



Aus der Klinik für Hautkrankheiten und Syphilis zu Bonn.

Ueber den Nachweis  
der  
**Ausscheidung des Quecksilbers**  
aus dem Organismus  
durch den Harn

(mit besonderer Berücksichtigung der elektrolytischen  
Methode nach Wolff und des Hydrargyrum salicylicum).

**Inaugural-Dissertation**  
zur Erlangung der Doctorwürde

bei der

**medizinischen Fakultät**

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

eingereicht und nebst den beigefügten Thesen vertheidigt

am 9. März 1889

von

**Julius Levi**

aus Köln.

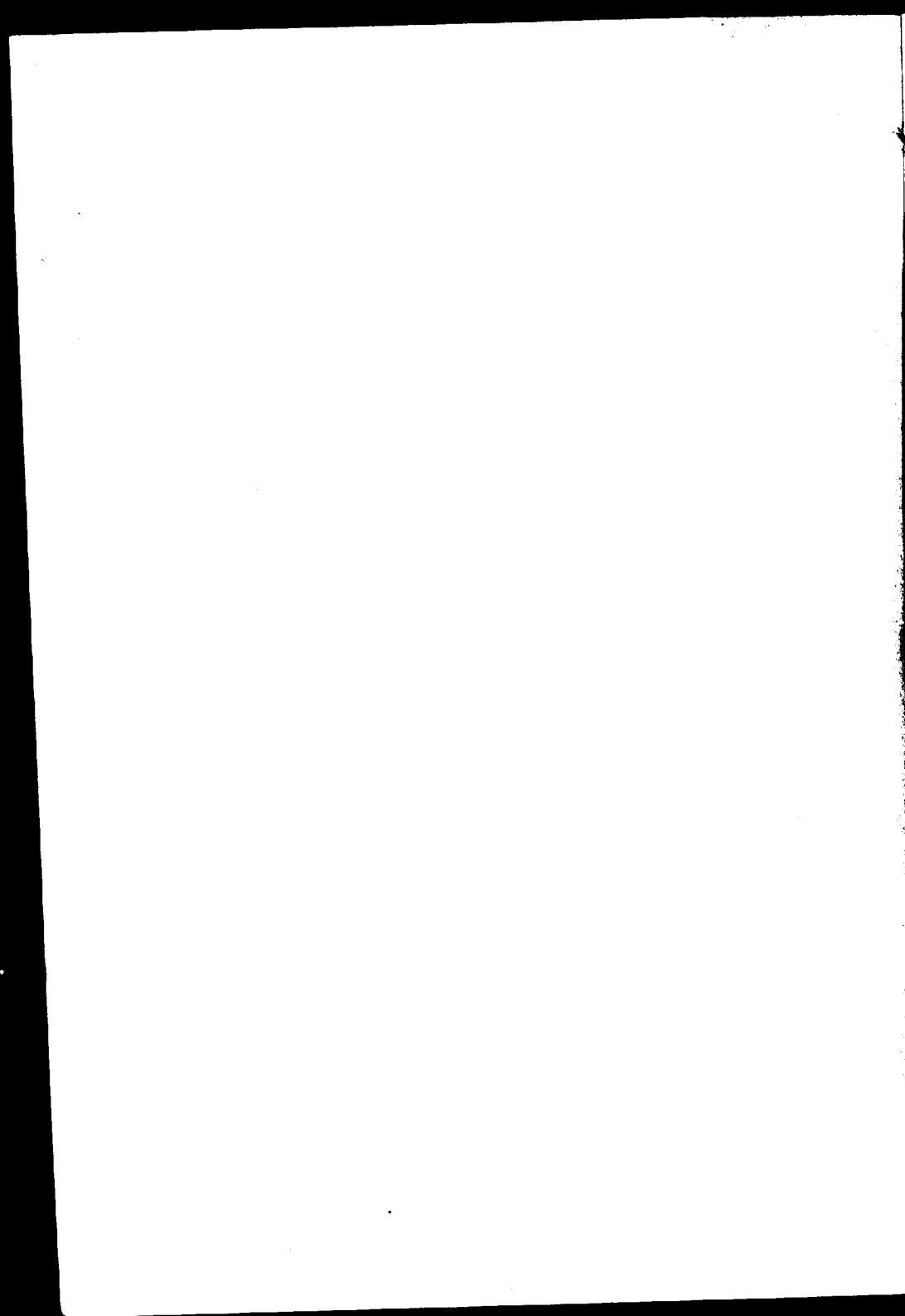


Bonn,

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi.

1889.





Dem Andenken  
meiner unvergesslichen Eltern.

## I n h a l t.

---

	Seite
I. Beschreibung der bis jetzt veröffentlichten Methoden . .	6
II. Resultate, welche bis jetzt mit diesen Methoden gewonnen sind . . . . .	19
III. Beschreibung der elektrolytischen Methode nach Wolff und der nothwendigen Ergänzungen . . . . .	27
IV. Eigene Versuche . . . . .	37

---

Von jeher ist die Frage, auf welchem Wege und in welchen Zeiträumen dem menschlichen Organismus einverleibtes Quecksilber ausgeschieden wird, eifrigst untersucht worden.

Den Anstoss dazu gab zunächst die Lehre der Antimerkurialisten, welche aus einer Remanenz des Quecksilbers im Organismus alle Symptome der tertiären Syphilis herzuleiten suchten und diese zu einer Quecksilberkachexie stempelten. Zur Unterstützung oder zur Bekämpfung dieser antimerkurialistischen Anschauungen hat man deshalb schon seit langer Zeit die Sekrete und Exkrete des Organismus, den Speichel, Schweiß, die Milch, die Faeces und vor allem den Harn zum Gegenstand diesbezüglicher Untersuchungen gemacht. Wenngleich nun auch die Anhänger der antimerkurialistischen Partei heutzutage nur noch zu Wenigen zählen, so hat die Frage nach dem Ausscheidungsmodus des Quecksilbers sowohl für die Theorie der Heilwirkung des Quecksilbers als auch für die Behandlung der Syphilis ihre volle Bedeutung aufrecht erhalten.

Eine vergleichende Zusammenstellung der diesbezüglichen Untersuchungen zeigt in den Resultaten grosse Widersprüche, welche von der Schwierigkeit der Versuche herühren und bei den ältesten Untersuchungen auch noch auf die falsche Voraussetzung zurückzuführen sind, dass im Organismus aus allen Hg-präparaten freies Quecksilber abgespalten würde.

---

## I. Beschreibung der bis jetzt veröffentlichten Methoden.

Die ältesten Forscher benutzten die Verquickung zum Nachweis von Quecksilber in Flüssigkeiten. Sie legten Gold- oder Kupferstäbchen in den Harn und schlossen aus einer silbernen Verfärbung dieser Stäbe auf das Vorhandensein von Hg. So will Petronius<sup>1)</sup> im Harn eines Mannes, der an Mercursalivation litt, Hg bemerkt haben. Cantu<sup>2)</sup> hat angeblich aus dem Bodensatz von 60 Pfund Harn, der von Individuen herrührte, welche mit Hg-präparaten behandelt wurden, durch Destillation in einer Retorte über 20 gran Hg abgeschieden. Andouard<sup>3)</sup> fand Hg im Harn von Syphilitischen, die mit Aetzsublimat behandelt waren. Miahle<sup>4)</sup> bemerkte nach Einverleibung von 0,6 gr Calomel einen Niederschlag von Quecksilber auf Kupferstäben, die er in den betr. Harn einlegte. Orfila<sup>5)</sup> fand zwar nach Cantu's Verfahren kein Hg, nach einer eigenen Methode gelang aber auch ihm der Nachweis. Auch van den Broek<sup>6)</sup> konnte nach mässigen Gaben von Sublimat Quecksilber im Kaninchenharn nachweisen.

Diesen positiven Resultaten standen die Angaben einer Anzahl Autoren gegenüber, welche in ihren Untersuchungen ein negatives Resultat erhalten hatten. Tiedemann und Gmelin leiteten  $H_2S$  in die betreffenden Untersuchungsflüssigkeiten, um so bei Anwesenheit von Hg einen Niederschlag von Schwefelquecksilber zu erhalten. Sie konnten aber weder im Harn eines Hundes, dem sie 3 Drachmen Hg-acetat, noch beim Pferd, dem sie  $\frac{1}{2}$  Unze Cyanquecksilber einverleibt hatten, nachweisbare Mengen von Quecksilber entdecken. Auch die Untersuchungen Wöhlers und

---

1—5) Referat in Schneiders Arbeit.

6) Donders Physiologie Bd. 1.

Voits in Liebigs Laboratorium fielen negativ aus. Spätere Autoren versuchten dann auf elektrolytischem Wege in einfacherer und zuverlässigerer Weise etwaiges Hg aus dem Harn abzuscheiden. Die ersten derartigen Untersuchungen wurden mit der sog. Smithson'schen Kette gemacht. Dieselbe bestand aus einem Goldstäbchen, um welches ein Staniolstreifen oder nach Rose's Empfehlung ein einfacher Eisendraht so lose gewickelt war, dass die zu untersuchende Flüssigkeit bequem den Goldstab umspülen konnte. Diese Kette wurde in den schwach angesäuerten Harn gesetzt. Nach einiger Zeit wurde die Kette herausgenommen und in einer Röhre erhitzt, vor deren Oeffnung sich ein Papierstreifen befand, der mit folgender Lösung getränkt war: Aq. dest. 100, Goldchlornatrium 0,6, Platinchlorid 0,4. Bei Anwesenheit von Quecksilber sollte sich dies Papier schwärzen. Die Wirksamkeit der seinerzeit vielbenutzten Smithson'schen Kette ist, wie Schneider gezeigt hat, bei weitem überschätzt worden und hat Anlass zu vielen Fehlerquellen gegeben, da die hierbei auftretende Schwärzung des präparirten Papiers nicht von Hg allein, sondern ebensogut von  $\text{NH}_3$  oder organischen Substanzen herrühren konnte. Die weitverbreitetste elektrolytische Methode war wohl die von Kletzinski<sup>1)</sup> im Jahre 1857 veröffentlichte. Hierbei wurde der Harn zunächst mit  $\text{KCO}_3$  und  $\text{HCl}$  behandelt, bis zur Trockne abgedampft und der Rückstand mit Aether extrahirt. Diesen Extrakt lässt man im Wasserbade verdunsten und löst den Rückstand in destillirtem Wasser. Die so bereitete Flüssigkeit wird elektrolysirt in einem Apparat, dessen Kathode ein Kupferplättchen, dessen Anode Platin ist. Etwa vorhandenes Hg sollte sich durch grauen Ueberzug des Kupferplättchens manifestiren. Diese Methode hatte seinerzeit eine gewisse Bedeutung, als grade ihre Resultate, so-

1) Wiener med. Wochenschrift 1857. Nr. 45.

weit sie negativ ausfielen, vielfach von den Antimercurialisten zur Unterstützung ihrer Ansicht von der Remanenz des Hg im Organismus benutzt wurden. Indess hat Schneider späterhin nachgewiesen, dass bei der Extraction der festen Harnbestandtheile mit Aether etwa vorhandenes  $\text{HgCl}_2$  Verbindungen eingehe, die in Aether unlöslich sind und deshalb weiterhin nicht nachgewiesen werden können. Die Methode Kletzinskis hat später noch einige Verbesserungen erhalten, so von Reder und Schauenstein, welche die Kupferelektrode mit einer Goldplatte vertauschten; ferner von Waller<sup>1)</sup>, welcher diese Goldplatte glühte und so das Hg isolirte. Mit Hilfe dieser Methode konnte er aus grösseren Harnmengen (10—15 Pfund) bei einer Einverleibung von 6—8 gran  $\text{HgCl}_2$  das Hg im Harn nachweisen. Die ganze Frage nach der Ausscheidung des Hg wurde aber erst einen grossen Schritt weiter gebracht durch die genauen Arbeiten Schneiders<sup>2)</sup>. Nachdem erst kurze Zeit vorher Voit<sup>3)</sup> die Ansicht ausgesprochen, dass man kein Hg im Harn finden könne, weil dieses mit den Eiweissstoffen feste Verbindungen eingehe, löste Schneider durch seine Untersuchungen endgültig die Frage, indem es ihm stets gelang, nach Einverleibung von Hg dieses auch im Harn zu finden. Die Untersuchungen Schneiders erstreckten sich zunächst auf genaue Prüfung der bis dahin benutzten Methoden, wobei er besonders auf die Empfindlichkeitsgrenzen der einzelnen Methoden Werth legte. Hierbei fand er, dass man mittelst der Electrolyse noch 0,001 gr  $\text{HgCl}_2$  in 500,000 facher Verdünnung nachweisen könne. Daraufhin benutzte er auch zu seinen weiteren Untersuchungen die Electrolyse nach folgendem Verfahren: Zerstörung der organischen Bestandteile mit

---

1) Prager Vierteljahresschrift 1859 III.

2) Sitzungsber. d. Wiener Akademie d. Wissenschaften Bd. 40.

3) Physiolog.-chem. Untersuchungen Augsburg 1857.

HCl und  $\text{KCO}_3$ . Electrolyse mittelst einer Smee'schen Säule von 6 Elementen in einem breiten Gefäss. Die Anode besteht aus einem 4 cm langen und 1 cm breiten Platinblech, die Kathode aus einem Golddraht von 1 mm Dicke, welcher in ein keulenförmig verdicktes Ende von 2 mm Durchmesser ausläuft. Die Leitungsdrähte bestehen, soweit sie sich in der Flüssigkeit befinden, aus Gold. Mit Recht sagt Schneider: „Bei so feinen Untersuchungen, wo es sich um die Entdeckung der letzten fassbaren Spuren eines Körpers handelt, ist es von Wichtigkeit, dass der Wahrnehmung mehrere und verschiedenartige Anhaltspunkte geboten werden. Ich habe mich daher bei allen Versuchen nie damit begnügt, die scheinbare Versilberung der Kathode als endgiltigen Beweis für die Anwesenheit von Hg gelten zu lassen. Ich benutze die Electrolyse nur dazu, das Quecksilber aus Flüssigkeiten in eine fassbare Form zu bringen, in der es möglich wird, durch einige Controlversuche und insbesondere durch eine chemische Reaction dessen Natur zu constatieren“. Er benutzte zu diesem Zwecke folgendes Verfahren: Die goldne Kathode wird mit dem Leitungsdraht in eine lange Glasröhre gebracht, die an einem Ende zu einer Kapillaren ausgezogen ist, und in dieser 5 Minuten lang bis zum Glühen erhitzt, sodass etwa vorhandenes Hg von der Kathode weg in den kälteren kapillaren Teil der Röhre sublimirt. Wie dies früher schon Voit gethan, wies auch Schneider nach, dass ein grauer metallisch aussehender Belag in der Röhre durchaus nicht mit Bestimmtheit von Hg herrühren müsse, sondern selbst bei Betrachtung mit der Loupe Verwechslungen mit Luftblasen, Staubtheilchen etc. zulassen könne. Er entfernt deshalb nach dem Glühen der Kathode diese aus der Röhre und führt in dieselbe ein Körnchen Jod ein, welches durch langsames Erwärmen ebenfalls in den kapillaren Teil der Röhre sublimirt und dort mit etwa vorhandenem Hg eine Verbind-

dung eingeht, die durch ihre rothe Farbe und ihre krystal-  
linische Form Verwechslungen mit anderen Körpern un-  
möglich macht. Dieses Verfahren ist die bedeutendste  
Neuerung, die Schneider bei der elektrolytischen Methode  
eingeführt hat und die fortan bei allen späteren Methoden  
der verschiedensten Art immer als Characteristicum für  
anwesendes Hg benutzt worden ist. Mit Hülfe dieser Me-  
thode hat Schneider neben einer grossen Anzahl von  
Vorversuchen, welche die Empfindlichkeitsgrenze seiner  
Methode ermitteln sollten, auch die Harnen von Individuen,  
die mit Hg-präparaten behandelt wurden, untersucht. Er  
benutzte hierbei stets eine grosse Menge Harn (von 3—6  
Tagen) und unterzog dieselbe 18—24 Stunden der Electro-  
lyse. Die Methode Schneiders hat im Laufe der Jahre  
eine Anzahl Veränderungen erfahren, die, das Prinzip der-  
selben während, nur durch nebensächliche Verbesserungen  
die Empfindlichkeit der Methode noch erhöhten. Einen  
Uebelstand, auf den schon Schneider hingewiesen, dass  
bei einem Ueberschuss von Jod leicht die auftretende  
charakteristische  $HgJ_2$ -verbindung durch das noch vorhan-  
dene Jod verdeckt werde, suchte Lehmann <sup>1)</sup> dadurch zu  
umgehen, dass er statt das Jod direkt in die Röhre zu  
bringen, Joddämpfe durch dieselbe saugte. Es gelang ihm  
hierdurch, die Empfindlichkeitsgrenze, die Schneider auf  
1 mgr  $HgCl_2$  in 500 ccm Harn festgesetzt hatte, auf 0,1 mgr  
in 100 ccm zu erhöhen. Auch die Kupferelektroden, die  
Schneider noch zuweilen benutzt hat, sind nach Leh-  
mann bei weitem nicht so zuverlässig wie die Gold-  
kathoden.

War nun auch durch die Methode Schneiders die  
Frage, ob das Quecksilber im Körper verbleibe, oder den-  
selben wieder verlasse, endgiltig entschieden, so hatte doch  
das Verfahren eine Anzahl Mängel, wie: schwierige Aus-

---

1) Hoppe-Seyler physiolog. Chemie VI 1.

führung, lange Dauer der einzelnen Versuche, welche eine allgemeine Benutzung zur Lösung weiterer diesbezüglichen Fragen nicht erwarten lassen konnten. Die nächsten Jahre brachten dann auch neue Methoden, welche das bis dahin complicirte electrolytische Verfahren wieder aufgaben. Unter diesen ist die erste bemerkenswerthe von Ludwig<sup>1)</sup> ausgearbeitet worden. Ludwig brachte in den angesäuerten Harn gewöhnlichen käuflichen Zinkstaub, der das Zn im Zustand äusserst feiner Vertheilung enthält, und welcher, wie sich durch Versuche ergeben hatte, aus Lösungen von  $\text{HgCl}_2$ , welche nur 0,006 gr Hg in 1 L.  $\text{H}_2\text{O}$  enthielten, sämtliches vorhandene Hg fällten. 5 gr solchen Zn-staubes wurden in 500 ccm des betreffenden Harnes gebracht, dieser bei  $50\text{--}60^\circ$  kräftig geschüttelt, und dann die Flüssigkeit ruhig einige Zeit stehen gelassen, bis sich das Metallpulver am Boden angesetzt hatte. Dann wurde dieses von der Flüssigkeit möglichst isolirt, gewaschen, bei  $50^\circ$  getrocknet und dann in einer in eine Kapillare endigenden Glasröhre unter Anwendung eines langsamen Luftstroms in einem Verbrennungsofen erhitzt, wodurch der Zn-staub das Hg wieder abgibt und dieses in Dampfform in den kapillaren Theil der Röhre sublimirt. Dort wird es nach der Methode Schneiders durch Joddämpfe in  $\text{HgJ}_2$  übergeführt. Dieses ursprüngliche Verfahren Ludwigs hat aber eine Anzahl Nachteile, welche dessen praktische Ausführung erschweren und die Reaction leicht trüben können. Zunächst werden bei der Fällung des Hg durch den Zn-staub immer organische Bestandteile mitgefällt. Diese liefern beim späteren Erhitzen des Metalles theerartige Destillationsprodukte und verdecken durch ihre Farbe die  $\text{HgJ}_2$ -krystalle vollständig. Diesem Uebelstand wurde dadurch abgeholfen, dass eine Spirale von schwach oxydirtem Kupferdrahtnetz an die verengte Stelle des Glasrohres

---

1) Wiener medic. Jahrbücher 1877 I.

zwischen Kapillare und Zinkstaub eingeführt wurde, welche beim nachträglichen Erhitzen die organischen Substanzen verbrannte. Um Theilchen dieser Kupferspirale oder des Zinkstaubes das Vordringen in den Kapillarteil unmöglich zu machen, wurde vor letzteren ein Asbestpfropf eingefügt. Mit dieser Verbesserung wurden in Ludwigs Laboratorium einige Zeit lang Untersuchungen angestellt, bei welchen man fand, dass noch 0,0001 gr  $\text{HgCl}_2$  in 500 ccm  $\text{H}_2\text{O}$  eine deutliche Reaction lieferten. Auch in den meisten Organen des menschlichen Körpers (so in der Leber, im Gehirn etc.) gelang nach Zusatz von  $\text{HgCl}_2$  stets der Hg-nachweis. Bei Behandlung mit Quecksilber-chlorid, -jodid und -cyanid, sowie phosphorsaurem Quecksilber gelang auch stets der Nachweis im Harn, ohne dass derselbe vorher mit  $\text{KClO}_3$  und  $\text{HCl}$  behandelt worden wäre. Bei diesen Untersuchungen ergaben sich aber noch immer einige störende Einflüsse, auf welche Ludwig <sup>1)</sup> selbst aufmerksam machte. Zunächst war der Uebelstand sehr empfindlich, dass beim Abdestilliren des Hg Wassertropfen mit in das Kapillarrohr übergingen, die oft so gross wurden, dass sie das Lumen desselben ausfüllten und vom Luftstrom fortgeschoben, Quecksilberkügelchen mit sich fortrissen, die auf diese Weise für den Nachweis verloren gingen. Aber auch ohne diesen Verlust war die Anwendung des Luftstromes, wozu man eines Gasometers oder Aspirators bedurfte, der praktischen Ausführung sehr hinderlich. Ludwig beseitigte diese Mängel dadurch, dass er die Anwendung des Luftstromes ganz unterliess, dafür die mit Zinkstaub gefüllte Röhre an einem Ende ganz zuschmolz und von hier aus die Erhitzung der Röhre vornahm. Die Gasentwicklung, die hierbei entstand, genügte vollkommen, um anwesendes Hg in den Kapillarteil zu drängen. Den schädlichen Wasserdämpfen wurde der Weg dorthin durch eine Schicht von

---

1) Wiener med. Jahrbücher 1880.



getrocknetem Zinkstaub verlegt, der beim Erhitzen das Wasser zersetzt. Auch mit dieser verbesserten Methode wurden eine Anzahl Versuche an quecksilberhaltigen Harnen gemacht, welche die Methode als sehr empfindlich und zuverlässig erscheinen liessen. Von weiteren Verbesserungen dieser Ludwig'schen Methode ist noch der Vorschlag Paschkis<sup>1)</sup> zu erwähnen, den amalgamirten Zinkstaub vor dem Trocknen mit verdünnter Kalilauge auszuwaschen, um auf diese Weise einige dem Zinkstaub anhaftende organische Substanzen, insbesondere die Harnsäure, zu lösen, die ja, wie eben beschrieben, der Deutlichkeit der Reaction Abbruch thun. Paschkis hält bei dieser Behandlung eine Einlagerung des Kupferdrahtnetzes und des trockenen Zinkstaubes für überflüssig. Mit dieser Modifikation gelang ihm der Nachweis von 0,2 mgr  $\text{HgCl}_2$  in 400 cem Harn.

Gleichzeitig mit den ersten Veröffentlichungen Ludwigs erschienen zwei weitere Methoden zum Nachweis von Quecksilber, welche von A. Mayer<sup>2)</sup> ausgearbeitet waren. Bei der einen Methode, deren Prinzip darin besteht, dass metallisches Hg, welches in einer Flüssigkeit suspendirt ist, beim Erhitzen mit Wasserdämpfen entweicht, wird der mit KOH und Kalk versetzte Harn in einem Kolben gekocht, der mit einer U-förmigen, mit Silbernitratglaswolle gefüllten Röhre in Verbindung steht. Kolben und Röhre werden in einem Bade von gesättigter Chlorcalciumlösung auf 130—140° erhitzt. Die Glaswolle, die bei Anwesenheit von Hg schwarz gefärbt ist, wird nun in der Röhre unter gleichzeitigem Durchstreichen eines Luftstromes erhitzt, wodurch sich das Quecksilber von der Wolle abscheidet und durch Einführung von Jod in das charakteri-

1) Zeitschrift für physiolog. Chemie VI. 1882. 6.

2) Medicin. Jahrbücher der k. k. Gesellschaft der Aerzte 1877. 1, sowie Zeitschrift für analyt. Chemie XVII.

stische Quecksilberjodid übergeführt wird. Mit dieser Methode hat Mayer nach einstündigem Kochen noch 0,5 mg  $\text{HgCl}_2$  gefunden. Lehmann gibt als Grenze 0,1 mg  $\text{HgCl}_2$  in 1 Liter Harn an. Auch hat Mayer aus dem Harn nach Schmierkuren positive Resultate erhalten.

Nach der zweiten Methode Mayer's wird der durch Abdampfen von  $\frac{1}{2}$ —1 Liter Harn erhaltene Rückstand mit trockenem KOH und gepulvertem Aetzkalk gemengt. Ein Glasrohr von 3— $3\frac{1}{2}$  cm innerem Durchmesser und 50—60 cm Länge, welches an einem Ende stark verjüngt ausgezogen ist, wird in folgender Reihenfolge gefüllt: Zunächst dem ausgezogenen Ende ein lockerer Asbestpfropf, dann ein Gemenge von gelöschtem und Aetzkalk, dahinter das Gemisch von Kalk und Harnrückstand und zum Schluss ein 4 cm langer, sehr dichter Asbestpfropf. Das ausgezogene Ende wird mit langfaserigem Asbest umwickelt und in ein 50 cm langes Verbrennungsrohr gesteckt, in welchem sich ein lockerer Asbestpfropf und vor diesem eine Schicht Kupferoxyd befindet. Diese verbundenen Röhren werden mehrfach mit dünnem Kupferblech umgeben, und im Verbrennungssofen erhitzt, wobei ein schwacher Luftstrom vom hinteren Ende her durch die Röhre streicht. Ist die Destillation beendet, so werden die beiden Röhren wieder getrennt, das Verbrennungsrohr mit Kupferoxyd gefüllt und sodann die Verbrennung eingeleitet. In der Vorlage sammelt sich dann ausser dem Wasser etwa vorhandenes Hg. Nach Entfernung des Wassers wird sodann das Hg durch Einleiten von Jod in die roten Krystalle übergeführt. Mit dieser Methode konnte Mayer noch 0,5 mg Hg in  $\frac{1}{2}$  Liter Harn nachweisen. Die Methode ist aber, wie die Beschreibung schon zeigt, äusserst complicirt, schwierig auszuführen und auch nicht zuverlässig, da Mayer selbst bei grösseren Hg-Mengen Verluste bis zu 20% erlitten hat. Diese beiden Mayer'schen Methoden sind dann auch

weiterhin, soweit ich die betr. Arbeiten überschauen konnte, nicht mehr benutzt worden.

Dagegen brachten die nächsten Jahre eine Anzahl werthvoller Verbesserungen der von Ludwig angegebenen Methode. Vor allem ist hier die bekannte Modifikation von Fürbringer<sup>1)</sup> zu nennen. Bei seinen Arbeiten mit der Ludwig'schen Methode fand er ausser den schon erwähnten und nachträglich von Ludwig selbst beseitigten Nachtheilen einen Uebelstand, der von dem Zinkstaub verursacht wurde, und der darin bestand, dass beim Erhitzen desselben Theilchen verbrannten und als Zinkoxydstaub in die Kapillare drangen, wo sie die Erkennung der charakteristischen  $\text{HgJ}_2$ -Krystalle zuweilen vollständig vereitelten. Fürbringer benutzte aus diesem Grunde den Zinkstaub weiterhin nicht. Als besten Ersatz fand er hierfür die käufliche Messingwolle, die sog. Lametta. Mit dieser wichtigen Neuerung gestaltete sich die Methode folgendermassen: In 500 ccm angesäuerten Harnes bringt man  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ g Lametta; mit dieser wird der Harn unter Umrühren auf 60—70° erwärmt. Dann wird der Harn abgegossen, die Lametta in heissem Wasser, Alkohol und Aether gereinigt und dann in einer Glasröhre, die beiderseits in Kapillare ausläuft, bis zur Rothgluht erhitzt, worauf etwa vorhandenes Hg in den Kapillarthteil sublimirt und in die Jodverbindung übergeführt wird. Theerartige Produkte und sonstige Nachtheile der Ludwig'schen Methode sollen bei dieser Behandlung nicht vorkommen. Bezüglich der Empfindlichkeit dieser Methode fasst Fürbringer seine Erfahrungen dahin zusammen, dass es ihm nicht möglich gewesen sei, gegenüber der Schärfe der Ludwig'schen Methode eine Differenz zu konstatiren. Es gelang ihm stets  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  mg Hg in 2—300 ccm Flüssigkeit nachzuwei-

1) Berl. klin. Wochenschrift 1878. Nr. 23.

sen, während sehr oft Mengen von 0,0001 gr Hg sich dem deutlichen Nachweise entzogen.

Die Fürbringer'sche Methode hat sich als äusserst einfach und praktisch erwiesen und hat durch eine Anzahl von Verbesserungen im Laufe der Zeit einen hohen Grad von Genauigkeit erhalten. So fanden Lehmann und Nega, dass die von Fürbringer für überflüssig gehaltene Zerstörung der organischen Bestandtheile des Harnes durch  $\text{KClO}_3$  und  $\text{HCl}$  die Feinheit der Methode ausserordentlich erhöhte, sodass Mengen von 0,2 mg  $\text{HgCl}_2$  in 100 cem nachgewiesen werden konnten. Da aber bei dieser Behandlung des Harnes leicht Chlor zurückbleiben kann, welcher bei dem späterhin erfolgenden Abdampfen die Lametta aufzulösen vermag, so empfahlen Wolff und Nega<sup>1)</sup> an Stelle der Lametta schmale Streifen aus dünnem Kupferblech zu nehmen. Auf diese Weise gelang ihnen der Nachweis von  $\frac{1}{50}$  mg  $\text{HgCl}_2$  in 1 Liter Harn. Landsberg<sup>2)</sup> adoptirt bei seinen Untersuchungen auch diese Modifikation, sucht aber trotzdem durch längeres Erwärmen alles Chlor zu vertreiben, weil dieses sonst eine nachherige Reinigung der Kupferstreifen sehr erschwere. Ausserdem macht Landsberg darauf aufmerksam, dass die Kupferstreifen leicht schon aus der Atmosphäre Hg aufnehmen. Er empfiehlt hiergegen sorgfältiges Aufbewahren in Hg-freier Atmosphäre oder Erhitzen der Kupferstreifen in einem Wasserstoffstrom und sofortiges Einschmelzen in Glasröhren, in denen sie bis zur Benutzung bleiben sollten.

Es erübrigt noch, einige Methoden zu nennen, die sich eng an die Fürbringer'sche anschliessen. Es ist dies zunächst die von Schridde<sup>3)</sup> im Jahre 1884 veröffent-

---

1) Deutsche medic. Wochenschrift 1886. Nr. 15 u. 16.

2) Landsberg, Ueber Ausscheidung des Hg aus dem Organismus. Inaug.-Dissert.

3) Deutsche med. Wochenschrift 1884. Nr. 18.

lichte Modifikation, bei welcher die alte, von Tiedemann und Gmelin benutzte Methode, durch Einleiten von  $H_2S$  in den unzerstörten Harn einen Niederschlag von Schwefelquecksilber zu erzeugen, mit der Fürbringer'schen kombinirt worden ist. Als Empfindlichkeitsgrenze gibt Schridde  $\frac{1}{10}$  mg  $HgCl_2$  in 1 Liter Harn an. Wolf und Nega verlangen auch bei dieser Methode noch eine Zerstörung der organischen Substanzen durch  $KClO_3$  und  $HCl$  vor dem Einleiten des  $H_2S$ , weil sich ein Theil des im Harn vorkommenden  $Hg$  in einer durch  $H_2S$  nicht fällbaren Verbindung mit den organischen Bestandtheilen befindet. Auf diese Weise gelang es Wolf und Nega durch Kombination der Schridde'schen mit der Lehmann'schen Methode  $\frac{1}{50}$  mg  $HgCl_2$  in 1 Liter Harn nachzuweisen.

Mit der Fürbringer'schen Methode stimmt im Prinzip überein die von Almén<sup>1)</sup> angegebene Methode. Er bringt einen Kupferdraht in den unzerstörten Harn, erhitzt denselben später in einer Glasröhre und lässt so das vorhandene  $Hg$  in den kapillaren Theil der Röhre sublimiren, wo es als Metall nachgewiesen wird. Die Almén'sche ist späterhin von Schillberg modifizirt und verbessert worden und gestaltet sich in einzelnen etwa folgendermassen:

1) Versetzen des Harns mit  $KOH$  und etwas Honig (nach Almén mit Rohrzucker).

2) Nachdem ein Niederschlag entstanden ist, in welchem das  $Hg$  sich befindet, lässt man diesen sich absetzen und löst ihn nach Entfernung der übrigen Flüssigkeitsmenge in reiner  $HCl$ .

3) Eintragen von Kupfer, welches bei  $40-60^\circ$  zwei Tage lang in der Flüssigkeit bleibt.

4) Reinigung des Kupfers und Einschmelzen in Röhren, worauf beim Erhitzen das  $Hg$  sublimirt.

Diese Methode ist u. a. von Welander benutzt wor-

1) Medicin-chirurg. Rundschau 1886. Nr. 8.

den, dessen Resultate weiterhin zur Besprechung gelangen werden.

Schliesslich ist noch eine Methode zu erwähnen, welche Alt<sup>1)</sup> auf der Matterstock'schen Klinik benutzt. Er trägt, anschliessend an die Fürbringer'sche Methode, als zu amalgamirendes Metall Rauschgold, welches aus Kupfer und Zink besteht, in den Harn ein. Durch die Vereinigung dieser beiden Metalle hoffte er ein stärkeres Zersetzen der Flüssigkeit und ein ausgiebigeres Amalgamiren zu erreichen. Das Rauschgold hat noch die Vortheile der grossen Billigkeit und leicht auszuführenden Reinigung. Die Methode gestaltet sich etwa folgendermassen: Die zu untersuchende Flüssigkeit wird angesäuert mit HCl, hierauf ein etwa 8 cm langes und 4 cm breites Blatt Rauschgold, das in einem Korkstöpsel eingeklemmt ist, in die Flüssigkeit gesenkt und schwebend gehalten. Hierauf wird die Flüssigkeit eine halbe Stunde lang auf 60° erwärmt. Nach einiger Zeit entfernt man das Rauschgold aus ihr, trocknet dasselbe und bringt es gefaltet in ein Reagenzglas, wo es beim Erhitzen etwa angenommenes Hg wieder abgibt. Dieses wird dann durch Jodeinführung in HgJ<sub>2</sub> übergeführt. Um einen Ueberschuss von Jod zu vermeiden, benutzt Alt einen kleinen Gummibläser mit Glasrohr. Eine kugelige Auftreibung des Glasrohres, die Jod enthält, wird bei Benutzung des Apparates erlitzt. Durch Druck auf den Ballon kann man dann beliebig viel Joddämpfe entleeren, oder dieselben bei einem Ueberschuss wieder aspiriren. Der Vortheil der Alt'schen Methode vor der Fürbringer'schen liegt in dem raschen Glühen des Rauschgoldes im Vergleich zu Zinkstaub oder Kupferstreifen. Aus diesem Grunde entfernen sich die Hg-Dämpfe hier nicht so weit, wie bei den hohen Temperaturen der anderen Methoden. Zu diesen Versuchen genügen deshalb schon kurze

---

1) Deutsche med. Wochenschrift 1886. Nr. 42.

Glasröhren; auch sind farbige Veränderungen am Glas, die bei hohen Hitzegraden entstehen und leicht zu Täuschungen führen können, hier ausgeschlossen. Die Empfindlichkeit dieser Methode ist eine ausserordentlich hohe, Alt gibt an, noch 0,00002 g  $\text{HgCl}_2$  in 250 ccm Harn gefunden zu haben.

## II. Resultate, welche bis jetzt mit diesen Methoden gewonnen sind.

Es ist schon oben angeführt worden, wie unzuverlässig und widersprechender Natur die ersten Angaben über die Ausscheidung des Quecksilbers gewesen ist. Erst mit dem Jahre 1860, wo Schneider endgültig feststellte, dass einer Quecksilbereinverleibung stets eine Ausscheidung des Metalles folge, ist diese wichtige Frage Gegenstand eingehender und gründlicher Untersuchungen geworden. Da dieselben mit dazu beitragen sollten, ein ideales Merkurpräparat für die Syphilisbehandlung zu finden, so legte man sich hauptsächlich folgende Fragen vor:

1) Wie viel Zeit nach der Einverleibung des Quecksilbers beginnt die Ausscheidung desselben, und wie lange hält die Ausscheidung an?

2) Ist die Ausscheidung constant oder Schwankungen unterworfen?

3) In wie weit ist die Menge des einverleibten Quecksilbers, die Art des Präparates und die Art der Einverleibung von Einfluss auf die Ausscheidung des Hg?

Die ersten Arbeiten in dieser Richtung rühren von Waller<sup>1)</sup> her, der, wie schon erwähnt, die elektrolytische Methode benutzte. Bei einer Einverleibung von 6—8 g  $\text{HgCl}_2$  konnte er noch nach 2 Monaten den sicheren Nach-

---

1) l. c.

weis von Hg im Harn führen, einen äussersten Termin für die Ausscheidung konnte er nicht ermitteln.

Overbeck<sup>1)</sup> fasste zuerst den Anfang der Ausscheidung ins Auge und kam zu dem Schlusse, dass das Quecksilber nicht sofort nach seiner Einverleibung ausgeschieden würde, sondern erst nach einigen Tagen. Zur Erklärung dieser Thatsache nahm er, ebenso wie Voit<sup>2)</sup>, an, dass das einverleibte Hg mit dem Eiweiss Verbindungen eingehe, die erst nach ihrer Oxydation dem Quecksilber ein Ausscheiden aus dem Organismus gestatteten. Auch Schneider hat mit der von ihm erfundenen Methode späterhin<sup>3)</sup> Versuche über den Ausscheidungsmodus des Hg gemacht und ist dabei zu folgenden Resultaten gekommen: „Während einer Hg-Kur und kurze Zeit nach derselben ist der Harn konstant quecksilberhaltig. Bei innerlichem Gebrauch von Hg-Präparaten konnte noch 6 Wochen nach Beendigung der Kur Hg im Harn nachgewiesen werden. Längere Zeit nach einer Kur (3—5 Monate), zuweilen schon nach wenigen Wochen, ist kein Hg mehr zu finden. Schmidt<sup>4)</sup> der sich ebenfalls des Schneider'schen Verfahrens bediente, suchte hauptsächlich den Anfang der Quecksilberausscheidung zu ermitteln. Seine Resultate sind aber, wie Landsberg gezeigt hat, nicht massgebend, da ein Teil der von ihm untersuchten Patienten schon in früheren Zeiten Quecksilberkuren durchgemacht hatten, und seine Untersuchungen grade in den ersten Tagen nach der Einverleibung des Hg nicht gleichmässig fortgesetzt worden sind. Doch gelang es auch ihm sowohl bei endermatischer wie hypodermatischer Applikation des Hg stets Hg nachzuweisen, dessen Mengen dann von der Art des

---

1) Overbeck, Merkur und Syphilis.

2) l. c.

3) Wiener med. Jahresbericht 1861. I.

4) Beitrag zur Frage der Elimination des Hg aus dem Körper.

Präparates abhängig sein sollten. Nach seinen Untersuchungen zeigt sich am schnellsten und am meisten Hg nach der Injektion eines Präparates, hierauf folgt in der Menge des ausgeschiedenen Hg das innerlich einverleibte Calomel und schliesslich das endermatisch angewandte Ung. cin. Sehr ausführliche und werthvolle Arbeiten rühren von Vajda und Paschkis<sup>1)</sup> her. Auch sie beschäftigen sich eingehend mit der Frage, wann das Hg zuerst nach der Einverleibung im Harn erscheine und kamen zu dem Resultate, dass von grösstem Einfluss die Art des Präparates sei, und zwar derart, dass leicht lösliche Präparate rascher als schwer lösliche den Organismus verlassen sollten. Die Menge des angewandten Hg kommt nach ihrer Ansicht erst in zweiter Linie in Betracht. Ueber die Dauer der Ausscheidung bei den einzelnen Präparaten konnten die Forscher zu keinem endgiltigen Resultat gelangen, sie fanden allerdings noch längere Zeit (2½ Monate) nach der Einverleibung Hg, konnten aber eine direkte Beziehung zwischen der Menge oder Art der Einverleibung und der Remaneuz des Hg nicht ermitteln. Die Untersuchungen von Vajda und Paschkis sind späterhin von Schuster<sup>2)</sup> angefochten worden. Er konnte nach Verlauf von Monaten nie mehr Hg im Harn finden. Ueberhaupt ist nach ihm die Hg-Ausscheidung durch die Nieren grossen Schwankungen unterworfen. Aus diesem Grunde wandte er sich zuerst der Untersuchung der faeces auf Hg zu. Diese hält er für den Hauptausscheidungsort des Hg, in diesen fand er stets in continuirlicher Weise Hg, auch wenn dasselbe im Harn nicht nachzuweisen war. In seinen späteren Arbeiten hält er im grossen an diesen Behauptungen fest, nur gibt er zu, mit der Schridde'schen Methode auch

---

1) Ueber den Einfluss des Hg auf den Syphilisprocess. Wien 1880.

2) Vierteljahresschr. für Derm. u. Syph. 1882.

stets Hg im Harn zu finden, wenn es sich in faeces nachweisen lässt. Die Angaben Schusters wurden, soweit sie sich auf die unregelmässige Ausscheidung des Hg durch die Nieren beziehen, auch von Oberländer bestätigt<sup>1)</sup>. Er fand abwechselnd mit dem Auftreten von Hg zuweilen vollständig ausscheidungsfreie Pausen bis zu 10 Tagen, doch konnte er entgegen Schuster noch nach 190 Tagen Spuren von Hg im Harn nachweisen. Desgleichen fand Nega in seinen Untersuchungen, dass die Ausscheidung des Hg keine konstante sei. Die ersten Spuren nach einer Einverleibung (Injektion von Glykokoll-Hg) fand er schon nach 24 Stunden; nach äusserlicher Applikation von Ungt. cin. gelang dieser Nachweis erst später. Was die Dauer der Ausscheidung anlangt, so fand Nega wenigstens bei subkutaner Anwendung von Glykokoll-Hg nach 2 Monaten nie mehr Hg im Harn. Auch die Angaben Vajda und Paschkis, dass bei subkutaner Applikation rascher Hg im Harn auftrate, als bei endermatischer Anwendung, konnte Neja nicht bestätigen. „Die Differenzen, so schreibt er, zwischen beiden Methoden sind jedenfalls nicht im Beginn der Ausscheidung zu suchen, sondern liegen wahrscheinlich in der Quantität des in der Zeiteinheit aufgenommenen und in der Tagesmenge des Harns ausgeschiedenen Hg.“ Für den weiteren Modus der Ausscheidung sind allerdings auch nach seiner Annahme Qualität sowie auch Quantität des Präparates von Bedeutung. Die nächsten Arbeiten von Wolff und Neja<sup>2)</sup> erstrecken sich hauptsächlich auf die Ausscheidung von Hg bei Anwendung von Calomel. Sie kamen hier, entgegen den Angaben Schusters, zu dem Resultate, dass, wenn auch durch anhaltende Diarrhöen dem Hg genug Gelegenheit geboten war, in grösseren Mengen den Organismus durch die faeces zu verlassen, die

1) Vierteljahresschr. für Derm. u. Syph. 1880.

2) Deutsche medic. Wochenschrift 1885. Nr. 49.

konstante Ausscheidung des Hg durch den Harn keinerlei Schwankungen unterlag. Auch Landsberg<sup>1)</sup> hat in seinen ausgedehnten Untersuchungen ausschliesslich die subkutane Behandlung mit Calomel in Betracht gezogen. Mit Benutzung einer ebenfalls von Wolff und Nega angegebenen Modifikation der Fürbringer'schen Methode gelangte er zu folgenden Resultaten:

1) Die Hg-Ausscheidung durch den Harn während einer Kur ist konstant; selbst nach einmaliger beliebig eingeführten Einverleibung von Hg findet die Ausscheidung statt, wofern die angewandte Quantität nicht unter ein gewisses Minimum geht.

2) Die ersten, allerdings geringen Mengen von Hg finden sich schon nach 24 Stunden, nehmen von da ab zu, um nach einigen Tagen ein Maximum zu erreichen, welches eine Zeit lang erhalten bleibt und allmählich bis zum vollständigen Verschwinden abnimmt.

3) Dieser Ausscheidungsmodus ist nach allen Präparaten gleich, nur wird das Maximum der Ausscheidung nicht bei allen Präparaten gleich schnell erreicht.

4) Hat die Hg-Ausscheidung ihr Maximum erreicht, so hat eine neue Hg-Einverleibung auf die Art der täglichen Ausscheidung keinen Einfluss, dagegen ist die Remanenz und die Dauer der Constanz der Ausscheidung direkt abhängig von der Menge einverleibten Hg und wohl sehr wenig von der Art desselben. Ueber die Ermittlung eines Endtermins, nach welchem Hg nicht mehr gefunden wird, sind von Landsberg keine Untersuchungen angestellt worden.

Watrascewski<sup>2)</sup> zog ebenfalls ausser den Hg-Oxydverbindungen das subkutan applicirte Calomel in den Kreis seiner Untersuchungen und kam hierbei zu ähnlichen Resultaten wie Landsberg, indem er fast stets schon 24 Stunden nach der Einverleibung das Hg im Harn fand.

1) l. c.

2) Gazeta lekarska 1886. Nr. 21.

Wohl die umfassendste Arbeit, die eine grosse Anzahl aller Methoden auf das genaueste untersuchte, rührt von Welander<sup>1)</sup> her. Nach Durchprobung aller bis dahin angewandten Verfahren, schien ihm das oben beschriebene Schillberg'sche am zweckmässigsten. Er kam hierbei zu folgenden Resultaten.

A. Interne Einverleibung.

1. Auftreten im Harn.

Hg-jodür, reines Hg,  
Hg-tannic. Oxydul (Lustgarten) } nach 1—2 Tagen  
Hg-jodid, Calomel }

B. Calomel (per anum) nach 24 Stunden.

C. Cutane Behandlung nach 24 Stunden.

Ohne Unterschied des Präparates.

D. Subcutane Einverleibung } zuweilen nach 2 Stunden  
Sublimat, Formamid etc. } (meist nach 24 Stunden.

Wir sehen demnach, dass Welander mit Landsberg und Watrascewski in Widerspruch steht, wenn diese die Ausscheidung nicht von der Art des Präparates abhängig machen. Ausserdem hat Welander, entgegen den Resultaten Landsbergs, gefunden, dass mit der Aufnahme neuer Hg-Mengen auch die Ausscheidung des Hg zunimmt. Von Wichtigkeit ist aber, dass auch Welander einen konstanten, ununterbrochenen Ausscheidungsmodus gefunden hat. Nach seiner Ansicht verlässt der grösste Theil des Hg den Organismus durch die Nieren und nicht, wie Schuster angenommen hatte, durch die faeces. Als äusserste Grenze der Hg-Ausscheidung fand Welander in der Regel 4—6 Monate, doch gelang es ihm in vereinzelt Fällen noch nach 6—12 Monaten und darüber hinaus Hg im Harn zu finden.

Auch Borowski<sup>2)</sup> konnte ebenso wie Landsberg

1) Annales de dermat. et syph. 1886. VII. Referat.

2) Russkaja Medicina 1886. Nr. 23.

und Welander schon kurze Zeit nach einer subkutanen Applikation von Hg (in Form der sol. aquos. Hydr. formid.), zuweilen schon nach  $\frac{1}{4}$  Stunde den Hg-Nachweis im Harn führen. Bei innerlichem Gebrauch von Hg-tannic. fand er Hg nach 24 Stunden. Bei Einreibungen von Ungt. cin. nach 8 Stunden. Auch nach seinen Erfahrungen wächst die Menge des ausgeschiedenen Hg mit jeder neuen Hg-Zufuhr.

Von verschiedenen Seiten ist auch die Frage erörtert worden, ob bei Individuen sich auch Hg im Harn finden liesse, ohne dass diese direkt Hg aufgenommen hätten. Die Frage ist begreiflicher Weise von grosser Wichtigkeit für die bis jetzt erörterten Untersuchungen, da wir sowohl im Anfang als auch lange Zeit nach einer Hg-Behandlung Hg bei einem Patienten finden können, welches dann nicht nothwendiger Weise von einem direkt einverleibten Hg-Präparat, sondern, da zu Untersuchungen doch meist Kranke aus klinischen Anstalten benutzt werden, auch aus dessen Hg-haltiger Umgebung herrühren kann. Auch über diese Frage sind von Welander eingehende Untersuchungen angestellt worden, welche ergaben, dass Personen, die Hg-Einreibungen gemacht hatten, oder auch nur sich in der Nähe von mit Hg Eingeriebenen aufhielten, Hg im Harn zeigen konnten. Die Untersuchungen sind von anderer Seite (Michailowski)<sup>1)</sup> auch zum Theil bestätigt worden, bedürfen aber, um einen Abschluss in dieser Frage zu erhalten, noch weiterer eingehender Versuche.

Vielfach verschiedene Resultate hat auch die Frage gegeben, ob Arzneistoffe eine Aenderung in der Ausscheidung des Hg hervorzurufen im Stande wären. Vor allem ist hier das Jodkali Gegenstand eifrigster Controversen gewesen. So glaubten Melsens, Lorinser, Michel u. A. eine Beschleunigung der Hg-Ausscheidung bei Anwendung

1) Internationale Klinik 1886. Nr. 11.

von JK zu bemerken, während Schneider, Vajda, Paschki und Michailowski grade zu der entgegengesetzten Annahme kamen. Auch Ssuchow<sup>1)</sup> hat bei gleichzeitiger Aufnahme von Hg und JK sowohl ein verspätetes Auftreten als auch eine geringere Ausscheidung von Hg im Harn bemerkt. Dagegen findet Borowski neuerdings eine die Hg-Ausscheidung fördernde Wirkung des JK und glaubt die widersprechenden Angaben dadurch erklären zu können, dass der Nachweis von Hg bei gleichzeitiger Anwesenheit von JK im Harn sehr erschwert werde. Zu diesem Zwecke entfernt er vorher nach Struves Angabe das vorhandene JK durch  $\text{CHCl}_3$  und Acid. nitr. fum. Sollte sich die Angabe Borowskis bestätigen, so müsste man bei jeder genauen Untersuchung den Harn vorerst auf etwa vorhandenes JK prüfen. Auch über den Einfluss der Schwefelbäder auf die Ausscheidung des Hg sind in den letzten Jahren vielfach Untersuchungen angestellt worden. Dieselben rühren hauptsächlich von russischen Forschern her und stimmen wohl alle darin überein, dass die Ausscheidung des Hg durch die Anwendung von Schwefelbädern sehr beschleunigt werde. So fand Berestowski<sup>2)</sup> und ebenso Kadkin<sup>3)</sup>, dass die Schwefelbäder bei der Elimination des im Organismus zurückgebliebenen Hg überaus behilflich wirkten. Bei Anwendung solcher Bäder will ersterer noch nach 5 Jahren, in einem Falle noch 11 Jahre nach einer Hg-Behandlung, Hg aus dem Körper entfernt und im Harn nachgewiesen haben. Zu einem Abschluss in dieser Frage, die ebenfalls für unsere Untersuchungen von grosser Bedeutung ist, kann man natürlich noch nicht kommen. Diese, sowie die Frage nach

---

1) Erster Russ. Aerzte-Congress 1885.

2) Sitzungsbericht der Balneologischen Gesellschaft in Piatigorsk-Kaukas. 1886.

3) Russkaja medicina 1887. Nr. 42.

dem Einfluss des JK auf die Hg-Elimination kann erst ganz beantwortet werden, wenn alle Fragen über den normalen Ausscheidungsmodus vollständig gelöst sind. Wie grosse Widersprüche aber in dieser Hinsicht noch heute, trotz der vielseitigen Bearbeitung dieses Themas, bestehen, geht zur Genüge aus den oben angeführten Resultaten hervor. Ob nun zur Erklärung dieser widersprechenden Angaben Individualität der Kranken und die Verschiedenheit der benutzten Methoden mit herangezogen werden muss, ist noch nicht zu übersehen. Jedenfalls aber scheinen alle bisher benutzten Methoden zu einem definitiven Abschluss dieser äusserst wichtigen Fragen nicht geeignet. Wolff und Nega haben sämtliche Methoden genau untersucht, aber keine von denselben von jeder Fehlerquelle freisprechen können. Zum grössten Theil erfordern dieselben auch einen solchen Aufwand von Zeit und Material, und bei den leicht auftretenden Fehlerquellen eine solche Uebung, dass man von denselben wohl nie eine allgemeine Einführung bei dem Kliniker oder gar dem praktischen Arzte erwarten kann, was doch bei der Wichtigkeit dieser Fragen sehr zu wünschen ist.

### III. Beschreibung der eigenen Versuche mit der elektrolytischen Methode nach C. H. Wolff.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, eine Methode zu finden, welche durch ihre Einfachheit und doch grosse Genauigkeit für einen allgemeinen Gebrauch besonders geeignet wäre, beschloss Herr Geheimrath Prof. Dr. Dautrelepont sowie Herr Privatdocent Dr. Kochs die vor kurzem veröffentlichte neue elektrolytische Methode von C. H. Wolff<sup>1)</sup> in Blankenese nach dieser Richtung hin

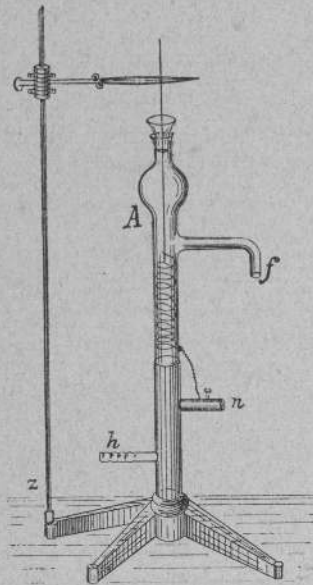
---

1) Zeitschrift für angewandte Chemie 1888. Heft 10.

zu prüfen. Ich verdanke es dem Entgegenkommen des Herrn Geh. Rath Prof. Dr. Doutrélepont, dass ich mich an diesen Untersuchungen mit betheiligen und den grössten Theil derselben selbst ausführen durfte.

Zur näheren Erklärung dieser Untersuchungen bedarf es zunächst einer Beschreibung des dabei erforderlichen Apparates (aus der Fabrik von A. Krüss in Hamburg zu beziehen).

In dem mit Zu- und Abfluss versehenen, oben kugelförmig erweiterten Glasrohr *A*, dem eigentlichen Zer-



Figur 1.



Figur 2.

setzungsapparat, ist die positive Elektrode in Form einer der inneren Wandung anliegenden starken Platindrahtspirale eingeschmolzen, das äussere Ende des Platindrahtes ist in die mit *n* bezeichnete Klemme des Stativs eingeführt, wodurch ein sicherer Contact jeder Zeit erzielt wird.

Die negative Elektrode besteht aus einer Spirale von dünnem Eisendraht, welche zunächst schwach verkupft und dann versilbert wird. Man macht sich davon gleichzeitig eine Anzahl vorrätig, da für jeden anzustellenden Versuch eine neue Spirale verwendet wird. Die Spirale wird in dem Glasrohr oben durch einen kleinen durchbohrten Kork, der gleichzeitig den Verschluss bildet, befestigt und erhält den Strom durch den an der Stange verstellbaren, in eine Pincette endenden seitlichen Arm zugeführt. Unten an der Stange befindet sich eine mit  $z$  bezeichnete Klemmschraube zur Verbindung mit dem negativen Pol der Batterie.

Die zu elektrolysirende, auf Quecksilber zu prüfende Flüssigkeit tritt von unten bei  $h$  in das Rohr ein, welches durch Gummischlauch mit Schraubenquetschhahn mit einem die Flüssigkeit enthaltenden Gefäß (Trichter oder Heberapparat) verbunden ist. Der Zufluss derselben wird so geregelt, dass dieselbe oben bei  $f$  tropfenweise (in 4—5 Sekunden einen Tropfen) in die untergestellte Flasche fließt, während der Strom in der angegebenen Richtung die Elektroden durchströmt. Man lässt die zu elektrolysirende Flüssigkeit im Ganzen drei Mal den Apparat durchfließen. Dies genügt, um selbst die minimalsten Hg-Mengen auf der Kathode abzuscheiden. Hat nun die zu untersuchende Flüssigkeit drei Mal den Weg durch den Apparat gemacht, so wird sie durch Eingiessen von reinem Wasser allmählich verdrängt, bis bei ununterbrochenem Strom keine Gasentwicklung an den Elektroden mehr stattfindet. Die Spirale wird alsdann herausgenommen, abgespült, durch Eintauchen in Alkohol und dann in Aether vollständig von Feuchtigkeit befreit und darauf, nach Abschneiden des Drahtes in ein Glasrohr von 6 mm Durchmesser eingeschmolzen; wie dies Fig. 2 zeigt. Das andere offene Ende des Glasrohres ist ausgezogen. Man erhitzt jetzt das Glasrohr, dort wo die Spirale liegt, von hinten anfangend, unter

fortwährendem Drehen in einer Gasflamme bis zum Glühen, in Folge dessen alles elektrolytisch abgeschiedene Quecksilber verflüchtigt wird und in der Wölbung und dem engen Theil des Rohres sich wieder als Anflug verdichtet. Nachdem etwas erkaltet, schneidet man das zugeschmolzene Ende des Gasrohres ab, entfernt die Spirale und führt an dessen Stelle in die Röhre ein kleines Splitterchen Jod ein. Dasselbe verflüchtigt sich bezw. wird dies durch schwaches Erwärmen befördert und verwandelt alles vorhandene Quecksilber in Jodid, welches man nur durch sehr vorsichtiges Erhitzen über eine kleine Spirituslampe in den engen Theil *d* hineintreibt, wo dann der hier entstehende Ring oder auch nur der Anflug von Quecksilber-Jodid den Beweis von der Anwesenheit des Quecksilbers liefert. Zur Erhaltung des Präparates schmilzt man alsdann das Glasrohr an beiden Enden zu.

Zur Verkupferung der Eisenspiralen, die man leicht aus jedem Eisendraht herstellen kann, wird nach der Angabe Wolffs zunächst jede Eisenspirale einige Minuten in verdünnte Schwefelsäure (1 : 5) getaucht, und kommt sodann während einer Minute mit dem negativen Pol eines einzelnen schwachen Elementes verbunden in eine angesäuerte concentrirte Lösung von reinem  $\text{CuSO}_4$ ; während man als positive Elektrode eine Spirale von starkem Kupferdraht von etwa 4 cm Durchmesser und 6 cm Höhe einsetzt. Alsdann wird die genügend verkupferte Spirale sofort herausgenommen, abgespült und sogleich versilbert. Die Versilberung geschieht in ähnlicher Weise während 4—5 Minuten in einem Becherglas mit positiver Drahtspirale derselben Abmessungen aus Platindraht mit einer Versilberungsflüssigkeit aus 5 g Argent. nitric., 25 g Kal. cyan., 250 g Wasser mit einer Stromstärke von 0,10 A. Die Versilberung ist dann matt. Die versilberte Spirale wird sofort abgespült, in absoluten Alkohol getaucht und dann sogleich getrocknet. Man bewahrt die Spiralen in einem

trockenen, verschlossenen, weiten Reagenzglas gut auf, um sie vor nachträglichem Rosten zu bewahren.

Als ich nun begann, an der Hand dieser Beschreibungen die Methode zu versuchen, stiess ich gleich auf Schwierigkeiten, zu deren Umgehung ich noch folgendes hinzuzufügen habe. Die nach Wolffs Angabe hergestellten Kupferüberzüge waren in den meisten Fällen von flockigem Aussehen und liessen sich leicht von der Eisenspirale abwischen, oder es fiel bei nachträglicher Versilberung der Kupferbelag von der Spirale ab. Eine galvanische Verkupferung von Eisen in Lösung von  $\text{CuSO}_4$  ist aber deshalb nicht möglich, weil das Eisen allein, schon ohne elektrischen Strom, unter Bildung von Eisensulfat metallisches Kupfer in fein vertheilter Form fällt. Nur durch gewisse Kunstgriffe (so u. A. Erhitzen), die sich gelegentlich zufällig ereignen, kann das Eisen passiv gemacht werden. Um Eisen für vorliegende Zwecke gut galvanoplastisch verkupfern zu können, braucht man zweckmässig folgendes Verfahren.

2 Theile  $\text{CuSO}_4$  und 5 Theile KCN werden jedes für sich in Wasser gelöst, dann zusammen gebracht und auf  $80-90^\circ$  erhitzt. In dieser heissen Flüssigkeit bleiben die in verdünnter  $\text{H}_2\text{SO}_4$  gereinigten Eisenspiralen 4—5 Minuten mit dem negativen Pol verbunden. Als positiver Pol wurde ebenfalls eine Kupferspirale benutzt und als Strom der gleiche wie bei der Versilberung. Die so verkupfer-ten Spiralen nahmen nachher einen sehr schönen haltbaren Silberüberzug an, der nach Wolffs Angabe angefertigt wurde. Zur elektrolytischen Abscheidung genügt nach Wolff ein Strom von 0,10 bis 0,15 Amp. (irgend einer konstanten Batterie). Zu diesem Zwecke empfiehlt er eine Batterie von 6 grossen Meidingerschen oder 2 mittelgrossen Bunsenschen Elementen. Letztere wurden auch bei unseren Untersuchungen benutzt, doch kann selbstverständlich jede andere Batterie von gleicher Stromstärke gebraucht werden.

Die Vortheile dieser Wolffschen Methode vor den anderen sind mannichfacher Art. Zunächst ist dieses Verfahren überall da besser zu gebrauchen, als die anderen nicht auf Elektrolyse beruhenden Methoden, wo räumliche Verhältnisse oder Zeitmangel ausgedehntere Untersuchungen nicht zulassen; dies trifft wohl im grossen und ganzen für die ärztliche Praxis zu. Einmal in Gang gesetzt, kann dieser Apparat bis zur definitiven Untersuchung sich ganz selbst überlassen werden und braucht nur dann, wenn die Harnmenge den Apparat passirt hat, durch einfaches Umfüllen wieder in Thätigkeit gesetzt werden. Auch vor den bisherigen Methoden hat diese mehrere Vorzüge. Während früher die in ein Gefäss getauchten Electroden nie mit der ganzen Flüssigkeit in gleichmässiger Weise in Berührung kamen, ist im Wolffschen Apparat durch das langsame Durchfliessen des Harns die ganze Flüssigkeit in gleichem Maasse der Elektrolyse unterworfen. Infolge der geringen Entfernung und der grossen Oberfläche der beiden Electroden ist dem elektrischen Strom ein möglichst geringes Hinderniss durch die Flüssigkeit gesetzt. Der grösste Vortheil dieser Methode liegt aber in der Anwendung der Silberspiralen. Bei den früheren Verfahren wurden zum Abscheiden des Hg Goldkathoden benutzt, die selbstverständlich wegen ihres hohen Werthes nicht für jeden Versuch erneuert werden konnten und den grossen Nachtheil hatten, dass sie das abgeschiedene Quecksilber nur sehr schwer und bei hohen Hitzegraden wieder abgaben. Die Silberspiralen dagegen, die für jeden Versuch erneuert werden können, enthalten das Quecksilber nur auf der äusserst dünnen Silberschicht, welche schon bei relativ niedriger Hitze alles Quecksilber wieder abgibt.

Mit dem Wolffschen Apparat wurden folgende Versuche angestellt:

Nachdem wir uns überzeugt hatten, dass weder das

benutzte Eisen noch die aufbewahrten Silberspiralen eine Reaction auf Quecksilber zeigten, wurden Untersuchungen zur Ermittlung der Empfindlichkeitsgrenze dieser Methode gemacht. Zunächst wurde als Flüssigkeit Wasser benutzt, welchem eine bekannte Menge  $\text{HgCl}_2$  zugesetzt wurde. Hierbei ergab sich, dass Mengen von 0,02 mg Sublimat in 100 ccm Wasser noch eine erkennbare Reaction machten. Auch im normalen Harn konnte nach Entfernung der organischen Substanzen bei Zusatz der gleichen Menge Sublimat bei dreimaligem Passiren des Apparates die Anwesenheit von Quecksilber nachgewiesen werden. Nach der eigenen Angaben Wolffs gelingt sogar stets der Nachweis von 0,01 mg Hg, wobei allerdings die auftretenden charakteristischen  $\text{HgJ}$ -Krystalle nur noch mit Hülfe der Loupe erkennbar sind.

Wir fanden bei unseren Untersuchungen, dass es nothwendig sei zur stets sicheren Erkennung der  $\text{HgJ}_2$ -Krystalle dieselben sich zunächst genau nach ihrer Form, Farbe und Verhalten vorzuführen. Zu diesem Zwecke wurden eine Anzahl Versuche mit synthetisch bereiteten  $\text{HgJ}_2$ -Krystallen angestellt und diese sowohl in ihrer rothen, als auch leicht daraus entstehenden gelben Form beobachtet und in ihrer Farbe von eingebrachten anderen Jodlösungen deutlich unterschieden. Wenn diese Versuche einige Male wiederholt werden, so kann man späterhin mit grosser Sicherheit die charakteristischen  $\text{HgJ}_2$ -Verbindungen von anderen zufällig bei der Reaction auftretenden Körpern unterscheiden. Am deutlichsten erscheinen die rothen Krystalle auf schwarzer Unterlage und bei auffallendem Licht; sie sind bei Weitem charakteristischer, als die gelbe Modification, welche sich allerdings sehr leicht beim Abkühlen des Glasrohres in die rothen Krystalle umwandelt. Um einen Ueberschuss von Jod zu vermeiden, der ein deutliches Erkennen der Krystalle verhindern kann,

sind von Nega<sup>1)</sup> und Alt<sup>2)</sup> Verfahren angegeben worden. Wichtiger wohl ist die zu beachtende Vorschrift, stets nur bei einer Temperatur das Jod in der Glasröhre zu erwärmen, bei welchen wohl dieses, nicht aber eben entstandenes  $\text{HgJ}_2$  verdampfen kann, weil letzteres dann für den Nachweis verloren geht. Auch der hier nöthige Temperaturgrad ist bei einiger Uebung leicht zu erkennen, wenn man sich zur Regel macht, das Glasrohr mit den Joddämpfen nie direkt in der Flamme, sondern über derselben zu erhitzen.

Bei den Untersuchungen des Harnes empfiehlt es sich, wenn nicht sehr leichte Harne vorliegen, zunächst eine Zerstörung der organischen Bestandtheile vorzunehmen, da sich dieselben sonst bei der Electrolyse leicht in Form von schleimigen Stoffen an die Silberkathode ansetzen und die spätere Reaction trüben können. Die Zerstörung nimmt man entweder mit  $\text{KClO}_3$  und  $\text{HCl}$  vor, wie dies ja schon früher angegeben ist, oder nach der Angabe Ziegler's<sup>3)</sup>, der, soweit bis jetzt bekannt, allein die Wolffsche Methode benutzt hat, mit Kalium hypermangan. Da wir dieses Verfahren auch bei unseren Untersuchungen benutzen, so führe ich dasselbe hier genauer an: Von der zu untersuchenden Harnmenge werden 150 ccm mit 1,5 g Kal. permang. versetzt und auf kleiner Flamme so lange erwärmt, bis das Kal. permang. in Mangansuperoxydhydrat übergegangen ist. Man bemerkt dann, wie sich die organischen Substanzen, zu kleinen Klumpen geformt, allmählich zu Boden senken, sodass man nach längerem Stehenlassen eine klare Flüssigkeit über dem Bodensatz von organischen Substanzen hat. Man verfährt jedoch rascher und sicherer, wenn man dieses langsame Absetzen nicht abwartet, sondern die Flüssigkeit filtrirt, wobei man eine meist wasser-

1) l. c.

2) l. c.

3) Monatshefte für prakt. Dermatologie 1888. Nr. 12.

klare oder schwach gelbe Flüssigkeit erhält. Dieselbe wird dann wegen der in beträchtlicher Menge entstandenen  $\text{CO}_2$  mit 5 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  versetzt, kräftig geschüttelt und sodann der Elektrolyse unterworfen. Dieses Verfahren ist sehr einfach auszuführen und, wie auch Ziegler gefunden hat, bei allen Untersuchungen vollkommen ausreichend. Bei Vermeidung eines Ueberschusses von Kal. permang. sind keinerlei Verluste von Hg zu befürchten. Wir haben wiederholt durch Zusatz der kleinsten Mengen  $\text{HgCl}_2$  zu normalem Harn und bei Zerstörung nach diesem Verfahren niemals eine Störung beim Auftreten der Reaktion bemerken können.

Die von uns untersuchten Patienten werden mit dem seit einiger Zeit auch an der hiesigen dermatologischen Klinik fast ausschliesslich benutzten Hydrargyrum salicylicum in subcutaner Applikation (0,059 Hg in einer Spritze) behandelt. Herr Geh. Rath Prof. Doutrépoint wies uns diese Fälle zu, weil sie einerseits ein möglichst grosses und gleichmässiges Material darbieten, und weil andererseits Untersuchungen über die Ausscheidung des Hg nach diesem Präparat bisher noch nicht angestellt worden sind. Die diesbezüglichen Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, da wir die zu benutzenden Fälle noch nach einer anderen Richtung hin genau zu untersuchen für nothwendig hielten.

Es ist nämlich schon lange bekannt, wie schon relativ kleine Quecksilbermengen eine zerstörende Wirkung auf die Nieren ausüben können, die dann das typische Bild einer glomerulo-nephritis darbieten. Auch Fürbringer, ebenso Salkowski und Kletzinski bemerkten sehr häufig bei einer Hg-Behandlung Albuminurie oder bei schon bestehender Erkrankung der Nieren eine wesentliche Verschlimmerung durch die Anwesenheit des Hg. Wie aber die Ausscheidung des Hg durch eine solche Affektion der Nieren beeinflusst wird, finde ich nirgend erwähnt, und doch ist es wohl nicht zu bezweifeln, dass

bei einer erkrankten Niere die Ausscheidung des Hg eine ganz andere ist, als bei einer gesunden Niere. Dieser Punkt ist wohl bisher nicht genügend beachtet worden, und es mag vielleicht ein grosser Theil der verschiedenen Resultate in der Ausscheidungsfrage hierauf zurückzuführen sein. Bei unseren Untersuchungen, die zunächst bezwecken, einen Beitrag zu der noch offenen Frage über den normalen Ausscheidungsmodus des Hg zu liefern, soll auch nach dieser Hinsicht jeder einzelne zu benutzende Fall genau geprüft werden, und die Untersuchung sich nur auf Patienten ohne nachweisbare Nierenveränderung erstrecken, da nur diese über die normalen Vorgänge bei der Ausscheidung richtige Aufschlüsse geben werden. Das zu benutzende Krankenmaterial verringert sich dadurch nicht unerheblich, so dass wir an dieser Stelle vorläufig noch keine endgiltigen Resultate der uns vorgelegten Fragen angeben können. Nach den bis jetzt angestellten Versuchen, die z. Th. in der Tabelle angegeben sind, scheint sich zu ergeben, dass bei subkutaner Applikation das Hg. salicylicum nach 48 Stunden stets, vereinzelt auch schon früher Quecksilber im Harn nachzuweisen ist. Die in den ersten Tagen ausgeschiedenen Mengen sind gering, nehmen aber anscheinend rasch zu und lassen sich dann eine Zeit lang hindurch ununterbrochen nachweisen. 6 Wochen nach Beendigung der Kur gelang in einem Falle der Nachweis, während ich nach 9 Monaten keinerlei Spuren von Hg finden konnte.

Es ist zu hoffen, dass die Wolffsche Methode wegen ihrer vielen Vorzüge sich allgemein Eingang verschaffe, damit die verschiedenen für die Behandlung der Syphilis so wichtigen Fragen einer baldigen Lösung entgegen gehen. Durch eine genaue und vielseitige Erforschung der Ausscheidung des Quecksilbers aus dem Organismus werden wir dann vielleicht einen Einblick in das Wesen der nie versagenden Wirkung des Quecksilbers bekommen und

durch das Verhalten der verschiedenen Quecksilberpräparate bei ihrer Elimination aus dem Organismus ein ideales Quecksilberpräparat und neue wichtige Gesichtspunkte für die Behandlung der Syphilis finden.

Ich erfülle zum Schlusse meiner Arbeit die angenehme Pflicht, Herrn Geh. Rath Prof. Dr. Doutrelepont für die Ueberweisung dieser Arbeit meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen. Zu besonderem Danke bin ich Herrn Privatdocent Dr. Kochs verpflichtet, der mich sowohl bei den praktischen Arbeiten als bei der Anfertigung der Arbeit jederzeit bereitwilligst unterstützte.

#### IV. Auszug aus den Versuchstabellen.

- I. Margaretha S., p. publ. Aufgenommen 1. XI. 88. Zuletzt behandelt Ende Januar 1888. Keine Albuminurie. Kein Hg (nach 9 Monaten). Therapie: erhielt Spritzen
2. XI. (10<sup>h</sup>). 6. XI.
  2. XI. (8<sup>h</sup> abends) 1017, sauer, keine Alb., kein Hg.
  3. XI. (8<sup>h</sup> vorm.) 1010, „ „ „ „ „
  3. XI. (12<sup>h</sup> „ ) 1016, „ „ „ „ „
  4. XI. (10<sup>h</sup> „ ) 1010, „ „ „ Spuren.
  5. XI. (10<sup>h</sup> „ ) 1010, „ „ „ Spuren (?).
  6. XI. (10<sup>h</sup> „ ) 1020, „ „ „ wenig Hg.
  7. XI. (10<sup>h</sup> „ ) 1012, „ „ „ deutlich.

(Konnte nicht weiter untersucht werden.)

- II. Maria H., p. p. Aufgenommen 5. IX. 88. Früher keine Behandlung. Therapie: Spritze am 6. XI. (10<sup>h</sup>).
13. XI. 20. XI. 27. XI.
  5. XI. 88 (4<sup>h</sup> nachm.) 1016, sauer, keine A., kein Hg.
  7. XI. 88 (10<sup>h</sup> morg.) 1020, „ „ „ „ „
  8. XI. 88 (10<sup>h</sup> „ ) 1020, „ „ „ „ „
  8. XI. 88 (8<sup>h</sup> abends) 1016, „ „ „ wenig „

9. XI. 88 (10<sup>h</sup> morg.) 1021, sauer, keine A., kein Hg.  
10. XI. 88 (10<sup>h</sup> vorm.) 1020, „ „ „ Reaktion.  
11. XI. 88 (10<sup>h</sup> „ ) 1018, „ „ „ wenig Hg.  
12. XI. 88 (10<sup>h</sup> „ ) 1020, „ „ „ Deutl. Reakt.  
13. XI. 88 (10<sup>h</sup> „ ) 1020, „ „ „ „ „  
17. XI. 88 (10<sup>h</sup> „ ) 1016, „ „ „ „ „  
20. XI. 88 (10<sup>h</sup> „ ) 1016, „ „ „ „ „

III. Elise E., p. p. Aufgen. 2. XII. 88. Früher keine  
Behandlung. Therapie: Spritze am 3. XII. (10<sup>h</sup>).

„ „ 10. XII.

2. XII. (10<sup>h</sup> abends) 1024, sauer, keine A., kein Hg.  
4. XII. (10<sup>h</sup> morg.) 1020, „ „ „ „ „  
4. XII. (8<sup>h</sup> abends) 1018, „ „ „ Spuren(?) 34 St.  
5. XII. (10<sup>h</sup> morg.) 1020, „ „ „ Deutl. Reaktion.  
6. XII. (10<sup>h</sup> „ ) 1022, „ „ „ „ „

IV. Katharina Th., p. p. Aufgen. 16. XI. 88. Zu-  
letzt behandelt Anfang Oktober. Therapie: Spritze am 19.  
XI. (10<sup>h</sup>).

16. XI. (8<sup>h</sup> abends) 1020, sauer, keine A., Spuren (nach 6  
Wochen).

19. XI. (8<sup>h</sup> „ ) 1019, „ „ „ Deutl. Reaktion.  
22. XI. (10<sup>h</sup> vorm.) 1016, „ „ „ „ „

V. Wilhelm W., Tagelöhner. Aufgen. 27. X. 88.  
Früher keine Behandlung. Therapie: Spitze am 3. XI.  
(10<sup>h</sup>).

2. XI. (8<sup>h</sup> abends) 1016, sauer, keine A., kein Hg.  
4. XI. (10<sup>h</sup> vorm.) 1020, „ „ „ „ „  
5. XI. (10<sup>h</sup> „ ) 1016, „ „ „ Reaktion (48 St.)  
6. XI. (10<sup>h</sup> „ ) 1016, „ „ „ Deutl. Reaktion.  
7. XI. (10<sup>h</sup> „ ) 1020, „ „ „ „ „

## Vita.

---

Geboren wurde ich, Julius Levi, als Sohn des Kaufmanns Jonas Levi und der Johanna geb. Isaac, zu Köln am 28. Mai 1866. Beide Eltern sind mir während meiner Studienzeit durch den Tod entrissen worden. Nach genossenem Elementarunterricht besuchte ich das Kgl. Friedrich Wilhelm-Gymnasium meiner Vaterstadt. An diesem erhielt ich Ostern 1885 das Zeugnis der Reife. Ich bezog alsdann die Universität Bonn, um mich dem Studium der Medizin zu widmen.

Am 25. Februar 1887 bestand ich das Tentamen physicum und wandte mich dann nach München, wo ich während des 5. Semesters meiner Militärpflicht bei dem Kgl. bayer. 2. Inf.-Regt. „Kronprinz“ genügte. Im Herbst 1887 kehrte ich nach Bonn zurück, um daselbst meine Studien zu vollenden. Am 6. März bestand ich das Examen rigorosum.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Docenten:

in Bonn: Barfurth, Binz, Bohland, Burger, Clausius (†), Doutrelepont, Finkler, A. Kekulé, Kocks, Koester, Krukenberg, v. Leydig, Nussbaum, Pflüger, Ribbert, Rühle (†), Saemisch, Schaaffhausen, Schultze, Strasburger, Trendelenburg, Ungar, v. La Valette St. George, Veit, Witzel;

in München: Bollinger.

Allen diesen hochverehrten Herren spreche ich meinen besten Dank aus.

---

## Thesen.

---

1) Bei mehrmaliger Einverleibung von Quecksilberpräparaten ist der Zustand der Nieren genau zu überwachen.

2) Die klinische Erfahrung macht es wahrscheinlich, dass mehrere verschiedene Krankheitserreger die Pneumonie hervorrufen können.

3) Die Alopecia kommt nicht nur als Trophoneurose, sondern auch als parasitäre Erkrankung vor.



15109