

Leichenverbrennung und forensischer Giftnachweis.

III. Mitteilung. Organsterilisation.

Von

Dr. Fritz Lippich,

ao. Prof. für physiolog. Chemie a. d. deutschen Universität in Prag.

Mit 4 Textabbildungen.

In einer in dieser Zeitschrift veröffentlichten Abhandlung¹⁾ habe ich eine neue, zur Konservierung von Giften in Leichenteilen bestimmte Methode mitgeteilt. Die Grundlage dieser Methode bildet die Verwendung der Sterilisation als hauptsächlich konservierenden Faktors. Allgemein müßte eine Konservierungsmethode im Idealfalle selbstverständlich ohne desinfizierenden, aber womöglich auch ohne jeden Zusatz überhaupt auskommen; sie müßte die Erhaltung des Giftes in qualitativer und quantitativer Hinsicht durch praktisch beliebig lange Zeit gewährleisten, bei möglichst allgemeiner Anwendbarkeit und möglichst einfacher Ausführung. Es wurde in der angeführten Abhandlung eingehend zu begründen versucht, warum wir in absehbarer Zeit kaum in die Lage kommen dürften, dieses Ideal in jeder Hinsicht praktisch zu verwirklichen. Wir werden also genötigt sein, von vornherein bei jeder Methode mit einer „Einschränkung“ der Idealforderungen in der einen oder anderen Richtung zu rechnen, vorausgesetzt, daß dadurch die praktische allgemeine Anwendbarkeit und die Einfachheit der Ausführung keine in Betracht kommende Einbuße erleiden. Es handelt sich dabei um den Standpunkt, daß der Besitz einer solchen Konservierungsmethode für die gerichtliche Chemie nicht nur die Lösung eines alten Problems darstellt, sondern für sie ganz allgemein von großer Bedeutung ist, trotz der vereinzelt Fälle in denen es offenbar einem zufälligen Zusammentreffen günstiger Umstände zu verdanken war, daß keine vollständige Zerstörung des einen oder anderen organischen Giftes auch längere Zeit nach dem Tode bzw. nach der Bestattung erfolgte. Andererseits dürfte eine solche Konservierungsmethode um so mehr zur Notwendigkeit werden, je mehr wir uns einer Ära nähern, in welcher die Leichenverbrennung die vorherrschende Bestattungsform wird. Auch hierüber habe ich mich in zusammenfassender Weise²⁾ unter

¹⁾ **1**, 217 u. 268. 1922.

²⁾ Naturwiss. Zeitschr. „Lotos“ **71**, 421. 1923. Vgl. auch „Die Umschau“ **26**, 81. 1923.

möglichster Berücksichtigung aller hierhergehöriger Fragen geäußert, wozu auch unter anderem die kritische Beurteilung jener obenerwähnter Fälle des Giftnachweises nach langer Bestattungsdauer und der Widerstandskraft organischer Gifte gegen die Fäulnis überhaupt gehören.

In der eingangs angeführten Abhandlung wurde in einer größeren allgemeinen Versuchsreihe gezeigt, daß sich die Sterilisation tatsächlich zur Konservierung von Giften bei Gegenwart eines sehr großen Überschusses an organischem Material, bestehend hauptsächlich aus Eiweiß und seinen Spaltungsprodukten eignet, u. zw. für eine Anzahl von Giften derart, daß praktisch unseren Idealforderungen ohne „Einschränkung“ genügend nahe entsprochen wird. Aus einer Anzahl spezieller Versuchsreihen ging dann hervor, daß die Alkaliempfindlichkeit einiger Gifte einerseits und andererseits die besonders hohe Reaktionsfähigkeit mancher Gifte gewisse „Einschränkungen“ der Idealforderungen notwendig machen, um der Methode den genügenden Grad allgemeiner Anwendbarkeit zu sichern. Die prinzipiell wichtigste derselben ist der obligate Zusatz einer überschüssigen, über die Neutralisation entsprechend weit hinausgehenden Säuremenge zu den zu sterilisierenden Objekten in Form von Weinsäure. Es wurde seinerzeit auch die Möglichkeit erörtert, daß ein solcher Zusatz zu Komplikationen führen kann, jedoch wie leicht ersichtlich nur in seltenen Ausnahmefällen, die außerdem mehr theoretisch konstruiert als praktisch zu befürchten sind. Weitere „Einschränkungen“ sind eigentlich selbstverständlich und beziehen sich darauf, daß bei einigen besonders labilen und reaktionsfähigen Giften mit einer quantitativen Erhaltung durch beliebig lange Zeit von vornherein nicht gerechnet werden kann. Es kommt nur darauf an, wie gezeigt wurde, auch in diesen Fällen eine genügend lange Erhaltungsdauer zu garantieren, was eben gerade durch den geforderten Zusatz überschüssiger Säure erreicht wird.

Eine theoretisch völlige Sterilisierung kann eigentlich nur durch Erhitzen erzielt werden. Durch Kälte wird die Entwicklung der Mikroorganismen, die Tätigkeit der Fermente usw. um so sicherer gehemmt werden, je tiefer die Temperatur ist; diese tiefe Temperatur muß aber dauernd einwirken, zum mindesten müssen, wie schon seinerzeit¹⁾ hervor gehoben wurde, die Objekte in dauernd durchgefrorenem Zustande verharren. Dazu sind besondere, dauernd im Betrieb stehende Gefrieranlagen notwendig, auch müßte der evtl. Versand solcher Objekte unter den gleichen Gesichtspunkten erfolgen. Ersichtlich würde also diese Art der Sterilisation keineswegs der Forderung möglichst einfacher Durchführbarkeit in der Praxis entsprechen. Dagegen entspricht die Hitzesterilisation dieser Anforderung in weitgehendem Maße. Aus einer

¹⁾ l. c.

früher mitgeteilten Versuchsreihe¹⁾ scheint zwar hervorzugehen, daß bezüglich gewisser Gifte bei der Kältesterilisation etwas bessere Resultate erzielt werden; doch ist, wie schon damals hervorgehoben wurde, diese Überlegenheit keineswegs eine so große, daß es nicht nur zweckmäßig, sondern sogar geboten erscheint, zunächst der Hitzesterilisation sein besonderes Augenmerk zuzuwenden. Die alsbald mitzuteilenden Versuche sind wohl geeignet, diesen Standpunkt noch weiter zu rechtfertigen.

Die bisher veröffentlichten Versuche²⁾ haben erwiesen, daß die Sterilisation und insbesondere auch die Hitzesterilisation eine geeignete Giftkonservierungsmethode darstellt und sie haben die Richtlinien ermittelt, die der Methode einen entsprechenden Grad von allgemeiner Anwendbarkeit sichern und ihrer weiteren praktischen Auswertung zugrunde zu legen sind. In diesem Sinne sind jene Versuche Vorversuche. Daher kam bei ihnen insbesondere aus analytischen Gründen Blut als organische Grundlage zur Verwendung. Letzteres wurde also, wie übrigens schon seinerzeit betont, nicht als forensisches Objekt betrachtet. Andererseits gestatten aber dieselben Versuche in praktischer Beziehung den Rückschluß, daß die Sterilisation von Blut und stark bluthaltigen Organen als forensischen Objekten zu durchaus entsprechenden Resultaten führen wird. Es sei mit Rücksicht auf die gewonnenen Ergebnisse noch darauf hingewiesen, daß die Gegenwart größerer Mengen Blutfarbstoffes eine besondere Komplikation darstellt, da dieser wie bekannt, zu einer Anzahl von Giften spezielle chemische Beziehungen hat. Durch die Abspaltung der prosthetischen Gruppe im sauren Milieu d. h. also durch einen gewissen Säureüberschuß, wird diese Komplikation zwar nicht völlig beseitigt, ihr aber gewiß ein wirksames Gegengewicht geboten.

Wenn nun auch die bisherigen Versuche in obigem Sinne schon praktisch verwertbar sind, so ist damit noch keineswegs ein endgültiger Standpunkt gewonnen. Als notwendige ergänzende und erweiternde Versuche wäre es am naheliegendsten, die Organe vergifteter Tiere zu sterilisieren. Da aber die äußeren Verhältnisse derartiger Versuche zur Zeit nicht gestatten, so wurde eine Versuchsserie in alsbald zu beschreibender Weise durchgeführt, mit welcher ich der Wirklichkeit nicht weniger nahe gekommen zu sein glaube als mit Tierversuchen. Es bedarf wohl keiner weiteren Begründung, warum wie in den früheren, so auch in diesen Versuchen nur organische Gifte berücksichtigt wurden.

Allgemeine Versuchsanordnung.

Dem Untertitel dieser Abhandlung zufolge handelte es sich nunmehr um die Sterilisation von Organen, und zwar kamen in der vorliegenden

¹⁾ l. c.

²⁾ l. c.

Versuchsserie nur menschliche Mägen¹⁾ zur Verwendung. Diese stammten von ausschließlich zur sanitätspolizeilichen Obduktion eingelieferten Fällen, bei welchen die fast durchwegs plötzliche Todesursache durch die Sektion der übrigen Organe einwandfrei festzustellen war. Der Magen wurde doppelt unterbunden der Leiche entnommen, von Fett und sonstigen Anhängen möglichst befreit, samt Inhalt gewogen und sogleich in das Sterilisiergefäß eingebracht. Erwies sich das letztere als allzusehr gefüllt, so wurde in einzelnen Fällen eine entsprechende Menge Mageninhalt entleert oder ein Teil des Magens abgetragen. An dem im Sterilisiergefäß befindlichen Magen wurde sodann die eine Ligatur gelöst, ein Trichter mit längerem Rohr unter Emporheben des einen Magenendes eingeführt, durch diesen die Giftlösung bzw. das Gift und die Weinsäurelösung eingefüllt, die Ligatur geschlossen und der Mageninhalt durch Heben und Senken des Magens gut gemischt. Sodann wurde das Gefäß geschlossen und in einem kühlen Raume, manchmal auch bei Zimmertemperatur durch mindestens 5—6 Stunden meist wesentlich länger belassen.

Durch diese Versuchsanordnung sollte bei intaktem Magen möglichst eine ähnliche Verteilung des Giftes vor der Sterilisation erzielt werden, wie sie in einem entsprechenden Vergiftungsfalle in dem eben der Leiche entnommenen Magen herrschen würde. Der in einem solchen Magen eben enthaltenen Giftmenge entspräche die von uns eingeführte. Sollte dieser Magen der Sterilisation unterworfen werden, so müßte alsbald ein entsprechender Weinsäurezusatz erfolgen. Dem entspricht die mit dem Gift gleichzeitig eingeführte Weinsäure in unseren Versuchsfällen. Nur insofern ergibt sich ein Unterschied, als die Verteilung des Giftes im Magen der Giftleiche vor dem Zusatz der Weinsäure erfolgte, während in unseren Fällen diese Verteilung bei Gegenwart der Weinsäure nachträglich erfolgen soll. Ich glaube aber, daß der schließliche Endzustand in beiden Fällen der gleiche sein dürfte. Die beschriebene Versuchsanordnung entspringt also einem besonderen Zwecke und es soll keinesfalls daraus die Forderung abgeleitet werden, daß diese bei evtl. praktischer Durchführung in einem Vergiftungsfalle unbedingt als Norm zu gelten habe. Die Unterlassung der Mageneröffnung bei der forensischen Obduktion eines solchen Falles wäre selbstverständlich ein grober Fehler. Für den Erfolg der Sterilisation dürfte es im wesentlichen gleichgültig sein, ob der Magen eröffnet ist oder nicht. Im Gegenteil würde es sich aus manchen Gründen unter Umständen empfehlen, Magen- und Mageninhalt getrennt zu sterilisieren. Auch gegen eine Zerkleinerung des Magens vor der Sterilisation wäre im gegebenen Falle nichts ein-

¹⁾ Dieses Material verdanke ich dem lebenswürdigen Entgegenkommen des Herrn Prof. Dr. *Paul Dittrich*, Vorstand des deutschen gerichtlich-medizinischen Institutes in Prag.

zuwenden. Es könnte dieser Vorgang sogar mit Rücksicht auf die Verwendung besonderer Sterilisiergefäße von Vorteil sein. Bei flüchtigen Giften würden allerdings bei unvorsichtiger Vornahme einer solchen Zerkleinerung erhebliche Verluste entstehen können. Da aber hier der Geruch meist einen entsprechenden Anhaltspunkt geben wird, so können derartige Fehlgriffe wohl leicht vermieden werden.

Von diesen Fällen abgesehen, wird es also im allgemeinen bei der Sektion zur Entleerung des Mageninhaltes kommen; dies ist für die Sterilisation in dem Sinne sogar von Vorteil, als durch Prüfung der Reaktion und Messung der Menge dieses Inhaltes eine genauere Dosierung des Weinsäurezusatzes erfolgen kann. Nach den bisherigen Versuchen ergab sich ein Weinsäuregehalt von 2% als zweckmäßig. Bei den vorliegenden Versuchen wurde anfangs getrachtet, den Mageninhalt abzuschätzen und danach den Weinsäurezusatz zu bemessen. Da diese Abschätzung jedoch häufig Schwierigkeiten bereitete, so wurden bei möglicher Einhaltung des Füllungsgrades des Sterilisiergefäßes von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ seines Volumens in fast sämtlichen Fällen 3 g Weinsäure in der passenden Menge Wassers mitunter in einem Teil des entnommenen Mageninhaltes gelöst zugesetzt. Daß auf diese Weise wohl in keinem der Versuche der geforderte Gehalt von 2% auch nur annähernd erreicht wurde, schien mit Rücksicht auf die Beurteilung der Resultate vorteilhafter, als wenn bei der Unsicherheit der Dosierung der Weinsäuregehalt in dem einen oder anderen Falle über jenen der entsprechenden Kontrollproben hinausgegangen wäre. Diese letzteren enthielten stets 3 g Weinsäure auf 150 ccm Flüssigkeit, waren also immer 2 prozentig.

Die Gifte kamen mit selbstverständlichen Ausnahmen in wäßriger Lösung zur Verwendung. Eine bestimmte Giftmenge wurde genau abgewogen, deren Lösung auf ein rundes Volum aufgefüllt und ein aliquoter Teil davon, der die gewünschte Giftmenge enthielt, der Versuchsprobe und der Kontrollprobe zugemessen.

Als Sterilisiergefäße dienten zylindrische weite, ca. 600 ccm fassende Gläser mit kurzem ca. 2 cm hohem Halse von weiter Öffnung. Die obere Hälfte des Halses ist verdickt, so daß eine umlaufende Rinne entsteht, die der Befestigung eines Bügelverschlusses dient. Die obere freie Fläche des verdickten Halsteiles ist abgeschliffen. Ihr paßt sich ein als Dichtung dienender Gummiring von nicht zu weichem Material an, auf den eine dicke kreisrunde Glasplatte von entsprechendem Durchmesser zu liegen kommt. Das Anpressen der Glasplatte erfolgt durch eine Metallplatte von etwas geringerem Durchmesser.

Die Form dieser Gläser entsprach dem Umstande, daß ganze Organe sterilisiert wurden. Trotzdem es sich um gepreßte, aus gewöhnlichem weißen Glase hergestellte und keineswegs besonders sorgfältig gekühlte Gläser handelte, ist es bei einer Zahl von ca. 25 Sterilisationen, wobei

6 Gläser in Verwendung standen, nur 2 mal zu einem Sprung des Gefäßes während des Erhitzens gekommen. Dabei handelte es sich das erstmal um ein wiederholt gebrauchtes Gefäß, das deutlich Degenerationszeichen des Glases besonders im Bereich des Bodens aufwies, wo auch der Sprung erfolgte, das zweitemal um ein erstmalig gebrauchtes Gefäß, wo der Sprung im Bereich des Halses eintrat, offenbar veranlaßt durch fehlerhafte Montierung des Bügelverschlusses. Es darf daraus wohl mit Recht gefolgert werden, daß bei Verwendung widerstandsfähigen Glases, bei sorgfältiger Kühlung desselben und bei einwandfreier Montierung des Bügelverschlusses selbst bei Gefäßen von noch größeren Dimensionen als den hier verwendeten, ein Sprung des Gefäßes während der Sterilisation kaum zu befürchten ist, vorausgesetzt, daß eine bestimmte Gefäßsorte über eine begrenzte, experimentell festzulegende Anzahl von Sterilisationen hinaus nicht beansprucht wird.

Es war selbstverständlich unerläßlich, vor der Verwendung der beschriebenen Gefäße die relative Gasdichtigkeit des Verschlusses zu prüfen, besonders auch ohne dabei einen allzu großen Außendruck auf die verschließende Glasplatte auszuüben. Zu dem Zwecke wurde ca. 1 g käufl. Cyankalium in Wasser gelöst und die Lösung zu 100 ccm ergänzt. Je 20 ccm dieser Lösung wurden einerseits in das zu prüfende Sterilisiergefäß, welches mit ca. 500 ccm Wasser und überschüssiger Weinsäure beschickt war, eingemessen, andererseits zur Kontrolle in einen ebenso beschickten, mit Gummistöpsel gasdicht verschlossenen Kolben. Das Sterilisiergefäß wurde in gleich näher zu beschreibender Weise durch eine Stunde auf 100° erhitzt. Nach dem Erkalten und etwa 12stünd. Stehen wurde der Inhalt nach Zufügen der entsprechenden Menge Kalilauge und einiger Tropfen Kochsalzlösung mit $\frac{n}{10}$ -Silbernitratlösung titriert. Es wurden 12,8 ccm der letzteren verbraucht gegen einen Verbrauch von 13,2 ccm bei der Titration der Kontrollprobe. Dies entspricht einem Verlust an Blausäure von etwa 0,002 g. Da für die vorliegenden Zwecke dieses Resultat ausreichend erschien, so wurde zunächst keine Modifizierung des Bügelverschlusses vorgenommen.

Wenn sich somit die verwendeten Sterilisiergefäße für die angestrebten Zwecke als durchaus brauchbar erwiesen, so bin ich keineswegs der Meinung, mit dieser Form den definitiven Gefäßtypus für die praktische Anwendung der Sterilisationsmethode aufgestellt zu haben. Wenn es, wie schon hervorgehoben wurde, in der großen Mehrzahl der Fälle sogar zweckmäßig erscheint, vor der Sterilisation Inhalt und Organ zu trennen, bzw. das letztere zu zerkleinern, dann ließen sich vorteilhafter andere Gefäßformen verwenden, die eine noch viel sicherere Gewähr gegen evtl. Sprung und für gasdichten Verschuß leisten würden. Doch muß die endgültige Entscheidung dieser Frage einer zukünftigen praktischen Verwertung der Methode vorbehalten bleiben.

Die Sterilisation selbst wurde in einem geräumigen Blechtopfe durchgeführt, der durch einen gutsitzenden, mit kleiner Öffnung versehenen Deckel verschlossen und zu etwa $\frac{2}{3}$ mit Wasser gefüllt, bequem Raum für 3 der beschriebenen Gefäße samt deren Stabilisier- bzw. Schutzvorrichtungen bot. Diese bestanden zunächst aus einem gut passenden Säckchen von stärkerem engmaschigen Filterstoff, welches ober dem Bügelverschluß abgebunden wurde, einerseits vorwiegend um eine gleichmäßigere Erwärmung und Abkühlung insbesondere des oberen, nicht vom Wasser bedeckten Gefäßteiles zu erreichen, andererseits um bei einem evtl. Sprung des Gefäßes ein Wegschleudern des Bügels zu verhindern. Das Gefäß samt der Umhüllung wurde sodann in ein hohes zylindrisches Körbchen aus Drahtgeflecht eingeschoben, welches oben offen, unten mit einem ca. 2 cm vom Boden des Blechtopfes entfernten Boden versehen war. Das Erhitzen erfolgte mittels eines Gasofens und zwar in langsamem Tempo, so daß die Temperatur von 100° in ca. $1\frac{1}{2}$ Stunden erreicht wurde. Die Sterilisationsdauer bei 100° betrug 1 Stunde. Hierauf wurden die Gefäße in situ erkalten gelassen. Die wie oben angegeben, immer in gleicher Weise vorbereiteten Kontrollproben wurden jedesmal gleichzeitig mit den zugehörigen Versuchsproben in einem mit dichtem Wattebausch verschlossenen Korbchen im Sterilisator durch 1 Stunde auf 100° erhitzt. Soweit es sich um flüchtige Gifte handelte, wurden die zugehörigen Kontrollproben bei den gleichen Wasser- und Weinsäuremengen in entsprechend geräumige Glasröhren eingeschmolzen und mit den Versuchsproben im Wasserbade erhitzt. Versuchs- und Kontrollproben wurden durch die gewünschte Zeit in einem kühlen Kellerraume aufbewahrt.

Allgemeine Methodik.

Mit Rücksicht auf die Resultate der vorhergehenden Untersuchungen¹⁾ konnte bezüglich der zu prüfenden Gifte auswählend und ergänzend vorgegangen werden. Diejenigen Gifte, die sich schon in den Blutversuchen als genügend widerstandsfähig erwiesen hatten, bedurften im allgemeinen einer neuerlichen Prüfung nicht. Da jedoch seinerzeit hervorgehoben wurde, daß voraussichtlich die Verhältnisse in den Organen und insbesondere im Magen für die Erhaltung der Gifte günstiger liegen dürften als im Blut, da ferner für einige besonders labile flüchtige Gifte schätzungsweise eine maximale Nachweisbarkeitsdauer angegeben worden war, so wurden diese letzteren und einige andere schon früher verwendete Gifte, jedoch zum Teil in wesentlich geringeren Mengen neuerdings herangezogen. Es sind dies einerseits: Chloralhydrat, Chloroform, Formaldehyd, andererseits: Morphinum, Cocain, Atropin. Des weiteren interessierten eine Anzahl besonders labiler bzw. besonders

¹⁾ l. c.

stark wirkender Alkaloide wobei für die Wahl bis zu einem gewissen Grade auch die Möglichkeit maßgebend war, beim Nachweise die chemischen Reaktionen durch sichere biologische Reaktionen ergänzen zu können. Diese Alkaloide sind: Colchicin, Apomorphin, Aconitin. Was die Mengen der zugesetzten Gifte anlangt, so kamen womöglich die maximalen pharmakologischen Einzeldosen oder aber möglichst kleine Mengen zur Verwendung, doch so, daß die Durchführbarkeit einer wenigstens annähernd quantitativen Bestimmung bzw. quantitative Schätzung noch erwartet werden konnte.

Die unten beschriebene bakteriologische Untersuchung sowie die unter den speziellen Versuchsergebnissen mitgeteilten biologischen Versuche wurden gemeinsam mit Dr. *Anton Maria Marx*, Priv.-Doz. für gerichtl. Med. an der deutschen Universität in Prag, durchgeführt.

Was die Versuchsdauer d. h. die Aufbewahrungsdauer der sterilisierten Proben anlangt, so wurde diese bei zweien der flüchtigen Gifte auf das Doppelte der seinerzeit geschätzten Maximaldauer d. i. auf ca. 2 Monate ausgedehnt. Bei den Alkaloiden konnte man sich mit einer Versuchsdauer von ca. einem bis höchstens 4 Monaten begnügen, da ich im allgemeinen bei diesen Giften, mit Rücksicht besonders auf die früheren Versuche, aus dem Verhalten bei kürzerer Aufbewahrungsdauer einen genügend sicheren Rückschluß auf das Verhalten bei längerer ziehen zu können glaubte.

Die Isolierung der Gifte erfolgte der Hauptsache nach in der üblichen Weise, bei den flüchtigen Giften durch Wasserdampfdestillation mit den entsprechenden Kautelen beim Auffangen des Destillates; den Alkaloidproben wurde nach Zerkleinerung der festen Bestandteile das ca. gleiche Volum Alkohol zugefügt, das Gemisch kurz aufgeköcht und das Koagulum nochmals mit Alkohol in der Siedehitze extrahiert. Der Rückstand der Filtrate wurde 2 mal mit Alkohol gefällt und nach dessen Vertreibung die wäßrige Flüssigkeit bei größerem Volumen mittels Äthers bzw. Petroläthers vom meist reichlichen Fett befreit, nunmehr evtl. filtriert, eingeeengt meist nochmals bei saurer Reaktion ausgeschüttelt und hierauf die Isolierung des Alkaloids vorgenommen. Alle Abdampfoperationen erfolgten im Vakuum bei möglichst niedriger Temperatur. Die Kontrollproben verblieben während der Verarbeitung der zugehörigen Versuchsproben bei Zimmertemperatur und wurden erst weiter behandelt, wenn sich diese im Stadium der unmittelbaren Isolierung des Giftes befanden.

Eine Prüfung der Sterilität des Gefäßinhaltes wurde von uns bei der Eröffnung der ersten Probe nach einer Versuchsdauer von 56 Tagen, also nach nahezu 2 Monaten vorgenommen. Unmittelbar nach der Eröffnung wurde die feste aufschwimmende Fettschicht mit einem sterilen Glasstabe durchstoßen und durch die Öffnung die Platinöse

eingeführt. Durch Impfen in Agar und Bouillon wurde nach bekannten Methoden auf aerobe und anaerobe Mikroorganismen geprüft. Auch nach 72 Stunden zeigte keine der Kulturen irgendwelche Zeichen von Keimentwicklung. Wir glaubten bei den folgenden Proben weitere Prüfungen der Sterilität um so mehr unterlassen zu können, als sich in keinem Falle auch nur andeutungsweise irgendwelche Zeichen eines Mikroorganismenwachstums bemerkbar machten.

Allgemeine Versuchsergebnisse.

Die folgende Tabelle stellt die erhaltenen Resultate zunächst in quantitativer Beziehung übersichtlich zusammen. Dort, wo nur ein annähernd quantitativer Wert zu erhalten war, aus Gründen, die bei der Besprechung der einzelnen Versuche sich ergeben werden, wurde dies durch ein der betreffenden Zahl folgendes Ausrufungszeichen gekennzeichnet. Doch bedeuten diese Werte zum mindesten sichere Minimalwerte. In der ersten Kolonne bezeichnet von den den Ziffern beigefügten Buchstaben a immer die Versuchsprobe, b die entsprechende Kontrollprobe.

| Nr. | Gift | Verwendete Menge g | Wirksame Substanz g | Wieder- gefundene Giftmenge g | Prozent der wirk- samen Substanz | Dauer des Versuchs — Organ- gewicht |
|-----|---------------------------|-----------------------|------------------------|--|---|--|
| 1 a | Morphium hydro- chlor. | 0,0100 | 0,0081 | 0,0046 | 56,79 | 56 Tage |
| 1 b | | | | | | |
| 2 a | Cocainum hydro- chlor. | 0,0300 | 0,0268 | 0,0209 | 78,05 | 46 Tage |
| 2 b | | | | | | |
| 3 a | Atropinum sulfu- ricum | 0,0100 | 0,0083 | 0,0060 ! | 72,29 ! | 121 Tage |
| 3 b | | | | | | |
| 4 a | Colchicin | 0,0050 | 0,0050 | 0,0030 ! | 60,00 ! | 62 Tage |
| 4 b | | | | | | |
| 5 a | Apomorph.hydro- chlor. | 0,0100 | 0,0088 | 0,0065 ! | 72,18 ! | 44 Tage |
| 5 b | | | | | | |
| 6 a | Aconitin | 0,0030 | 0,0030 | 0,0015 ! | 50,00 ! | 39 Tage |
| 6 b | | | | | | |
| 7 a | Chloralhydrat | 0,5000 | 0,5000 | 0,3563 | 71,16 | 30 Tage |
| 7 b | | | | | | |
| 8 a | Chloroform | 0,5330 | 0,5330 | 0,2587 | 46,54 | 56 Tage |
| 8 b | | | | | | |
| 9 a | Formol | 1,3402 | 0,4838 ¹⁾ | 0,0385 | 7,92 | 55 Tage |
| 9 b | | | | | | |

¹⁾ Auf Grund des nach der angeführten Zeit bestimmten Formaldehydwertes der Kontrollprobe berechnet.

Die erhaltenen Resultate entsprechen im allgemeinen den Erwartungen. Zunächst sei nochmals auf die, medizinale Dosen nicht oder nur wenig überschreitenden Mengen hingewiesen. Wenigstens für die 3 flüchtigen Gifte kommen bei tödlich verlaufenden Vergiftungen weitaus größere Mengen als die hier verwendeten in Frage, d. h. es wird in diesen Fällen die im Momente der Sektion vorhandene Giftmenge — und dieser soll ja die zugesetzte entsprechen — in der Regel eine viel bedeutendere sein. Selbst dann jedoch, wenn die vorhandene Giftmenge kleiner ist als jene der Versuche, wird, wenigstens für die Organe der ersten Wege, der Nachweis dieser Gifte auch nach wesentlich längerer Zeit als der von uns eingehaltenen, sicher zu erwarten sein. Dies gilt auch vom Formaldehyd. Ein Teil dieses Giftes wird bekanntlich zunächst sehr rasch bis zu einer Art Sättigungsgrenze gebunden, wobei hauptsächlich freie Aminogruppen eine Rolle spielen. Weiterhin erfolgt dann, wie es scheint, eine allmähliche Verfestigung der Bindung, so daß im gegebenen Momente ein Teil des gebundenen Formaldehyds noch abspaltbar ist. Der Zusatz von Säure scheint nun offenbar nicht nur die anfänglich gebundene Menge herabzusetzen, sondern auch die Verfestigung des Bindungsvorganges zu verzögern, so daß die Bindung der letzten Anteile nur langsam vor sich geht bzw. ein gewisser Rest relativ lange erhalten bleibt.

Bezüglich der Alkaloide bestätigen die vorliegenden Befunde die seinerzeitigen Schlußfolgerungen¹⁾ nicht nur vollinhaltlich, sondern erweitern und ergänzen sie in wünschenswerter Weise. Auf Grund der durchwegs hohen Verhältniszahlen, wobei ja zum Teil nur Minimalwerte vorliegen, die sich selbst bei den sehr labilen Giften dieser Gattung ergeben, darf wohl, wenn wir auch die früher erhaltenen Resultate²⁾ mit heranziehen, mit Recht gefolgert werden, daß zum mindesten für die überwiegende Mehrzahl der Alkaloide selbst milligrammatische Mengen auf die Dauer mehrerer Monate hinaus wenigstens qualitativ nachweisbar bleiben. Verläuft zwischen der Sterilisation und der Isolierung keine allzulange Zeit, dann kann schon auf Grund unserer bisherigen Versuche, aus denen hervorgeht, daß im allgemeinen zugesetzte und wiedergefundene Alkaloidmenge von derselben Größenordnung sind, der forensisch sehr wichtige Schluß gezogen werden, daß bei Auffindung z. B. milligrammatischer Mengen in einer sterilisierten Probe, die vor der Sterilisation bzw. zur Zeit der Sektion vorhandene Giftmenge über eine sich in ähnlichen Verhältnissen bewegendende Größe nicht allzu bedeutend hinausgegangen sein konnte. Mit anderen Worten: Es würde also die Sterilisationsmethode, wenigstens soweit die vorliegenden Versuche einen Schluß gestatten, die Möglichkeit bieten, gerade bei so

1) l. c.

2) l. c.

kleinen Giftmengen eine Grundlage für die Beurteilung des Verhältnisses zwischen der gefundenen und der zur Zeit der Sektion vorhandenen Giftmenge zu schaffen. Ohne die Sterilisation würde man sich für eine ganze Reihe von Alkaloiden bezüglich dieser Beurteilung im allgemeinen in der größten Unsicherheit befinden; denn die Auffindung milligrammatischer Mengen beweist unter gewöhnlichen Verhältnissen auch relativ kurze Zeit nach der Sektion durchaus nicht, daß zur Zeit derselben entsprechend kleine Giftmengen vorhanden waren.

Die Verluste bei den einzelnen Alkaloiden gehen in den vorliegenden Fällen über einige Milligramme nicht hinaus. Bei einer ganzen Reihe von Alkaloiden liegen die Maximaldosen in den Zentigrammen. Fallen schon bei solchen Mengen derartige Verluste prozentuell sehr viel weniger und forensisch noch weitaus weniger ins Gewicht, so gilt dies noch viel mehr für die wesentlich höheren tödlichen Dosen, so daß in diesen Fällen unsere Methode die Forderung auch nach quantitativer Erhaltung forensisch-praktisch genügend erfüllen dürfte. Daß diese letztere bei milligrammatischen Mengen und somit auch evtl. bei einer Anzahl stark wirkender Alkaloide nicht mehr in gleichem Maße erfüllt sein kann, folgt schon aus der Erwägung, daß nunmehr die unvermeidlichen, durch die Isolierungs- und Reinigungsmethoden bedingten Verluste allein sich entsprechend bemerkbar machen müssen. Doch erscheint wohl diese „Einschränkung“ durch die oben erörterten Umstände genügend kompensiert, um so mehr, wenn man bedenkt, welche Aussichten überhaupt für die Möglichkeit des Nachweises so kleiner Mengen im mehr oder minder stark faulenden alkalischen Milieu auch nur wenige Tage nach der Sektion bestünden.

Es erscheint in diesem Zusammenhange nicht überflüssig, auf eine Reihe quantitativer Versuche hinzuweisen, die ich zu dem Zwecke anstellte, um mich darüber zu orientieren, ob das Sterilisieren in saurer Lösung, bei einer Säurekonzentration, die annähernd derjenigen in den mitgeteilten Organversuchen entsprach, an und für sich einen Verlust oder eine nachweisbare Veränderung bei einem bestimmten Alkaloide bedingt. Teils handelte es sich um einige Alkaloide, die bei den vorliegenden Versuchen verwendet wurden, teils um solche zu diesen nicht herangezogene wie: Physostigmin, Pilocarpin, Veratrin. Je 0,01 g dieser Alkaloide wurden in den für die Organsterilisation benützten Glasgefäßen mit je ca. 300 ccm Wasser und 3 g Weinsäure in der beschriebenen Weise sterilisiert, die Gefäße alsbald nach dem Erkalten geöffnet und die Alkaloide nach Einengen der Lösung im Vakuum, im allgemeinen in der üblichen Weise isoliert, gewogen und sodann qualitativ auf evtl. vorhandene Veränderungen untersucht. Wurde bezüglich einzelner Alkaloide die noch zu besprechende doppelte Ausschüttelung angewendet, so ergab sich in keinem Falle ein nennenswerter Verlust,

auch konnte eine merkliche Veränderung bei keinem der Alkaloide konstatiert werden. Ich möchte mir erlauben, aus diesen Versuchen zunächst einen Analogieschluß zu ziehen. Dort, wo die Sterilisation in saurer Lösung für sich das eben angeführte Ergebnis liefert, ist mit einiger Sicherheit zu erwarten, daß auch bei kleinen Mengen Alkaloid die Organsterilisation zu einem ähnlichen Resultat führen wird. Wenn nun die vorliegenden Versuche dies z. B. für Apomorphin und Aconitin, um nur die empfindlichsten zu nennen, bestätigen, so darf gefolgert werden, daß sich die oben angeführten nur bei der Säuresterilisation geprüften Alkaloide ebenso verhalten dürften.

Eine Durchprüfung des Verhaltens aller oder auch nur der medizinisch verwendeten Alkaloide bei der Organsterilisation dürfte in absehbarer Zeit kaum durchführbar sein. Unter den bei den bisherigen Versuchen verwendeten Alkaloiden befinden sich einige, die chemisch ganz besonders labil sind. Vergleicht man nun die chemischen Eigenschaften der übrigen mit jenen der hier untersuchten und bedenkt man, daß sich die Alkaloide in einer Reihe von chemischen Beziehungen mehr oder weniger gleichartig verhalten, so erscheint eine allgemeine Durchprüfung vielleicht gar nicht notwendig und es genügen die bisher beigebrachten Beispiele, um es nicht zu gewagt erscheinen zu lassen, den Analogieschluß noch weiter auszudehnen und die Sterilisationsmethode als eine praktisch für alle Alkaloide anwendbare zu bezeichnen. Halten wir die früher schon und auch jetzt wieder mit anderen Giften erzielten Resultate hinzu, so ergibt sich, daß die auf Grund der früheren Versuche bereits gefolgerte¹⁾ allgemeine Anwendbarkeit der Sterilisationsmethode durch die jetzigen Versuche eine weitere wesentliche Stütze erfahren hat.

Schließlich sei im Anschlusse an die Übersichtstabelle noch auf das Folgende hingewiesen. Es wird auffallen, daß der Kontrollwert 1b für Morphinum im vorliegenden Versuche nach 56 Tagen rund 80% der ursprünglichen Menge beträgt, während seinerzeit²⁾ nach 317 Tagen rund 94% gefunden wurden. Ferner zeigt der entsprechende Atropinwert 3b im vorliegenden Versuche nach 121 Tagen mit rund 84% fast den nämlichen Wert wie seinerzeit³⁾ mit 81% nach 329 Tagen.

Diese unerwarteten Werte entsprechen nicht so sehr Verlusten durch Zersetzung der betreffenden Alkaloide, als vielmehr nicht ganz vollständiger Extraktion, wie sich weiter unten ergeben wird. Hier möchte ich im allgemeinen noch viel nachdrücklicher als dies *Gadamer* in der neuesten Auflage seines unten zitierten Buches⁴⁾ tut, darauf hinweisen, daß es bei der Alkalisierung mit Bicarbonat, selbst bei kleinen Mengen

1) l. c.

2) l. c.

3) l. c.

4) *Gadamer*, Lehrbuch der chemischen Toxikologie. 2. Aufl. 1924.

schwer löslicher Alkaloide, bei kleinem Volum und reichlichem Salzgehalt der wäßrigen Lösung und bei wiederholtem Ausschütteln mit einem Lösungsmittel (Äther), durchaus notwendig ist, noch mit einem zweiten Lösungsmittel (Chloroform) auszuschütteln, will man eine möglichst vollständige Isolierung erzielen. Gilt dies schon für die wäßrige salzhaltige Lösung, so möchte ich dies für den aus Leichenteilen gewonnenen Extrakt, der immer unter anderen auch noch amphotere Aminokörper enthält, noch viel nachdrücklicher fordern; ja ich stehe nicht an, besonders für diesen Extrakt die zweite Ausschüttelung unter Umständen auch dann zu empfehlen, wenn mit Carbonat oder selbst mit Lauge alkalisiert wurde.

Spezielle Versuchsergebnisse.

1. *Morphium.*

Es erscheint nicht unwichtig, bei jedem Versuche die Todesursache anzuführen, die durch die Sektion bei dem entsprechenden, das Versuchsmaterial liefernden Falle festgestellt wurde, sowie den Inhalt des verwendeten Magens zu charakterisieren; dies geschieht unter den jedesmal wiederkehrenden entsprechenden Schlagworten. Das Gesamtgewicht des Magens samt Inhalt findet sich in der letzten Rubrik der Übersichtstabelle.

Todesursache: Plötzlicher Tod durch spontane Herzruptur.

Inhalt: Reichlich, ca. 200 g, teils breiig, teils größere Speisereste verschiedener Art enthaltend.

Die Isolierung des Morphiums gibt erst in ihrer letzten Etappe zu einer Bemerkung Veranlassung. Bei der Kontroll- wie bei der Versuchsprobe erfolgte die schließliche Gewinnung des Alkaloids nach Alkalisieren mit Bicarbonat durch 4 maliges Ausschütteln mit reichlichen Mengen eben entsäuerten und destillierten Essigesters. Bei der Kontrollprobe des seinerzeitigen Versuches¹⁾ war das Ausschütteln mit Amylalkohol erfolgt. Auf diesen Umstand ist wohl hauptsächlich der Unterschied der oben (S. 279) hervorgehobenen entsprechenden Werte zurückzuführen. Verluste durch evtl. Bildung von Morphiuacetat sind für unseren Fall ausgeschlossen; auch dürfte es für einen evtl. sonstigen Verlust aus anderen Ursachen kaum ins Gewicht fallen, daß die damalige Kontrollprobe in einem zugeschmolzenen Röhrchen sich befand, während der Verschluß der jetzigen Kontrollprobe aus einem dichten langen Wattlepfropf bestand, der immerhin eine gewisse Luftzirkulation gestattete. Die Extraktion mit Essigester ist also praktisch offenbar keine vollständige, was um so schwerwiegender wird, je kleiner die Morphiummengen sind. Leider wurde in diesem Falle die oben geforderte Ausschüttelung mit einem zweiten Extraktionsmittel unterlassen. Die

¹⁾ l. c.

Zahlen in der Tabelle entsprechen den durch die Titration nach *Elvove*¹⁾ in den gewogenen Essigätherrückständen bestimmten Werten.

Die Identifizierung des aus dem Magen wiedergewonnenen Alkaloids führten wir, in Ergänzung der chemischen Reaktionen auch mittels der biologischen Reaktion nach *Fühner*²⁾, an der Maus durch. Eine wäßrige Lösung von ca. 0,2 mg in 0,5 ccm löste, etwa 7 Min. nach der Injektion beginnend, unzweifelhaft den charakteristischen Symptomenkomplex aus.

2. Cocain.

Todesursache: Croupöse Pneumonie. Inhalt: gering, dünnbreiig.

Zur Isolierung des Cocains wurde die Flüssigkeit mit Ammoniak alkalisiert und mit Äther ausgeschüttelt. Der Wägungswert der Rückstände wurde durch Titration nach *Elvove* kontrolliert.

Frühere Versuche mit reinem salzsauren Cocain über den Einfluß des zur Freimachung verwendeten Alkalis hatten folgende Resultate ergeben. Bei Anwendung überschüssiger Lauge wurden von 0,0539 g, 77,56%, bei Anwendung von überschüssigem Ammoniak von 0,0561 g, 96,46%, bei Anwendung von Bicarbonat von 0,1073 g, 95,20% wiedergefunden. Ausgeschüttelt wurde in allen 3 Fällen mit Äther. Die Differenz zwischen dem Ammoniak und dem Bicarbonatwert ist zwar nicht bedeutend, doch darf sie mit Rücksicht auf die wesentlich größere Menge an Substanz im letzteren Falle nicht unterschätzt werden. Der Verlust an reinem Cocain gegen die berechnete Menge beträgt nämlich im ersten Falle 0,0018 g, im zweiten 0,0045 g. Dies könnte darauf hindeuten, daß die Extraktion bei Gegenwart von Bicarbonat auch für das in Äther so leicht lösliche Cocain keine vollständige ist.

Die Identifizierung des aus dem Magen wiedergewonnenen Alkaloids geschah auf chemischem und biologischem Wege. Bezüglich der Permanganatreaktion möchte ich bemerken, daß, falls die Bildung der typischen Krystalle nicht alsbald eintritt, ein vorsichtiger Zusatz verdünnter Salzsäure zweckmäßig zu sein scheint. Insbesondere gilt dies bei Gegenwart der auch in geringer Menge störend wirkenden Verunreinigungen, wie sie den aus Leichenteilen isolierten Produkten auch bei sorgfältiger Reinigung immer anhaften. Bei Verwendung von 2—3 Capillartröpfchen einer ca. 1 proz. derartigen Lösung läßt sich auch unter dem Deckglase, bei zunächst scheinbar negativem Ausfalle, durch Zufügen von verdünnter Salzsäure eine typische Krystallisation hervorrufen. Die Benzoessäureäthylesterreaktion gelingt nach meiner Erfahrung mit sehr kleinen Mengen. Der Rückstand von 2 Capillartröpfchen (enge

¹⁾ *Elvove*, Journ. of the Americ. chem. soc. **32**, 132. 1910.

²⁾ Vgl. *Fühner*, Nachweis und Bestimmung von Giften auf biologischem Wege. 1911.

Capillare!) einer ca. 1proz. Cocainlösung gibt, auf einem Uhrschildchen mit alkoholischer Kalilauge übergossen schon in der Kälte, intensiver natürlich beim vorsichtigen Erwärmen, unzweifelhaft den charakteristischen Geruch des Benzoesäureäthylesters.

Zur Ausführung der biologischen Reaktion brachten wir die strahlig krystallinische kaum gefärbte Masse des der Versuchsprobe entsprechenden salzsauren Cocains in ca. 1proz. Lösung. Drei Tropfen dieser Lösung in den Bindehautsack eines normal reagierenden menschlichen Auges eingeträufelt, erzeugten nach ca. 1 Minute eine völlige Unempfindlichkeit der Cornea, so daß kein Lidreflex auslösbar war.

3. *Atropin.*

Todesursache: Strangulation. Inhalt: Sehr gering.

Bezüglich der Isolierung des Atropins dürfte zunächst die Mitteilung folgender mit reinem schwefelsauren Atropin möglichst quantitativ angestellter Versuche von Interesse sein.

1. 10 ccm einer 0,1proz. Lösung wurden mit 3 g Weinsäure und ca. 300 ccm Wasser in beschriebener Weise im Dampftopf sterilisiert. Nach 2 täg. Stehen wurde die Lösung im Vakuum auf ein kleines Volumen eingengt (ca. 10—15 ccm), mit Bicarbonat alkalisiert und 5 mal mit Äther ausgeschüttelt. Der über Schwefelsäure getrocknete Rückstand krystallisierte allmählich und wog 0,0059 g. Sodann wurde die gleiche Flüssigkeit 2 mal mit Chloroform ausgeschüttelt und aus diesem ein Rückstand von 0,0021 g erhalten. Beide Rückstände gaben unter vergleichbaren Bedingungen die vitalische und die Geruchsprobe mit der gleichen Intensität. Durch die Ätherausschüttelung allein wurden sonach 71,1%, durch beide Ausschüttelungen zusammen 96,3% der berechneten Menge wiedergewonnen.

2. 10 ccm einer Lösung wie unter 1. wurden sogleich mit Bicarbonat alkalisch gemacht und 5 mal mit größeren Mengen Äthers ausgeschüttelt. Nach der 4. Ausschüttelung betrug die Menge des allmählich krystallisierten Rückstandes 0,0063 g; nach Hinzufügung der 5. Ausschüttelung konnte keine Gewichtszunahme des Rückstandes konstatiert werden. Hierauf wurde der wäßrigen Flüssigkeit Natriumcarbonat hinzugefügt und neuerdings 4 mal mit Äther ausgeschüttelt. Der Rückstand dieser Ausschüttelungen wog 0,0013 g. Dieser gab die vitalische und die Geruchsprobe in genau derselben typischen Weise wie der erste Rückstand. Die ersten Ausschüttelungen ergaben für sich 75,90%, mit jenen bei stärker alkalischer Reaktion zusammen ergaben sich 91,56% wiedergewonnenen Atropins.

3. Je 10 ccm derselben Atropinlösung wie unter 2. wurden sogleich mit Natriumcarbonat stärker alkalisch gemacht und je 4 mal mit Äther ausgeschüttelt. Die entsprechenden allmählich über Schwefelsäure

krystallisierenden Rückstände wogen 0,0070 g bzw. 0,0071 g; das entspricht 84,34% bzw. 85,54% der berechneten Menge.

Aus diesen Versuchen folgt, daß unzweifelhaft beim Atropin nach Bicarbonataalkalisierung die Isolierung mit Äther eine unvollständige ist, daß die Erhöhung der alkalischen Reaktion die Ausbeute merklich verbessert, was jedoch keineswegs nur mit einer weiteren Zurückdrängung der Dissoziation zusammenhängt, daß zu einer praktisch quantitativen Gewinnung unter den obigen Bedingungen unbedingt die Anwendung eines zweiten Lösungsmittels erforderlich ist, womöglich eines solchen von größerem Lösungsvermögen für das betreffende Alkaloid. Doch müßte erst experimentell entschieden werden, ob die letzte Bedingung prinzipiell erforderlich ist.

Gehen wir nun zu unserem eigentlichen Sterilisationsversuch über, so wurde die Kontrollprobe nach Einengen im Vakuum mit Natriumcarbonat stärker alkalisch gemacht und 5 mal mit Äther ausgeschüttelt. Der über Schwefelsäure allmählich krystallisierende Rückstand wog 0,0070 g, d. i. 84,34% der berechneten Menge, also trotz des sehr viel höheren Salzgehaltes der wäßrigen Lösung (3 g Weinsäure entsprechendes Natriumtartrat!) derselbe Wert wie unter 3. Auch hier handelt es sich also offenbar um unvollständige Extraktion (vgl. S. 279). Die durch Verarbeitung des Magens erhaltene eigentliche Versuchslösung wurde gleichfalls mit Natriumcarbonat alkalisch gemacht und 5 mal mit Äther ausgeschüttelt. Dieselbe Flüssigkeit wurde hierauf 3 mal mit Chloroform ausgeschüttelt. Der Ätherrückstand enthielt nun keineswegs wie in der Kontrollprobe die Hauptmenge des Alkaloids sondern nur einen Bruchteil derselben wie schon aus dem Vergleich bezüglich der Intensität der alkalischen Reaktion der wäßrigen Lösung und der Alkaloidreaktionen hervorging. Eine trotz ihrer Schwerlöslichkeit in Äther hartnäckig anhaftende Verunreinigung, die fast den Eindruck einer lockeren Verbindung machte, erschwerte die Reinigung, so daß bei der Anstellung der Vitalischen Reaktion anfangs nur ein rotgelber Farbenton erhalten wurde, der erst nach wiederholter Reinigung, welche absichtlich nur unter Verwendung von Äther durchgeführt wurde, die charakteristische Violettfärbung zeigte, aber auch dann machte diese wesentlich rascher, als dies normalerweise selbst bei sehr geringen Atropinmengen der Fall ist, der Rotfärbung Platz. Auch die Geruchsprobe zeigte eine wesentliche Störung, indem zunächst ein unangenehmer brenzlicher Geruch auftrat, der erst nach wiederholtem Anwärmen dem Blumengeruch wich.

Die Hauptmenge des Atropins enthielt die Chloroformausschüttelung. Deren Rückstand ließ sich unter Verwendung von Chloroform relativ leicht reinigen. Eine einmalige Behandlung genügte, um die Atropinreaktionen in normaler Weise zu erhalten. Ich möchte hier bemerken,

daß ich die Geruchsprobe mit konz. Phosphorsäure¹⁾ ausführe, die besonders auch bei Gegenwart von Verunreinigungen viel zweckmäßiger erscheint als die Schwefelsäure und mit welcher die Probe noch mit einigen Zehntelmilligrammen Atropin vollkommen deutlich erhalten wird.

Die etwas ausführlichere Mitteilung dieses Versuches ist wohl durch die obigen Beobachtungen gerechtfertigt. Auch beim Alkalisieren mit Natriumcarbonat also gelingt es, das Atropin aus dem Organextrakt mittels Äthers nur mangelhaft zu isolieren, weitaus unvollständiger als nach dem Verhalten in wäßriger Lösung zu erwarten war. Daß es sich im vorliegenden Falle nicht um einen Zufallsbefund handelt, beweist ein zweiter unter ähnlichen Bedingungen ausgeführter Versuch, bei welchem

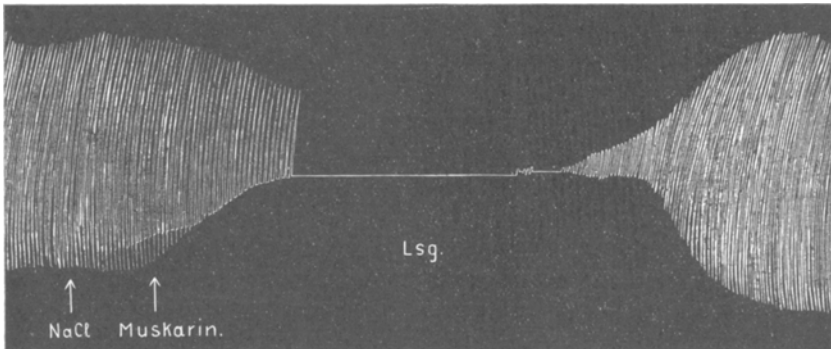


Abb. 1.

nach Zusatz von 5 mg Atropinsulfat im gereinigten Ätherrückstand des Organextraktes nur Spuren des Alkaloids vorhanden waren.

Auf Grund dieser Befunde glaube ich vorschlagen zu sollen, daß beim *Stas-Ottoschen* Verfahren, auch wenn die Alkalisierung mit Lauge erfolgte, der Ätherausschüttelung prinzipiell eine solche mit Chloroform zu folgen hätte (vgl. S. 280).

Zur Vervollständigung der mitgeteilten Versuchsergebnisse ist noch der Ausfall der biologischen Reaktionen mitzuteilen. Wir führten die Pupillenreaktion am menschlichen Auge aus, sowohl mit dem möglichst gereinigten und in die salzsaure Verbindung übergeführten Äther-, als auch mit dem entsprechenden Chloroformrückstand. In beiden Fällen

¹⁾ Vgl. *E. Ludwig*, Medizinische Chemie. 2. Aufl. 1895.

Anm. zu Abb. 1. Der zwischen dem Aufbringen der Versuchslösung und dem Wiedereinsetzen der Herzkontraktion liegende Kurventeil ist verkürzt wiedergegeben. Diese und die folgenden Herzkurven wurden im Deutschen experimentell-pathologischen Institute aufgenommen, wozu der Vorstand dieses Institutes, Herr Prof. Dr. *Artur Biedl*, in liebenswürdigster Weise seine Erlaubnis erteilte.

trat typische Mydriasis auf; in jenen natürlich später einsetzend und früher abklingend. Desgleichen wurde für beide Rückstände der Muscarinantagonismus am in situ befindlichen Froschherzen unzweifelhaft festgestellt. Die Wiedergabe der dem Ätherrückstande entsprechenden in Abb. 1 dargestellten Kurve erscheint uns insofern von Interesse, als daraus hervorgeht, daß auch merkliche Verunreinigungen diese Art der Atropinwirkung nicht sichtlich zu beeinflussen scheinen, vorausgesetzt, daß die Atropinmengen nicht allzu geringe sind.

Als Beispiel wie, *mutatis mutandis*, bei der Schätzung der in der Tabelle auf S. 276 angeführten Minimalwerte vorgegangen wurde, führe ich das Folgende an. Aus dem auf Grund der Wägung des Rückstandes bekannten Verdünnungsgrad der Lösung und aus der Annahme, daß am Froschherzen in situ noch 0,04 mg Atropin sicher antagonistisch wirken, ließ sich für den Ätherrückstand ein Atropingehalt von 1,5–2 mg im Minimum annehmen. Da das Gewicht des gereinigten Chloroformrückstandes 5 mg betrug und die Verluste, welche auf Rechnung der verschiedentlich angestellten chemischen Reaktionen zu setzen sind, nicht mit einbezogen wurden, so ergibt sich, daß bei der Schätzung des in der Tabelle enthaltenen Minimalwertes für das wiedergefundene Atropin und ähnlich auch bei den folgenden Alkaloiden, reichlich vorsichtig verfahren wurde.

4. *Colchicin*.

Todesursache: Plötzlicher Tod durch spontane Herzruptur.

Inhalt: Reichlich, breiig, mit zahlreichen gröberen Teilen.

Die Ausschüttelung des Fettes erfolgte hier naturgemäß mit Petroläther, die Isolierung des Colchicins durch Ausschütteln der möglichst eingengten Lösung bei saurer Reaktion mit Chloroform. Die erste Chloroformportion zeigte eine auffällige intensive Gelbfärbung von einem Farbenton, wie er im allgemeinen beim Ausschütteln von Leichenteilextrakten nicht beobachtet wird. Ganz entsprechend verhielt sich diesbezüglich auch die Kontrollprobe. Der Rückstand der Chloroformausschüttelung des Organextraktes wies reichlich fremde Beimengungen auf. Diese konnten durch vorsichtiges wiederholtes Behandeln mit Äther, Wasser und Chloroform, wobei die Schwefel-Salpetersäurereaktion des Colchicins als Richtschnur diente, zum großen Teile beseitigt werden, so daß schließlich auch die sonstigen Colchicinreaktionen typisch erhalten wurden. Daß neben dem eigentlichen Colchicin in den erhaltenen Rückständen wahrscheinlich auch Veränderungsprodukte vorhanden waren, ist schon daraus zu entnehmen, daß aus der alkalischen wäßrigen Lösung von den gelbfärbenden Substanzen so gut wie nichts ins Chloroform übergang, während aus der sauren Lösung der Übergang sofort fast vollständig erfolgte. Da bei den kleinen Mengen eine Trennung nicht durch-

fürbar erschien, mußte der biologische Versuch über das Vorhandensein von unverändertem Colchicin entscheiden.

3 weißen Mäusen von möglichst gleichem Gewicht haben wir die folgenden Lösungen unter die Rückenhaut injiziert. Tier Nr. 1 erhielt 0,5 ccm einer 0,1 proz. Lösung von Colchicin Merck. Tier Nr. 2 etwa $\frac{1}{4}$ des Rückstandes aus der Kontrollprobe in 0,5 ccm gelöst. Tier Nr. 3 etwa $\frac{1}{4}$ der möglichst gereinigten Rückstandes aus der Versuchsprobe in 0,5 ccm gelöst. Unter den bekannten Erscheinungen starb Tier Nr. 1 nach ca. 24 Stunden. Zu dieser Zeit befanden sich Tier Nr. 2 und Nr. 3 im moribunden Zustande. Tier Nr. 2 starb nach 28, Tier Nr. 3 nach 31 Stunden.

5. *Apomorphin.*

Todesursache: Plötzlicher Tod durch Sturz bzw. Schädelbruch.

Inhalt: Sehr reichlich, dünnbreiig von dunkler Farbe.

Um bei der Isolierung die Zersetzung des Apomorphins auf ein möglichst geringes Maß zu beschränken, wurde die saure wäßrige Lösung nahezu neutralisiert, sodann in einen Scheidetrichter gebracht und mit Äther überschichtet. Wenn auf vorsichtigen tropfenweisen Zusatz von ganz verdünntem Ammoniak eben eine bleibende Trübung auftrat, wurde sofort kräftig durchgeschüttelt und dies nach Zusatz einiger weiterer Tropfen Ammoniak wiederholt. Auf diese Weise wurde ein schwach gefärbter Äther und ein dementsprechend gefärbter Rückstand erhalten. Aus wäßriger Lösung eine ganz ungefärbte Ausschüttelung mit dem mir zur Verfügung stehenden Präparat von salzsaurem Apomorphin zu erhalten, ist mir auf diesem Wege niemals gelungen. Um so merkwürdiger erscheint es, daß bei der unter den gleichen Bedingungen vorgenommenen Isolierung des Apomorphins gleicher Provenienz aus dem Organextrakt, ein vollkommen farbloser Ätherauszug erhalten wurde. Dieser hinterließ einen weißlichen Rückstand, der sich auch bei Lufteinwirkung höchstens ganz schwach gelb färbte. Der das Apomorphin sozusagen schützende Begleitkörper ließ sich relativ leicht entfernen, wobei sich die Gegenwart des Alkaloids alsbald bemerkbar machte, z. B. durch Grünfärbung der Filterränder. Nunmehr wurde auch die ganze Reihe der Apomorphinreaktionen durchaus typisch erhalten.

Es erschien nicht ohne Interesse, zu untersuchen, ob hier nur ein Zufallsbefund vorlag oder ob tatsächlich durch die im Organextrakt enthaltenen (amphoteren?) Substanzen eine Art „Schutzwirkung“ auf das Apomorphin ausgeübt wird. Zu diesem Behufe wurde der auch noch mit Chloroform ausgeschüttelte ammoniakalische wäßrige Organextrakt entsprechend angesäuert, nach Zufügen einer gewissen Menge salzsauren Apomorphins neuerdings vorsichtig mit Ammoniak alkalisiert

und mit Äther ausgeschüttelt. Auch dieser Ätherextrakt war vollkommen farblos. Der Rückstand desselben enthielt, wie das Gewicht zeigte, nur wenig „Begleitkörper“, färbte sich jedoch an der Luft nur sehr allmählich grünlich. Bei einem zweiten ähnlichen Versuch wurde dem neuerdings angesäuerten und mit Apomorphin versetzten Organextrakt überschüssige Lauge zugefügt. Selbst bei der dadurch auf einmal in Freiheit gesetzten großen Menge Ammoniak blieb der Ätherauszug, in welchen der größte Teil des zugesetzten Alkaloides übergegangen war, vollkommen farblos. Bei einem weiteren ähnlichen Versuch, bei welchem das Alkaloid einem anderen, auch nach Sterilisierung gewonnenen Organextrakt zugesetzt wurde, der schon wiederholt mit Äther und Chloroform ausgeschüttelt worden war, fügte ich Lauge bis zur stark alkalischen Reaktion gegen Lackmus zu und schüttelte mit Äther aus. Infolge vorhandenen Ammoniaks ging ein großer Teil des Alkaloids in diese Ausschüttelung über, wobei der Äther gleichfalls völlig farblos blieb. Nach etwa 2 Stunden wurde die Flüssigkeit angesäuert, mit Ammoniak alkalisch gemacht und neuerdings mit Äther ausgeschüttelt. Trotz der 2stündigen Einwirkung des stark alkalischen Milieus war auch dieser Äther farblos, obgleich er eine merkliche Menge des Alkaloids enthielt.

Es folgt also aus diesen Beobachtungen, daß das Apomorphin sich keineswegs regelmäßig durch Färbung der Ätherschicht oder des Rückstandes alsbald bemerkbar macht. Ich möchte noch anführen, daß aus den obigen Extrakten auch keine gefärbten Chloroformausschüttelungen erhalten wurden. Mit Rücksicht auf die in der Literatur vorliegenden Angaben sei auf diese Befunde besonders hingewiesen.

6. *Aconitin.*

Todesursache: Plötzlicher Tod durch Unfall; Schädelbasisfraktur.
Inhalt: Sehr reichlich, dünnbreiig, schwarzbraun.

Das zum Versuch verwendete Präparat war amorphes Aconitin Merck, also, wie auch die Reaktionen zeigten, nicht das chemisch reine Alkaloid. Bei der Isolierung des Aconitins aus dem Organextrakt alkalisierte ich mit Bicarbonat und schüttelte zunächst mit Äther, sodann mit Chloroform aus. Die essigsaurer Lösung der beiden Rückstände wurde jede für sich mit Chloroform gereinigt, um dann neuerdings bei bicarbonatalkalischer Reaktion mit Äther bzw. Chloroform ausgeschüttelt zu werden. Bei dem Mangel an charakteristischen chemischen Reaktionen kam vor allem die biologische Prüfung in Frage. Zu dieser wurden in erster Linie der Rückstand der Ätherausschüttelung der Kontrollprobe, der gereinigte Rückstand der entsprechenden Ausschüttelung des Organextraktes, der gereinigte Rückstand der Chloroformausschüttelung des letzteren, sodann aber auch die Rückstände der bei der Reinigung der entsprechenden essigsaurer Lösungen erhaltenen beiden Chloroformauszüge verwendet.

Letztere deshalb, weil beim Ausschütteln einer Probe des obigen Aconitinpräparates in essigsaurer Lösung mit Chloroform ein Rückstand erhalten wurde, der zwar kaum wägbare, dessen Lösung jedoch mit Phosphormolybdänsäure, wenn auch in sehr geringem Grade, reagierte. Trotzdem wir das Hauptgewicht auf die biologische Reaktion legten, möchte ich bemerken, daß auch vom chemischen Standpunkte, besonders beim Vergleich mit der Kontrollprobe bzw. mit dem Originalpräparat, mit einer gewissen Sicherheit die Anwesenheit von Aconitin in den beiden gereinigten Rückständen der aus dem Organextrakt erhaltenen Auszüge angenommen werden mußte. Vorwegnehmend sei gleich bemerkt, daß auch hier wieder bei Verwendung von Bicarbonat die Notwendigkeit der doppelten Ausschüttelung hervortritt, wobei noch hinzuzufügen ist, daß auch bei der Kontrollprobe die der Ätherausschüttelung folgende Chloroformausschüttelung einen wenn auch geringen Rückstand ergab, dessen Lösung Alkaloidreaktionen zeigte.

Zur biologischen Prüfung haben wir die genannten Rückstände in einigen Zehntelkubikzentimetern schwach essigsauren Wassers gelöst, in einem entsprechenden Teile dieser Lösung die Säure mit Bicarbonat neutralisiert und die Lösung mit Kaltblüter-Ringerlösung auf ein bestimmtes Volum aufgefüllt. Die der Kontrollprobe entsprechende Lösung wurde am isolierten in der feuchten Kammer befindlichen durchspülten Froschherzen geprüft und ergab bei der den Angaben entsprechenden optimalen Konzentration¹⁾ eine unzweifelhafte Aconitinwirkung mit typischer Herzperistaltik. Die weiteren 4 Lösungen wurden gleichfalls am isolierten Froschherzen, jedoch in Form des in der feuchten Kammer befindlichen sog. Straubherzens geprüft. Es wurde dabei so verfahren, daß von der in der Herzkanüle befindlichen Ringerlösung ein aliquoter Teil entfernt, durch etwa die gleiche Menge der zu prüfenden Lösung ersetzt und nach einiger Zeit diese Prozedur wiederholt wurde. Die Lösungen, welche unseren beiden gereinigten Rückständen entsprachen (Ausschüttelung des Organextraktes bei bicarbonatalkalischer Reaktion mit Äther und Chloroform), bewirkten, nachdem in größeren Intervallen kurze Perioden anomaler Herztätigkeit vorangegangen waren, schließlich eine typische aus einigen anomalen Schlagfolgen sich rasch entwickelnde Peristaltik. Von den beiden letzten Lösungen endlich, die den Chloroformausschüttelungen aus essigsaurer Lösung entsprachen, also neben evtl. Aconitin alle den eben genannten Rückständen durch Chloroform entzogenen Verunreinigungen enthielten, rief die eine während einer ca. 1½stündigen Versuchsdauer nicht einmal eine auch nur kurz dauernde Schlaganomalie hervor; die andere hingegen, welche der Reinigung des Chloroformauszuges des Organextraktes entsprach, erzeugte nach wesentlich kürzerer Zeit ohne vorhergegangene Unregelmäßigkeiten eine

¹⁾ Vgl. Fühner, l. c.

plötzlich nach wenigen anomalen Schlägen einsetzende Peristaltik. Es ist möglich, daß die erste Lösung aconitinfrei war, es ist aber nicht weniger wahrscheinlich, daß die Verunreinigungen, an welchen diese Lösung offensichtlich reicher war als die zweite, das Zustandekommen der Aconitinwirkung verhinderten. Immerhin geht aus den letzten

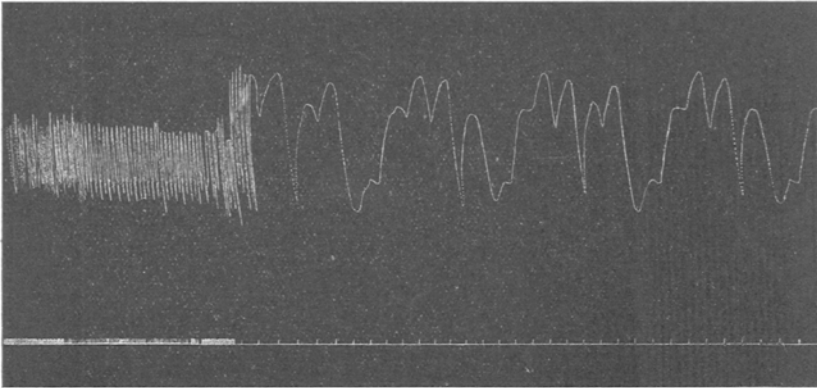


Abb. 2.

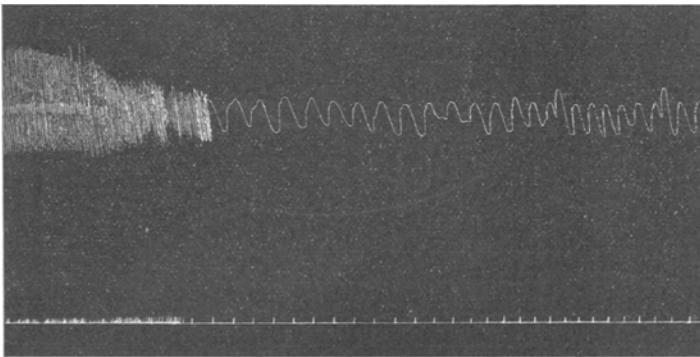


Abb. 3.

Befunden hervor, daß unter Umständen aus essigsaurer Lösung nachweisbare Mengen von Aconitin in das Chloroform übergehen können. Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit, die wir den Sterilisationsversuchen im allgemeinen beilegen zu müssen glauben, und mit Rücksicht darauf, daß die Erfahrungen über die Isolierung von Aconitin aus Leichenteilen nicht allzu große sind, geben wir die Kurven wieder, die den bei den oben mitgeteilten Versuchen beobachteten Stadien der Herzperistaltik entsprechen. Es bezieht sich demnach Abb. 2 auf den gereinigten Rückstand

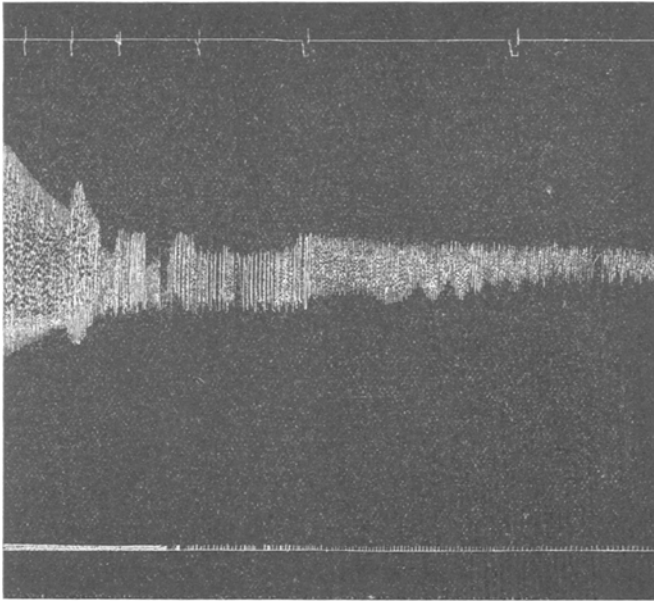


Abb. 4.

der aus dem bicarbonatalkalischen Organextrakt erhaltenen Ätherausschüttelung, Abb. 3 auf den gereinigten Rückstand der darauffolgenden Chloroformausschüttelung desselben Extraktes, Abb. 4 auf den bei der Reinigung dieses letzten Rückstandes in essigsaurer Lösung erhaltenen Chloroformauszug.

7. *Chloralhydrat.*

Todesursache: Plötzlicher Tod infolge Herzmuskeldegeneration.

Inhalt: gering, von breiiger Beschaffenheit.

Die Dauer der Destillation der Versuchsprobe im Wasserdampfstrom betrug 3 Stunden. Nach dieser Zeit gab eine Probe des Destillates keine deutliche Carbylaminreaktion mehr. Ein Teil des Destillates diente zur quantitativen Bestimmung; ein anderer Teil wurde zunächst mit Petroläther und sodann mit Äther ausgeschüttelt. Mit dem Ätherrückstande wurden alle zur Charakterisierung des Chloralhydrates notwendigen Reaktionen eindeutig erhalten. Von der Kontrollprobe diente ein abgemessener Teil der quantitativen Bestimmung. Da bei der Eröffnung der Kontrollprobe (Einschmelzrohr) ein merklicher Chloroformgeruch nicht wahrgenommen werden konnte, so wurde unter der Voraussetzung, daß eine Zersetzung des Chloralhydrates in merklichem Ausmaße nicht stattgefunden hatte, ein Teil der Kontrolllösung, also eine bekannte

Menge Chloralhydrat, dem Organrückstand von der ersten Destillation unter entsprechender Wasserergänzung zugefügt. Sodann wurde neuerdings im Wasserdampfstrom durch 3 Stunden bis zum Verschwinden der Carbylaminreaktion destilliert. Die quantitative Bestimmung des Chloralhydrates im Destillat ergab einen Verlust von 16,7%, bezogen auf die zugesetzte Menge von 0,2500 g. Es zeigt also dieser Versuch, daß die Destillation der Leichenteile in saurer Lösung an und für sich bei gewissen Giften zu merklichen Verlusten führen kann, die evtl. deren Nachweis in Frage stellen. Alle quantitativen Bestimmungen wurden nach der auch schon seinerzeit verwendete Methoden von *Sel*¹⁾ ausgeführt.

8. Chloroform.

Todesursache: Plötzlicher Tod durch Gehirnblutung.

Inhalt: gering, breiig.

Die Wasserdampfdestillation mußte zur völligen Austreibung des Chloroforms auf eine Stunde ausgedehnt werden. Die Kontrollprobe wurde gleichfalls der Wasserdampfdestillation unterworfen. Die quantitative Bestimmung des Chloroforms erfolgte nach der Methode von *Nicloux*²⁾ in der seinerzeit beschriebenen Modifikation³⁾ unter Verwendung der damals angegebenen Korrektur.

9. Formaldehyd.

Todesursache: Kopfschuß.

Inhalt: sehr reichlich, breiig.

Die Wasserdampfdestillation der Organprobe erfolgte sechszeitig bei je einstündiger Dauer jeder Destillation. Das 6. Destillat zeigte noch deutlich nachweisbaren Formaldehydgehalt. In jedem der 5 vorhergehenden Destillate wurde der Formaldehydgehalt quantitativ ermittelt. Das erste Destillat enthielt 0,017 g, das 5. Destillat noch 2 mg Formaldehyd. Das 2. bis 5. Destillat enthielten zusammen mehr als das 1. Destillat, so daß durch diese weiteren Destillationen die wiedergefundene Formaldehydmenge um mehr als das Doppelte anstieg. Dieser Befund ist zunächst im allgemeinen dadurch bedingt, daß, wie die folgenden Versuche zeigen, auch aus rein wäßriger weinsäurehaltiger Lösung der Formaldehyd durch Wasserdampfdestillation nur schwer vollständig ausgetrieben wird. Es wurde in einem aliquoten Teile der Kontrollprobe der Formaldehydgehalt direkt bestimmt und der Rest derselben Probe der Wasserdampfdestillation bei einem der Organprobe etwa entsprechenden Flüssigkeitsvolumen unterworfen. Nach 3 maliger Destillation

¹⁾ *Sel*, *Pharmaceutical journ.* (4) **25**, 4. 1907.

²⁾ *Nicloux*, *Cpt. rend. hebdom. des séances de l'acad. des sciences* **142**, 183. 1906.

³⁾ l. c.

von je 1 stünd. Dauer wurde in jedem Destillate und schließlich noch im Destillationsrückstande der Formaldehydgehalt ermittelt. Dem zu diesen Destillationen verwendeten Reste der Kontrollprobe entsprach ein Formaldehydgehalt von 0,4373 g. Das 1. Destillat enthielt etwas mehr als die Hälfte dieser Menge nämlich 0,2246 g, das 2. Destillat enthielt 0,1087 g, das 3. 0,0721 g, der Destillationsrückstand 0,0172 g Formaldehyd.

Die Menge des im 1. Destillate auftretenden Formaldehyds hängt zunächst von der ursprünglichen Konzentration der destillierten Flüssigkeit, dann aber auch von einer Reihe anderer Faktoren ab. Immerhin ist es auffallend, daß das 1. Organdestillat weniger Formaldehyd enthielt, als die folgenden zusammen. Dies könnte auf eine Abspaltung von Formaldehyd hindeuten (vgl. S. 277).

Wenn auch die schwere Austreibbarkeit des Formaldehyds nicht unbekannt ist¹⁾, so schien es doch vom forensischen Standpunkte wichtig, vornehmlich auch in quantitativer Hinsicht bezüglich seines Verhaltens bei der Wasserdampfdestillation orientierende Anhaltspunkte zu gewinnen. In der früheren Mitteilung²⁾ habe ich das Verhältnis der nach einmaliger einstündiger Destillation erhaltenen Formaldehydmenge zur ursprünglich vorhandenen, wesentlich höher annehmen zu müssen geglaubt, als es den nunmehrigen Resultaten entspricht. Auf Grund dessen veranlaßte ein damals erhobener Befund, bei welchem eine Alkoholextraktion des formaldehydhaltigen Materiales (Blut) zu sehr viel höheren Formaldehydwerten führte als die direkte einmalige Wasserdampfdestillation den Schluß, daß ein sehr erheblicher Teil dieser Differenz auf Zerstörung des Formaldehyds während der Destillation zurückzuführen sei. Die dadurch angedeutete Bemessung des Umfanges dieser Zerstörung bedarf nunmehr einer Korrektur. Es wurde damals³⁾ aus der mit Alkohol geschüttelten Probe der letztere im Wasserbade abdestilliert und unmittelbar eine Wasserdampfdestillation des Rückstandes von $\frac{1}{2}$ stündiger Dauer angeschlossen. Die so wiedergefundene Formaldehydmenge betrug prozentisch mehr als das Doppelte gegenüber derjenigen einer anderen entsprechenden Probe nach einmaliger 1 stündiger Wasserdampfdestillation. Im Zusammenhalt mit den nunmehrigen Ergebnissen scheint daraus zu folgen, daß der Formaldehyd mit Alkoholdämpfen leichter übergeht als mit Wasserdämpfen bzw. daß der Alkohol vielleicht eine Art Schutzwirkung ausübt möglicherweise durch seine koagulierenden und fällenden Wirkungen auf das Eiweiß. Demgemäß gibt nunmehr dieser Befund einen Anhaltspunkt für den Umfang einer bei der Wasserdampfdestillation erfolgenden Zerstörung nicht mehr; ihre

¹⁾ Vgl. *E. Salkowski*, *Biochem. Zeitschr.* **97**, 129. 1919; **115**, 159. 1921.

²⁾ l. c.

³⁾ l. c.

Möglichkeit bzw. Wahrscheinlichkeit bleibt nichtsdestoweniger bestehen, insbesondere auch wenn man die Erfahrung bei anderen flüchtigen Giften (vgl. Chloralhydrat) heranzieht.

Hielt ich diese Erörterungen der obigen „Korrektur“ halber für notwendig, so möchte ich sie andererseits benützen, um darauf hinzuweisen, daß das Resultat jener Alkoholextraktion einen Fingerzeig darstellt für die Möglichkeit einer brauchbaren Isolierungs- und Bestimmungsmethode des Formaldehyds in organischem Material besonders gegenüber der höchst unzuweckmäßigen Wasserdampfdestillation. Versuche in dieser Richtung sollen alsbald in Angriff genommen werden.

Die quantitativen Formaldehydbestimmungen der vorliegenden Untersuchung erfolgten sämtlich nach der Romijnschen¹⁾ Cyankaliummethode. Zur qualitativen Beurteilung des abgestuften Formaldehydwertes der Destillate hat mir vornehmlich die Probe von *Rimini*²⁾ mit salzsaurem Phenylhydrazin und Nitroprussidnatrium sehr gute Dienste geleistet, doch muß man bei sehr geringem Formaldehydgehalt mit dem Alkalizusatz vorsichtig sein.

¹⁾ *Romijns*, Zeitschr. f. analyt. Chem. **36**, 18. 1897.

²⁾ *Rimini*, Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel **1**, 858. 1898.