamma = 1 \mu\text{g} = 1 \text{ Mikrogramm} = 0,001 \text{ mg}$ ).

Zum Nachweis von *Brom* eignet sich das von *Baubigny* empfohlene Fluoresceinpapier.

Etwa 0,1 g dieses Farbstoffes werden in 20 ccm 50 proz. Essigsäure gelöst; in diese Lösung wird die Spitze eines der erwähnten Dreiecke von Filtrierpapier eingetaucht. Dann trocknet man, befeuchtet mit destilliertem Wasser und bringt das Papier in die Capillare. Deren Füllung mit Untersuchungsmaterial und Reagens, das Verschließen usw. siehe oben. Bei Gegenwart von Brom geht die Farbe der Papierspitze von einem gelblichen Grün in ein sehr deutliches Rot über. Die geringste noch nachweisbare Menge war  $1 \gamma$  Brom.

*Chlor* läßt sich dadurch nachweisen, daß es befeuchtetes Lackmuspapier, sowie mit dünner Indigolösung gefärbtes Papier bleicht. Hat man sich überzeugt, daß in der Untersuchungssubstanz Jod fehlt, so kann auch Stärkekleister benutzt werden, dem 2% Jodkalium zugefügt ist. Das Chlor macht aus dem Jodkalium Jod frei, das dann den Stärkekleister blau färbt. Bei größerern Mengen Chlor schwindet aber die blaue Farbe wieder. Die Erfassungsgrenze bei dieser Methode beträgt

ungefähr 0,2 γ Chlor. Fehlt in der zu prüfenden Substanz auch Brom, so kann man, statt das getrocknete Fluorescinpapier mit destilliertem Wasser zu befeuchten, eine etwa 2proz. Bromkaliumlösung benützen. Das Chlor macht dann aus dieser Lösung Brom frei, das das Auftreten einer roten Farbe auf dem Reagenspapier verursacht.

Vor der Anwendung dieser Untersuchungsmethoden empfiehlt es sich sehr, einige Übungsversuche anzustellen. Auch sind die angewandten Reagentien darauf zu prüfen, ob sie frei von Halogenverbindungen sind. Ferner sind die gebrauchten Reagenspapiere auf ihre Wirksamkeit zu prüfen.

#### Literaturverzeichnis.

*Ferraro, A., u. A. Carrobio, Z. analyt. Chem.* **46**, 477 (1907). — *Fresenius, C. R., Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse.* 17. Aufl. 1919. — *Grevig, R., Münch. med. Wschr.* **1928**, 283. — *Grevig, R., u. O. Gagel, Klin. Wschr.* **1928**, 1323 — *Z. Neur.* **120**, 805. — *Hauser, G., Münch. med. Wschr.* **1904**, Nr 7. — *Rosenthaler, L., Der Nachweis organischer Verbindungen.* 1914. — *Schneller, Dtsch. Z. gerichtl. Med.* **7**, 269.