Aus der dermatologischen Universitätsklinik zu Breslau.

Beiträge zur Kataphorese.

Ein Gesamt-Ueberblick über den gegenwärtigen Stand der Frage
mit eigenen Untersuchungen.

Von

Dr. Karfunkel,

Badearzt in Cudowa.

Die Fähigkeit des constanten Stromes, Flüssigkeiten vom positiven zum negativen Pole durch feuchte poröse Scheidewände mit capillären Räumen hindurchzuführen, nennt man Kataphorese.

Der Vorgang selbst gehört zu den physikalischen Wirkungen der Elektrizität und hat mit der elektrolytischen Zerlegung chemischer Verbindungen in ihre Componenten an und für sich nichts zu schaffen.

Der Gedanke, auf diese Weise dem menschlichen Organismus Medicamente in Lösung durch die unversehrte Haut zu Heilzwecken einzuverleiben, hat nachweislich schon im vorigen Jahrhundert zu zahlreichen Versuchen Anlass gegeben, wobei auch bereits in Gegensatz zu den Berichten über die allergünstigsten Erfolge (Priestley,¹⁾ Pivati, Winkler u. A.) Angaben über negative Resultate (Franklin,²⁾ Nollet) keineswegs fehlen. Im Anfange und um die Mitte unseres Jahrhunderts wurden erst einige physikalische Grundlagen für das weitere Studium der Kataphorese am Menschen geschaffen:

Porret³⁾ hat als erster über die Methode des Transports von chemischen Flüssigkeiten durch den galvanischen Strom im Jahre 1816

¹⁾ Priestley, Histoire de l'Ectricité (Paris 1771) Tome I, pag. 272, siehe Adolf Kahn, Dissertation, Strassburg und Nr. 18.

²⁾ Franklin, Letters, pag. 52, siehe Adolf Kahn, Dissertation, Strassburg und Nr. 18.

³⁾ Annales de Chim. et de Phys. 2. Serie 1816, II., 137.

in einer Reihe von Experimenten Mittheilung gemacht, welche den Durchgang durch die engen Poren organischer Membranen darthun.

Die Gesetze der fortführenden Wirkung hat Wiedemann¹⁾ zuerst näher untersucht. Nach mannigfachen Anfechtungen der Deutungsweise dieser Erscheinungen, welchen jeder Zusammenhang mit der Elektrizität abgesprochen (Graham,²⁾ v. Quint. Icilius,³⁾ Breda,⁴⁾ Logemann,⁵⁾ Matteucci⁶⁾ wurde, und deren rein physikalischer Charakter lange Zeit verkannt worden ist, hat weiterhin Quincke⁷⁾ in einwandfreien Untersuchungen den Nachweis geführt, dass der elektrische Strom Wasser und Alkohol in Glasröhren ohne Diaphragma in der Richtung der positiven Elektrizitätsströmung mit fortführt.

Seine weiteren Experimente,⁸⁾ sowie die Jürgensens⁹⁾ führten zu der Erkenntniss, dass beim Durchgang des elektrischen Stromes sogar feste, in Wasser in fein vertheiltem Zustande befindliche Körper sich in der Richtung vom negativen zum positiven Pole fortbewegen, z. B. in Wasser suspendierte Stärkekörnchen, Carmin, Lycopodium etc.

Im Einklang mit diesen grundlegenden Vorversuchen war entsprechend den fortgesetzten Experimenten Wiedemann's¹⁰⁾ die alle Flüssigkeiten überführende Eigenschaft des elektrischen Stromes vom positiven zum negativen Pole der galvanischen Kette durch eine poröse Scheidewand hindurch als unzweifelhaft feststehend zu erachten.

Von dem Gesichtspunkte ausgehend, dass die menschliche Haut ja auch eine poröse Zwischenwand darstelle, ist es in zahlreichen Arbeiten unternommen worden, vermittelst der kataphorischen Wirkung des constanten Stromes der völlig unverletzten Haut eines lebenden Organismus medicamentöse Lösungen zu Versuchs- und Heilzwecken einzuverleiben; allerdings haben sich die ferneren Forscher auf die exacten Voruntersuchungen der genannten Physiker selten gestützt. Jedenfalls war der Gedanke, eine Passage wegsam zu machen, welche sich für die intacte Körperoberfläche ohne Elektrizität nicht durchgängig zeigt, für therapeutische Massnahmen verlockend.

Neben absoluten Misserfolgen fielen manche Beobachter in der Annahme positiver Resultate den grössten Täuschungen anheim. Nach vieler Richtung hin wurden in hoffnungsvollen Erwartungen die Grenzen

¹⁾ Wiedemann, Galvanismus I, S. 377 u. Poggend. Annal. 87, pag. 321, 1852.

²⁾ Graham, Phil. mag. 1854, vol. VIII, pag. 151.

³⁾ Lehrbuch der Experimentalphysik, pag. 642.

⁴⁾ Poggend. Annal. 100, pag. 149.

⁵⁾ Poggend. Annal. 100, pag. 149.

⁶⁾ Compt. rend. Dec. 1860.

⁷⁾ Berichte der Berlin. Akademie 1861, pag. 6.

⁸⁾ Annalen der Physik und Chemie. Nr. 8, Bd. 113, pag. 513. 1861.

⁹⁾ Reichert und du Bois-Reymonds Archiv 1860, pag. 673.

¹⁰⁾ Poggend. Annal. 99, pag. 177. 1856.

dieser elektrischen Fähigkeit verkannt. So dachte Bernhardt,¹⁾ um nur ein Beispiel anzuführen, nach den häufigen Mittheilungen über erzielte Besserungen von Hemiplegien nach der Durchleitung eines constanten Stromes durch den Schädel, an jene fortführende Eigenschaft der Elektrizität, durch welche vielleicht das um den Hirnherd liegende und die noch gesunden Gewebe belastende, seröse Oedem verringert, und eine schnellere Restitution der frei gewordenen Nervensubstanz geschaffen werden könnte.

Mit Recht warnt daher schon Rosenthal²⁾ 1869 vor allen übereilten Urtheilen, da praktische Erfolge noch nicht zu verzeichnen sind, und die hierüber gemachten Angaben wohl sehr viel Falsches neben einigem Wahren enthalten.

Und noch heutzutage ist der Stand in der vorliegenden Frage trotz vieler Publicationen keineswegs einso geklärt, dass die kataphorischen Erscheinungen allgemein für völlig erwiesen erachtet werden. Ein gewisses Misstrauen trägt vielleicht die Schuld, dass diesen Wirkungen des elektrischen Stromes nicht allgemeinere Beachtung und eventuelle praktische Verwerthung an geeignet erscheinenden Fällen entgegen gebracht werden.

Wenn es mir daher auch bewusst ist, dass ich zu einem Theile bereits öfters angestellte Versuche nur wiederholt habe, so dürfte es vielleicht nicht ganz müßig erscheinen, einen Ueberblick über den Stand der Kataphorese zu geben und mit dem Berichte über eigene Untersuchungen die Ergebnisse früherer Experimente zu vergleichen.³⁾ (s. u.)

Auf zweierlei Weise hat man versucht durch den galvanischen Strom Arzneistoffe in einen an der Hautoberfläche unversehrten, lebenden Körper überzuleiten: einmal, indem man die Pole einer constanten Kette mit Elektroden verband, welche mit dem dem Organismus einzuverleibenden Medicamente in Lösung reichlich durchtränkt, intacten Hautstellen aufgesetzt waren, also auf dem Wege der localen Kataphorese, zweitens durch allgemeine elektrische Bäder, welche den betreffenden Arzneistoff gelöst enthielten.

Im Folgenden soll zunächst die locale Anwendungsweise erörtert werden.

Als überzuführendes Medicament wurde am häufigsten, wohl wegen des relativ leichten Nachweises, Jodkalium in verschiedenen concentrirten Lösungen benutzt.

Berühmt ist der Versuch Fabré-Palaprats,⁴⁾ welcher eine in Jodkalilösung eingetauchten, mit dem positiven Pole verbundenen

¹⁾ Bernhardt, Virchows Archiv 1875, Bd. 64.

²⁾ Elektrizitätslehre für Mediciner. Berlin 1869.

³⁾ Dieser Arbeit liegt zum Theil ein von mir bei Gelegenheit der 68. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Frankfurt a. M. 1896 gehaltenes kurzes Referat zu Grunde. Ein Theil der Untersuchungen ist im Winter 1897 angestellt.

⁴⁾ Meyer, Die Elektrizität in ihrer Anwendung auf die praktische Medicin, pag. 29.

Elektrode an der einen Hand, an der anderen die negative, mit Stärkekleister befeuchtete Elektrode entgegengesetzte und vermittelt des galvanischen Stromes eine Ueberleitung des Jods durch den Körper hindurch an der bläulichen Färbung des Amylum zu erkennen glaubte. Moritz Meyer¹⁾ erklärt die eventuelle Jodreaction am negativen Pole durch Verdunstung oder Unvorsichtigkeit beim Experimentiren. Wolff²⁾ hat diesen Versuch mit völlig negativem Resultate mittelst an der Vola und Dorsum derselben Hand diametral aufgesetzten Elektroden wiederholt.

Nach Brückner's³⁾ Versuchen drang das Jodkali nie tiefer in die Gewebe vor, als bis in die Cutis hinein, und liess sich Jod auch nicht im Urin nachweisen. Dagegen wollen Beer⁴⁾ und Wilhelm⁵⁾ Jod durch die Gewebe nach dem positiven Pole hin fortgeleitet und so Strumen, Drüenschwellungen, Gelenkaffectionen direct gebessert haben. Ebenso geben Spillmann⁶⁾ und von Burns⁷⁾ die Möglichkeit positiver Resultate zu, durch die Tiefe sowohl todter als auch lebender, thierischer Gewebe Jodkalium durch den constanten Strom hindurchzuführen.

Freilich fiel der Versuch Burns, durch die Haut hindurch einer Hydrocele mit dem galvanischen Strom während 1—2 Std. Jod zuzuführen, in 4 Fällen negativ aus. Die Functionsflüssigkeit enthielt keine Spur des Medicamentes, ebenso wenig wie sich Jod in den Muskeln eines Mannes fand, dem er vor der Amputation wegen ulceröser Kniegelenkentzündung durch die Wade einen Jodstrom 2 Std. lang applicierte. Bei querer Durchleitung des Stromes durch das Gesicht soll dagegen regelmässig Jod im Speichel zu constatieren sein.

Bei ähnlichen Versuchsanordnungen berichtet auch Spillmann von positiven Resultaten, während Eulenburg (Berlin. Klin. Wochenschrift 1870. Nr. 16, pag. 196) trotz absichtlicher Herstellung der denkbar günstigsten Verhältnisse keine Reaction erkennen konnte.

Groh (s. Kahn pag. 17) schliesst seine Betrachtungen über „Elektrolyse in der Chirurgie“ (Centralblatt für medicin. Wissenschaft 1871. Nr. 11) mit den Worten: „Versuche, Jod und Arsen mittelst des Stromes durch den Körper zu leiten, gaben stets negativen Erfolg. „Ebenso Bardet: „La diélectrolyse à travers les tissus organiques et impossible.“

¹⁾ s. Elektrizitätslehre, pag. 30.

²⁾ Adolf Kahn, Das Resorptionsvermögen der intakten Haut unter d. Wirkg. d. constant. Stromes. Dissertat. 1891, Strassburg, pag. 23.

³⁾ Brückner, Ueber die Einführung des Jod mittelst elektrischer Ströme. Deutsche Klinik 1870, Nr. 40.

⁴⁾ Beer, Die elektrolytische Durchleitung von Jod durch die thierischen Gewebe in therapeut. Beziehung. Wien. med. Presse. 1869, pag. 866, Nr. 37.

⁵⁾ Wilhelm, Wiener medicin. Presse. Nr. 42.

⁶⁾ Spillmann, Application de l'électrolyse au transport de l'iode à travers les tissus vivants. Archiv général de médecine 1871, S. 490.

⁷⁾ v. Bruhns, Galvanochirurgie, Tübingen 1870, pag. 133.

(Bardet, Bulletin général de Thérapeutique Médicale et Chirurgicale. Paris 1885.)

Zur einigermaßen sicheren Erledigung dieser Fragen fehlte als unerlässliche Voraussetzung die weitere Klärung der physikalischen Erscheinungen, welche die Elektrizität bei der Durchströmung des thierischen Gewebes, resp. im Allgemeinen weicher, feuchter, poröser Körper entfaltet.

Die specielleren Verhältnisse sind in zwei Arbeiten von E. du Bois-Reymond¹⁾ und H. Munk²⁾ des genaueren niedergelegt, und damit erst der Boden für die weitere Erörterung des vorliegenden Gegenstandes geschaffen worden.

„Wenn man, so schloss Munk, im Stande ist, in anorganische und organische, homogene und anhomogene und poröse Körper, die mit einer Flüssigkeit getränkt sind, von beiden Elektroden her eine andere Flüssigkeit weit einzuführen, musste diese Ueberleitung auch am unversehrten Thiere möglich sein, wenn nicht die Constitution der Haut ganz absonderliche Verwicklungen mit sich brachte. War doch gerade die Enge der Poren an den organischen Geweben für die kataphorische Wirkung der Strombahn recht günstig, und durch diese musste die der Haut angelagerte Flüssigkeit unzersetzt in den Körper übergeführt werden können. Von dem Durchdringen von ganzen Gliedmassen konnte von vornherein keine Rede sein, erstens weil sich der Querschnitt der Strombahn in Körperteile von jeder Elektrode aus sehr rasch und beträchtlich verbreitert, zweitens weil die zahlreichen Gefässe der Cutis und des Unterhautbindegewebes die genügende Resorption der in der Zeiteinheit nur in geringen Quantitäten eindringenden fremden Substanz sichern.“

In einer Versuchsanordnung, auf welche ich weiter unten näher eingehen muss, ist es Munk nun mit aller Sicherheit gelungen, Kaninchen Strychnin, gesunden, an ihrer Haut unversehrten Individuen Jodkalium, sowie Chinin einzuverleiben. Die medicamentösen Lösungen waren wässrige, concentrirte; die Anzahl der galvanischen Elemente 10 und 18 Groves, die Dauer der Durchströmung schwankte bei den verschiedenen Versuchen zwischen 15 und 45 Minuten, alle 5–10 Min. wurde die Stromesrichtung gewechselt.

In neuerer Zeit hat auch Kahn³⁾ in seiner Untersuchungsreihe die Ueberleitung von Jodkalilösung auf kataphorischem Wege mehrere Male versucht. Er benutzte sogenannte Saugelektroden, d. h. eine Glasröhre war in die innere Lamelle eines Hohlringes aus Messing eingelassen, der nach unten offen auf die betreffende Hautpartie aufgesetzt und durch

¹⁾ Berichte der Berlin. Akademie 1860, pag. 846.

²⁾ H. Munk, Ueber die kataphorischen Veränderungen der feucht. porös. Körper. Reicherts u. du Bois-Reym. Arch. 1873, pag. 241.

³⁾ s. pag. 4, Anm. 2. Dissertation pag. 36–37. Diese von mir Anfange übersehene Arbeit ist nachträglich dem vorliegenden Gesamtüberblick eingereicht worden.

Ansaugen der Luft von einem luftdicht schliessenden Seitenhahne aus fest sass. Eingeschaltet wurden 15 Elemente, die Jodkalilösung war 5%, die Stromstärke betrug 4·5 M. A., die Stromdauer 40 Minuten. Nur der Urin der nächsten drei Stunden zeigte eine „geringe Reaction“. (Versuch 3.) Im anderen Falle (Versuch 4) war die Jodkalilösung 50%, 5 Elemente erzielten 3·5 M. A., nach 15 Minut. 5·75 M. A. Dauer 35 Min. Der Urin der 6 nächsten Stunden deutliche Jodreaction, am deutlichsten nach der 5. Stunde. Endlich im Versuch 5 — Jodkalilösung: 1:1, 10 Elemente, 2—3 M. A., Versuchsdauer 1 Std.; 10 Minuten nachher deutliche Jodreaction, ebenso bis zu den nächsten 6 Std., am deutlichsten in der fünften Stunde. Genaue Controlversuche liessen jeden Irrthum, so insbesondere den der Einathmung ausschliessen.

Weiterhin ist versucht worden, Lithium durch die intacte Haut vermittelt des constanten Stromes einzuführen. Edison¹⁾ liess über positive Resultate berichten, so günstig, dass Gichtablagerungen vermindert und auch ganz aufgelöst sein sollten. Ausserdem ist einer gelungenen Lithiumüberführung²⁾ nach einer Stromdurchleitung von 45 Min. Dauer Erwähnung zu thun, während nach einer gewöhnlichen Lithionimprägnierung die ersten Spuren erst nach 24—30 Stunden im Urin zu constatieren sind.

Ferner hat Kahn³⁾ eine Anzahl in ihrer Resorptionswirkung leicht erkennbarer Medicamente dem Organismus durch Kataphorese einzuverleiben gesucht.

Zunächst gelang eine Chinin-Ueberführung nicht. (Fall 6.) Lösung 1:50 — 6 Elemente — 4·5 M. A. Dauer 40 Min. Reaction nach Kerner'schen Methode⁴⁾ negativ.

Physostigminlösung (0·2:100 Versuch 8) zeigte bei 10 Elementen, 3·5 M. A. und 50 Min. Dauer deutliche Erscheinungen: Polyurie, Durchfälle, oberflächliche Athmung, transitorische Lähmung, aber keine Pupillenverengerung.

Apomorphin. muriat. (0·2:10·0, Fall 11) wurde bei Einhaltung von 15 Elementen $3\frac{1}{4}$ M. A. resorbirt, nach 8 Min. trat heftiges Erbrechen ein. Doch blieben alle Versuche mit Pilocarpin (Versuch 12—15) in den verschiedensten Lösungen (1:500 — 1:100 — 1:50) erfolglos.

Ebenso war das Resultat zweier Versuche (1 und 2) mit Sublimatlösungen (1:1000) — 3·25 M. A. — 35 Minut. Stromesdauer, ein völlig negatives. (Methode Wolff und Nega.)⁵⁾ Es sind aber auch günstige Erfolge über die Kathaphorese mit parasitociden Medicamenten,⁶⁾ z. B. 1% Sublimat-

¹⁾ s. Kahn, pag. 30. Dissert. 1891.

²⁾ Monatshefte für prakt. Dermatologie. Bd. XXI, Nr. 10, pag. 507.

³⁾ s. Kahn unter pag. 4, Anm. 2.

⁴⁾ Neugebauer u. Vogel, Analyse des Harnes. Wiesbaden 1884.

⁵⁾ Deutsche med. Wochenschr. 1886, Nr. 15 und 16.

⁶⁾ Berichte des med. Congresses zu Washington 1887.

lösung¹⁾ angegeben. Ehrmann²⁾ berichtet ebenfalls über einen Fall von circumscripiter Sycosis, welcher nach vorheriger Epilation mit guten Erfolge speciell mit Sublimatüberleitung an der Anode behandelt wurde.

Die Einverleibung von Strychin beim Thiere gelang auch Kahn. (Versuch 9 und 10.) Die Lösung war 0.1:50, 13 Elemente erzeugten eine Stromstärke von 3.5 M. A. Nach 10 Min. war eine gesteigerte geringe Reflexerregbarkeit deutlich, nach 25 Min. trat der typische Tetanusanfall und bald auch der Tod ein, im zweiten Versuche erst nach 45 Min. Eine Harnprobe dieses Versuchstieres, einem Kaninchen injiziert, löste nach 1—2 Minut. Tetanus aus.

Die allerzahlreichsten Untersuchungen wandte Kahn der Ueberleitung von Cocain mit durchgängig günstigem Erfolge zu, wie der Autor selbst sagt, um auch geringe locale Wirkungen zur Wahrnehmung zu bringen. Die durch Resorption erzeugte Anästhesie gelang qualitativ und quantitativ nach der Tiefe der Gewebe hin je nach der Stromstärke, nach der Concentration der Lösung und der Versuchs (Versuchsdauer 7, 16—22, 27 bis 36). Die verschiedensten Grade von oberflächlicher Berührungs- und Schmerzunempfindlichkeit an bis zur totalen Anästhesie bei tiefen Nadelstichen (bis zu 2.5—3 Cm.) und Excisionen der Haut, sowie schmerzloser Nahtanlegung konnten je nach der Stärke der einzelnen Factoren erzielt werden. Mit diesen günstigen Erfolgen wurden zugleich die früheren Angaben Wagner's³⁾ über geglückte Cocainüberleitung in die Haut durch den constanten Strom bestätigt. Ebenso gelangen Herzog⁴⁾ tiefe Anästhesierungen, die durchschnittlich 20 Minuten währten. Im Anschluss an die vielen Versuche mit Chloroform-Kataphorese wurde G. Wiedemann's⁵⁾ Behauptung, dass die überzuführende Flüssigkeitsmenge desto grösser sei, je kleiner das Leitungsvermögen derselben, zu einem viel umstrittenen Punkte.

Zur localen Anästhesie versuchte Adamkiewicz⁶⁾ durch die Kataphorese Chloroform vermittelst eigens dazu bestimmter Hohlelektroden, deren Boden durch eine poröse Kohlenplatte geschlossen war, sogenannter Diffusionselektroden, in und durch die Haut zu leiten. Mit 7—10 M. A., Chloroform an der Anode, 6 Min. Stromdauer wurde angeblich eine tiefgehende Anästhesie von 3—5 Min. Dauer an der Applicationsstelle und in der nächsten Nachbarschaft erzielt, wobei 2—3 Ccm. Flüssigkeit in die Haut übergegangen sein sollen. Diesem Resultate widersprachen Paschkis und⁷⁾ Wagner und wollten alle Erscheinungen durch Verdunstung von

¹⁾ Kataphorische Einführung von Sublimat. Wiener klin. Wochenschrift Nr. 48. 28. Nov. 1889.

²⁾ Wiener klinische Wochenschrift 1890. Nr. 5.

³⁾ Wiener med. Blätter, IX, Nr. 6. pag. 161.

⁴⁾ Herzog, Münchn. med. Wochenschr. XXXIII. Nr. 13. pag. 222.

⁵⁾ Neurolog. Centralblatt 1886, Nr. 10, pag. 219.

⁶⁾ Poggend. Annal. 98, pag. 177. 1856.

⁷⁾ Neurolog. Centralblatt 1886, Nr. 18, pag. 413.

Chloroform erklärt wissen. — Dem gegenüber führte nun wieder Adamkiewicz¹⁾ zum Beweise theils negative Controlversuche, theils besonders an, dass mit Gentianaviolett gefärbtes Chloroform mit seinem Farbstoff die ganze Epidermis und an einzelnen Stellen das Unterhautzellgewebe erreichte, ohne elektrischen Strom aber nur die allerobersten Epidermischichten.

Weitere positive Resultate haben auch italienische Forscher, u. a. Lumbroso²⁾ und Bocolari³⁾ über die Kataphoresis berichtet.

Bemerkenswerth ist fernerhin der Versuch eines Moskauer Arztes,⁴⁾ welcher die Hände in Wasserelektroden stecken liess, die mit einer galvanischen Kette in Verbindung standen. Nachdem die elektrische Behandlung, wie keine andere Cur, in 5 Fällen gute Erfolge gezeitigt hat, empfiehlt der Autor dieselbe gegen functionelle Störungen aller Art, gegen die Folgen ausgebreiteter Phlegmonen an den Extremitäten, bei denen eine längere Fixierung nothwendig war, wo „starre, dunkelblaue Glieder durch ausgedehnte Narben mit atrophierter Haut unbeweglich geworden waren“. Die Stromstärke betrug 40—50 M. A., die Stromdauer 15 Min. „An der negativen Elektrode zeigte die Hand intensive Röthung, die Haut an der Hand des positiven Poles war runzlig und welk.“

Bemerkt sei hier, dass die Flüssigkeit kein Medicament enthielt.

Der zuletzt erwähnte Versuch lehnt sich in dieser Hinsicht an die bekannteren Arbeiten von Clemens⁵⁾ an.

Dieser Autor hat unter Anwendung elektrischer Ströme mit reinem Wasser viele syphilitische Sclerosen zum Schwund gebracht; viele geheilte

¹⁾ Neurolog. Centralblatt 1886, Nr. 21, pag. 497.

²⁾ Sulla cataforesi elettrica chloroformica. Sperimentale Febbrajo 1889. Besprochen in il Morgagni Parte II, 1889, Nr. 41, pag. 511. Siehe auch: Centralblatt für Physiologie 1889, pag. 782.

³⁾ Bocolari Manzieri. Nuove esperienze di cataforesi elettrica con applicazioni terapeutiche. Arch. ital. di clin. med. 1888. 1. F. Villardi Milano.

⁴⁾ La Semaine médicale 15. IV. 96. Moscou. U. le docteur Stétov.

⁵⁾ a) Deutsche Klinik 14. Jan. 1860: Die angewandte Heilelektricität etc., pag. 17. Ferner Allgemeine med. Centralzeitung, Berlin 1870, Nr. 7: „Die electrolytische Durchleitung von Jod durch die thierischen Gewebe“, bereits mit den Curerfolgen dargestellt in der deutschen Klinik 1858—60 etc. Nebst einer historisch-physikalischen Darstellung der electrolytischen Verwendung der Arzneistoffe im vorigen Jahrhundert.

b) Ueber die Heilwirkungen der Elektricität und deren erfolgreiche methodische Anwendung in verschiedenen Krankheiten. Von Dr. Th. Clemens in Frankfurt a. M. Verlag von Franz Auffarth. 1876—1879, pag. 507. Meine elektrische Behandlung bösartiger Geschwüre, schlimmer Formen der Syphilis, wie deren Nachkrankheiten und Complicationen.

c) Therapeutische Monatshefte. December 1889, pag. 507 u. 559.

d) Therapeutische Monatshefte. Juli 1893, pag. 355.

Fälle findet man in seinem Werke über Heilelektricität angeführt. Späterhin zog Clemens dem reinen Wasser die Verwendung eines Jodsalzwassers vor (Natrium chlorat, Natr. bicarbonic., Tct. Jodi) und berichtet über die vollkommene Heilung und den Schwund luetischer Sclerosen durch die methodische Anwendung elektrischer Ströme, bei frischen Fällen in 6—7 Wochen, bei schwerstem Verlaufe der syphilitischen Infection ad maxim. in 7 Monaten.

Der Verfasser weist ausserdem auf die enorme Tragweite des Transportes chemischer Flüssigkeiten und gelöster Arzneikörper durch elektrische Ströme in thierische Membranen und Gewebe für die Industrie hin, in welcher das elektrische Gerben der Häute sich bereits praktisch glänzend bewährt haben soll. In vier Tagen wird die Aufnahme der gewöhnlichen, tanninhaltigen Extracte erreicht, wozu nach den bisherigen Methoden 10—12 Monate erforderlich waren.

Soweit ein Rückblick über die Literatur der localen Kataphorese.

Sehr interessant für die Beurtheilung des ganzen Standes der Frage und meine obige Behauptung stützend, dass trotz der vielen hier ausführlich zusammengestellten Arbeiten die Kataphorese keineswegs so allgemein anerkannt ist, wie man es nach allen Publicationen als selbstverständlich annehmen müsste, ist das, was in einer der letzten therapeutischen Beilage der deutschen medicinischen Wochenschrift ¹⁾ zur Elektroguajacolanästhesie von Hirsch berichtet wird. In der Kritik über einige Mittheilungen des Zahnarztes Marcus „über die von ihm auf Grund seiner in etwa 40 Fällen gemachten Erfahrungen gezogenen Schlüsse“ führt Hirsch gleichzeitig das von Dr. Morton am Schlusse seines Aufsatzes gegebene Resumé ²⁾ an. „Grosse Flächen der Oberhautgewebe, sowie subcutane Gewebe können vermittelt Guajacococainkataphorese vollständig unempfindlich gemacht werden, während weder der elektrische Strom noch „die Guajacococainlösung allein eine so tiefe Anästhesie“ hervorzurufen vermag. (Morton-Marcus.) Dieselbe tritt nach 6½—7½ Minut. auf, dauert 10—15 Minut. nach 6½—40 M. A. (Eben-dieselben.) Das Guajacol soll dabei „die Wirkung des Cocains

¹⁾ Zur Elektroguajacolanästhesie, von Zahnarzt K. Hirsch in Frankfurt a. M. Deutsche medic. Wochenschrift Nr. 19, den 6. Mai 1897. Therap. Beilage Nr. 4.

²⁾ Dr. Morton, Dental Cosmos. Januar 1896. s. Correspondenzblatt für Zahnärzte.

auf ein ärztliches Gebiet beschränken, dessen kataphorische Wirkung erhöhen, die Resorption in den Körper verlangsamen und hierdurch schädliche Nachwirkungen verhüten“. Alle diese Angaben sollen seit Januar 1896 durch zahlreiche eingegangene Berichte über die Guajacolcocainkataphorese (u. a. von Gillet, Palmer, Rhein, Duncan, Buxbaum, Mc. Graw, Low) bestätigt worden sein.

Als Grundlage für die kataphorischen Phänomene wird der alte, oben citirte Jodversuch Fabré - Palaprats¹⁾ (etwas modificirt!) erwähnt, und Hirsch erinnert an die bereits früher²⁾ hervorgehobenen Fehlerquellen dieser angeblich positiven Resultate.

Dazu ist nun folgender redactioneller Zusatz gemacht:

Für denjenigen, der auf diesem Gebiete nicht gänzlich unbewandert ist, muss die Behauptung, dass „mittels der Kataphorese“ das Guajacolcocain in das Oberhaut- und subcutane Gewebe gebracht werden könne, von vornherein als unannehmbar erscheinen. Vielen werden auch die Erörterungen innerlich sein, die sich vor einigen Jahren an die von Adamkiewicz³⁾ aufgestellten Behauptungen in Betreff der kataphorischen Einführung von Chloroform und Cocain knüpften, und die ein gänzlich negatives Resultat lieferten.

So urtheilt Eulenburg selbst heute noch über die Frage der Kataphorese.

Erscheint es demnach so ganz überflüssig, eigene Untersuchungen anzuführen, wenn dieselben zum Theil auch nur Wiederholungen früherer Experimente sind?

Zunächst will ich bemerken, dass ich mich in allen eigenen Untersuchungen auf die physikalischen Vorarbeiten du Bois und Munks gestützt und mich auch der Versuchsanordnung des letzteren genau bedient habe.

Bei den Thierversuchen z. B. den Kaninchen wurde die Haut in grösseren Parteen entweder zu beiden Seiten der

¹⁾ s. pag. 3, Anm. 4. In diesem Falle taucht die eine Hand als Anode in eine Jodkalilösung; an der anderen Hand, welche die Kathode hält, sollen Jodflecke sichtbar geworden sein.

²⁾ Löwenthal (Lausanne). Verhandlungen des Congresses für innere Medicin. 1887.

³⁾ Neurolog. Centralblatt 1886, Nr. 10, pag. 219.

Wirbelsäule oder an den breiten Innenflächen der Hinterbeine unter sorgfältiger Vermeidung aller Verletzungen von den Haaren blossgelegt, etwaige Wunden durch längere Isolierung der Thiere ausgeheilt. Die intacten Stellen der menschlichen Haut, auf welchen die Elektroden zu stehen kommen sollten, wurden nur mit lauwarmem Wasser und Watte oberflächlich gereinigt. Selbstredend versicherte ich mich zuerst, dass die Versuchsobjecte keinerlei der in Frage kommenden Medicamente vorher gebraucht hatten, sowie dass die betreffende Hautpartie wirklich unverletzt war.

Als Elektroden wurden du Bois'sche Zuleitungsröhren mit Pfröpfen plastischen Thones benützt, zwischen welchen der zu durchströmende Körpertheil eingeschaltet wird. Dieser plastische, sehr leicht zu bearbeitende Thon wird jedesmal mit der einzuführenden Substanz angerieben.

Da nach Munk's Angaben die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsfortführung regelmässig mit der Zeit abnimmt, so dass einige Weile nach der Schliessung des Stromkreises nur noch eine sehr geringe Menge Aussenflüssigkeit von der Anode her in den Körper eintritt, und schliesslich jede Ueberleitung aufhört, wird die medicamentöse Lösung in beiden Röhrenelektroden angebracht, und die Stromesrichtung alle 5—10 Min. gewechselt. Es kann auf diese Weise von der neuen Anode her wieder reichlich Aussenflüssigkeit in den Körper einströmen, vorausgesetzt natürlich, dass sich zu beiden Seiten des Körpers dieselbe ungleichartige Aussenflüssigkeit befindet. Die Berührungsfläche des Thones mit der Haut war überall etwa kreisrund und von 10—15 Mm. Durchmesser.

Unter Berücksichtigung aller Cautelen habe ich zuerst die Ueberführung von Strychnin am Kaninchen versucht.

Die Lösung war 05 : 100; das Auftreten der Intoxicationserscheinungen wechselte an Intensität und Schnelligkeit je nach der angewandten Stromstärke und der Dauer der Durchströmung.

Nach der elektrischen Durchleitung von 15 Minut. Dauer und der Stromstärke von 5 M. A. zeigte sich die Reflexerreg-

¹⁾ Abhandlungen der physikal. Klasse der Berliner Akademie der Wissenschaften. 1862, pag. 45; Tafel III, Fig. 2.

barkeit der Thiere sehr deutlich erhöht; nach 20 Minuten und ca. 10 M. A. traten die ersten spontanen Krampfanfälle ein, welche kurz nach dem Losbinden häufiger wurden. Nur in zwei Fällen trat auf der Höhe des Krampfes der Tod ein, die anderen vier Thiere erholten sich wieder. Dieselben Thiere gingen jedoch bei $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ stündiger Kataphorese und 20 M. A. Stromstärke sämmtlich unter den heftigsten Tetanus-Anfällen zu Grunde.

Bemerkt sei hierzu, dass Kaninchen, welche Stunden lang in derselben Weise mit und ohne Anwendung des constanten Stromes und z. B. Wasser festgebunden waren, keine Andeutung einer erhöhten Reflexerregbarkeit darboten.

Um möglichst allen Zweifeln zu begegnen, versuchte ich unter den gleichen Vorsichtsmassregeln und in derselben Anordnung die Ueberleitung eines Körpers, der dem Organismus fremd ist, des Lithiums.

Es wurden 5·0 kohlensaures Lithium auf 50·0 Gr. destillireten Wassers vertheilt, die Stromstärke war 20 M. A., die Stromdauer 45 Minut. Im eingedampften Harn der nächsten 15 Stunden war Lithion sicher nachzuweisen. Es war durch seinen charakteristischen Absorptionsstreifen spektral analytisch zu constatieren.

Ebenso liess sich Chinin unzweifelhaft in die unversehrte, menschliche Haut überführen. Der Nachweis gelang aber nur nach einstündiger Kataphorese und einer ziemlich concentrirten (1·0 : 40) wässrigen Chinin-Lösung. Dann war bei der Stromstärke von 15—20 M. A. bestimmt Chinin im Urin der nächsten 24 Stunden zu constatieren.

Der chemische Nachweis gelang, wenn die gesammte Urinmenge von einem Tage vorsichtig eingedampft, der Harn mit Ammoniak versetzt, und der Niederschlag mit Aether extrahiert wurde.

Versuche mit schwächeren Chinin-Lösungen (1 : 80) führten dagegen zu negativen Resultaten. Mit der Stromstärke von 5 M. A. und einhalbstündiger Stromdauer konnte ich im Tagesharn kein Chinin finden.

Ich glaube, dass die geringen Spuren von Chinin, welche

hier wohl auch zur Resorption kommen, die Grenzen der Leistung der Reaction nicht mehr erreichen.

Eine locale Anästhesie mit Chloroform ist mir in keinem Falle gelungen; trotz Einschaltung von 30 Elementen war bei keinem Versuche ein Galvanometer-Ausschlag zu erzielen.

Dagegen ist eine Tiefenwirkung des Cocains ziemlich leicht, selbst mit schwachen Strömen zu erreichen.

Bei den ersten Experimenten, welche ich nach dieser Richtung hin mit einer Cocainlösung von 3 : 100 und 1 : 100 mit 5 M. A. Stromstärke und 30 Min. Dauer ausführte, gelang mir eine totale Anästhesierung nicht vollkommen deutlich. Ich hatte nämlich analog der bisher gehandhabten Methode alle 5—10 Minuten ca. die Stromesrichtung gewechselt, so dass die Wirkung des an der Anode übergeführten Medicamentes schwand, während ich nach dem Stromwechsel die bisherige Kathode zur wirksamen Anode gemacht hatte u. s. f. Eine Cumulation konnte bei diesen relativ grossen Pausen nicht eintreten, und daher im besten Falle eine Anästhesie nur an der vor Beendigung des Versuches zuletzt als Anode geltenden Hautpartie, welche bei 5—10 Min. Stromdauer freilich auch nicht sehr augenfällig sein konnte. — Die Unempfindlichkeit stellte sich aber als eine vollständige heraus, sobald die Kataphorese 20 Minuten lang ununterbrochen vor sich ging. Sofort nach der Beendigung des Versuches konnte man ohne den geringsten Schmerz Nadeln tief in und durch die erhobene Hautfalte einstechen, ja die betreffende Hautpartie total schmerzlos excidieren. Selbst die nachherige Nahtanlegung wurde nicht gefühlt, man muss sich dabei nur genau an den Bereich der Hautgrenzen halten, soweit diese wirklich von der Fläche der positiven Elektrode bedeckt waren.

Die tiefen Anästhesien währten aller höchstens gegen 6—8 Minuten, nahmen also an Intensität schnell ab und waren nach einer Viertelstunde nur noch ganz oberflächlich zu constatieren.

Die oberflächlichen Anästhesien, bei denen Berührung, leichte Nadelstiche in senkrechter oder der Haut paralleler Richtung, Ritzungen gar nicht oder nur dumpf empfunden wurden, habe ich mittelst der stärkeren Cocainlösung schon

bei 0·5 M. A. und 10 Minut. Stromdauer erzielen können, mit der schwächeren Lösung schon bei 0·8—1·0 M. A. und 15 Min. Dauer. Die Sensibilitätsstörung hielt aber stets nur ziemlich kurze Zeit an, sie war selten über 10 Minuten noch deutlich nachweisbar. Gerade in den Grenzen der Berührungs- und Schmerzempfindungen machte die Beurtheilung bei der sehr individuellen Sensibilität Schwierigkeiten. Das steht jedenfalls ganz ausser Zweifel fest, dass man mittelst des constanten Stromes je nach der Wahl der Stromstärke, Dauer und Concentration alle Grade der Unempfindlichkeit an der Haut durch Cocain-Uebertragung erhalten kann.

Und weiterhin, so lange die Haut intact ist, auch nur durch Kataphorese. Denn weder erzielt man mit noch so reichlichen Pinselungen mit denselben Lösungen auf der unverletzten Haut auch nur eine nachweisbare Herabsetzung der Empfindungen, noch bewirkt der galvanische Strom an sich je derartige Sensibilitätsstörungen.

Von den von Kahn zur Ueberleitung gewählten Toxika hatte ich bisher nur den Versuch mit Apomorphin. muriat. wiederholen können. Das Resultat war bei gleichen Versuchsbedingungen ein durchaus positives. Nach ca. 10 Minuten erfolgte in zwei Thierversuchen prompt heftiges Erbrechen.

Was endlich die Versuche mit der Ueberführung von Jodkali anbetrifft, so liess sich, wenn die wässrige Lösung concentrirt war, bei 20 M. A. Stromstärke und $\frac{1}{2}$ —1stündiger Dauer Jod sogleich in der ersten entleerten Urinmenge nach 30—45 Min. auffinden. Dabei kam die Gesamtmenge des überhaupt mit dem Harn entleerten Jodkaliums bereits 6 Stunden nach erfolgter Kataphorese zur Ausscheidung; in dem nachher aufgefangenen Urin fanden sich höchstens nicht mehr quantitativ bestimmbare Spuren, nach 24 Stunden auch diese nicht mehr.

Es genügte aber selbst eine 5% Lösung bei derselben Stromstärke, um mit Sicherheit Jodkali überzuleiten, ja sogar mit aller Bestimmtheit eine 1% Lösung und 35 Min. Stromdauer.

Gerade der Umstand, dass Jodkali so sehr schnell den Körper verlässt und leicht qualitativ nachzuweisen ist, wird für

quantitative Analysen des Harns werthvoll, indem die Zahlen wenigstens annähernd einen Massstab abgeben, wie viel überhaupt von dem Medicament ungefähr zur Resorption gelangt.

In 8 Versuchen, concentrirte Lösung überzuleiten (Stromstärke 5 M. A., Stromdauer $\frac{3}{4}$ Std.) ergab sich als Mittelwerth: 0·0315; als niedrigster Wert: 0·0277. Jod im Harn.

In 9 Versuchen, 5% Jodkalilösung durch gesunde Haut zu kataphorisieren, fand sich weit weniger Jod im Harn: 0·0127 im Mittel. Allerdings waren hier durchgängig auch nur Stromstärken von 5 M. A. zur Anwendung gelangt, jedoch 1 Std. lang.

Die Untersuchungen mit noch schwächeren Lösungen liessen zwar absolut deutliche, aber nicht mehr sicher bestimmbare Mengen von Jodkali im Urin erkennen. Immerhin sind die resorbierten Mengen gering.

Die Analysen wurden genau nach den neuesten Bestimmungen Baumann's, Freiburg, ausgeführt. (Ueber das Jod der Schilddrüsen 1896.)

Um die ausschliessliche Wirkung des elektrischen Stromes selbständig zu übersehen, wurden mit denselben Versuchslösungen wiederholt Elektroden, Leinwandläppchen und Platten plastischen Thones reichlich durchtränkt und 24 Stunden hindurch Kaninchen und Personen auf die unversehrte Haut gebunden. In keinem Falle liessen sich, weder beim Thiere Strychninwirkungen constatieren, noch im menschlichen Harn Chinin oder Jodkalium nachweisen.

Somit ist die Ueberleitung des Strychnins, Lithiums, Chinins, Cocains, Apomorphins und Jodkaliums in den Körper auch durch meine Versuchsreihe mittelst des constanten Stromes als positiv sichergestellt zu erachten.

Den allergrössten Theil der qualitativen, sowie die eben aufgeführten quantitativen Analysen hat Herr Dr. Franz Weiss, s. Zt. chemischer Assistent an der kgl. medicin. Klinik zu Breslau, anzustellen die grosse Liebenswürdigkeit gehabt. Ich erwähne diese Thatsache nicht bloss, um auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank für die reichliche Hilfe auszusprechen, sondern besonders zur glaubwürdigen Sicherstellung der positiven Ergebnisse. Wer nämlich je derartige Experimente

in Angriff genommen hat, wird wissen, wie schwer es ist, alle Fehlerquellen mit absoluter Bestimmtheit auszuschliessen. Wie Recht hatte Munk schon s. Z. mit seiner Warnung vor allerhand Täuschungen, welche leicht unterlaufen können, wenn man die Versuche vorbereitet und die chemischen Reactionen selbst ausführt. Viele wunderbare Mittheilungen von angeblich positiven Resultaten mögen auf den grössten Fehlerquellen beruhen. Ich selbst fand meine erste Jodkalireaction für die stattgefundene Resorption beweisend und dachte nicht an Spuren des Medicamentes, welche nach dem Anrühren des plastischen Thones an meinen Fingern haften.

Bei den oben angeführten Resultaten sind aber alle Irrthümer auszuschliessen. Die Patienten gehörten der kgl. dermatologischen Klinik an, die Kataphorese geschah in einem dazu bestimmten Zimmer, der Tagesharn wurde unabhängig auf der zugehörigen Station gesammelt und in die kgl. medic. Klinik zur Untersuchung geschafft.

Mit den Harnproben selbst hatte ich also nichts zu schaffen. Von einem Uebergange des betreffenden Medicamentes in die Harnmengen auf anderem Wege, z. B. per os kann schlechterdings gar keine Rede sein. Das Belecken der Thiere an den behandelten Hautpartieen wurde selbstverständlich sowohl während der Versuche als auch nach dem Losbinden mit Sicherheit verhütet. Dass bei den Versuchen der elektrischen Kataphorese durch die menschliche Haut die betreffenden Personen vorher weder das überzuführende Medicament, noch überhaupt eine Medicin genommen hatten, wurde bereits oben versichert, ebenso dass besondere Sorgfalt der Intactheit der in Angriff zu nehmenden Hautstellen gewidmet wurde. Ferner beweisen ja die Versuche selbst, ebenso wie die negativen Controlversuche, wie oben bereits erwähnt, dass es sich hier um eine wirkliche Ueberleitung der Lösung in den unversehrten Organismus durch den constanten Strom handelt.

Nach reichlicher Befeuchtung der Haut mit aufgelegten, in die medicamentöse Lösung getauchten Läppchen, sowie nach ausgiebiger Pinzelung mit den stärkeren und schwächeren Lösungen liess sich nie ohne Elektrizität im Harn etwas nachweisen, oder auch nur eine noch so oberflächliche Anaesthesie

deutlich erzielen, ebensowenig wenn dieselben Elektroden Stunden lang der Haut ohne Stromschluss auflagen. Und endlich haben wir ja auch an der Strychnin-, Jodkali- und Cocain-Kataphorese gesehen, wie grössere und schneller eintretende Wirkungen auch nur durch derartig günstigere Bedingungen zu erreichen sind, welche mit dem elektrischen Strome unmittelbar zusammenhängen, mit der längeren Stromdauer, der grösseren Stromstärke und dem öfteren Stromwechsel.

An dem Gelingen der Ueberführung der Medicamente in die intacte Haut auf rein kataphorischem Wege ist nach alledem nicht mehr zu zweifeln.

Vorstehende Untersuchungen, nach der Methode Munk's angestellt, weichen in ihrer Anordnung von den neueren Arbeiten nicht unwesentlich ab.

Kahn, ebenso wie die früheren Autoren kataphorisieren 30, 40 Minuten bis zu einer Stunde, ohne die von du Bois und Munk sichergestellte Thatsache zu berücksichtigen, dass die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsfortführung mit der Zeit so abnimmt, dass eine Weile nach Stromschluss (gegen 10 Min.) nur noch eine sehr geringe Menge Flüssigkeit in den Körper eintritt, und jede Ueberleitung schliesslich ganz aufhört. Das gelöste, überzuleitende Medicament muss also in beiden Röhrenelektroden angebracht sein, damit die Stromesrichtung leicht alle 5—10 Minuten gewechselt werden kann. Wenigstens lassen die Beobachter bei ihren eigenen Experimenten davon nichts verlauten. Von dieser Massnahme ist aber die Ueberführung einer grösseren Flüssigkeitsmenge zu erwarten.

Ein zweiter Unterschied liegt in dem Abschluss der Elektroden. An den Saugelektroden Jahn's steht die medicamentöse Lösung unmittelbar über der Haut; bei den Diffusions- elektroden von Adamkiewicz bildet eine poröse Kohlenplatte das Zwischenstück; an den von Munk benützten Elektroden du Bois-Reymond's endlich bildet mit dem Medicament angeriebener, feuchter plastischer Thon den Abschluss.

Jahn rühmt seinen Elektroden erstens nach, dass locale Reizungen der Hautstellen nie auftreten, welchen die Elektroden anliegen, höchstens an der Peripherie, dem der Haut auf-

sitzenden Ringe entsprechend, nach langer Versuchsdauer. Zweitens hat die Saugelektrode den Vortheil, dass „die Resorption bedeutend erleichtert wird: denn beim Gebrauche einer Plattenelektrode, welche die zu resorbierende Flüssigkeit in ihrem Ueberzuge enthält oder einer mit einer Membran verschlossenen Hohlelektrode muss der Strom eine doppelte Arbeit leisten. Erstlich muss er die Flüssigkeit durch die Membran, resp. aus dem Ueberzuge der Plattenelektrode ziehen, und zweitens noch durch die menschliche Haut befördern“. Versuche 28 und 29 sind zur Bekräftigung dieser Behauptungen herangezogen. Die mit Cocain bei derartigen Versuchsanordnung erzielte, z. Th. totale Anästhesie verschwand schneller als gewöhnlich, bereits nach 6—8 Minuten.

Auf diese zeitlichen Unterschiede, die auch bei den von mir verwendeten Elektroden mit plastischem Thonverschluss in den oben angeführten Ergebnissen gegenüber den Resultaten Kahn's zum Ausdruck zu kommen scheinen, möchte ich wegen der schwierigen Beurtheilung der individuell verschiedenen Sensibilitätsverhältnisse (Arbeiter!) nicht allzuviel Gewicht legen, trotzdem die Thatsachen immerhin auffallend und bemerkenswerth sind.

Sicherlich bietet der feuchte plastische Thon, in dünnen Lagen haltbar und handlich, mit dem zu überführenden Medicamente angerieben, annähernd dieselbe Leitungsfähigkeit dar, wie die Lösung selbst. Hier hat der Strom kaum einen besonderen Leitungswiderstand zu überwinden. Ausserdem ist der biegsame Thon nach Munk gerade mit seinen kleinen Spalten und capillären Räumen für die Kataphorese besonders geeignet, wie die Haut selbst. Und endlich ist er, wie kein anderes Medium allen Niveaudifferenzen ohne Schwierigkeit anzupassen.

Was nun die Resultate selbst anbetrifft, so stimmen meine Ergebnisse mit denen Munk's, Kahn's und einzelner anderer Autoren in den Hauptsachen völlig überein.

Dass Kahn's Pilocarpinversuch, selbst bei Einschaltung concentrirter Lösungen, negativ ausfiel, glaube ich mit der neutralen Reaction des Medicamentes erklären zu können, wodurch dem elektrischen Strome an sich erhebliche Widerstände

dargeboten werden. Ebenso leitet eine Sublimatlösung von 1 : 1000 die Elektrizität schlecht. Wenn der Galvanometerausschlag auch 3·25 M. A. angibt, so müssen eben durch Zusatz von sauren oder basischen Salzen oder Säuren direct etc. bessere Leitungsfähigkeit und weit beträchtlichere Stromstärken erzielt werden, um eventuell von Medicamenten in solch starken Verdünnungen noch nachweisbare Spuren überführen zu können.

Jedenfalls kommt auch Kahn zu dem Schlusse, dass nur geringe Mengen von Lösungen durch die Kataphorese zur Resorption gebracht werden können, und dass die Cocainwirkungen nur wegen ihrer localen Erscheinungen besonders auffällig imponieren.

Ferner ist auch aus meinen Resultaten die längst festgestellte Thatsache ersichtlich, dass die Resorptionsmenge mit dem Grade der besser werdenden Elektrizitätsleitung zunimmt, was ja bereits Munk, Herzog, Kahn den gegensätzlichen Behauptungen von Adamkiewicz und Wagner gegenüber mit aller Sicherheit erwiesen haben.

Ebenso bestätigt es sich ohne Zweifel, dass die Anoden-Elektrode in allen Fällen die einzig und allein wirksame Elektrode für die kataphorischen Erscheinungen ist. In sehr einfacher Weise entscheidet bei der Munk'schen Versuchsanordnung jeder Controlversuch diese Frage.

Bemerkt sei an dieser Stelle der Vollständigkeit wegen noch, dass Kahn bestimmte Hautbezirke an Händen und Füßen angibt, welche durch den constanten Strom für die Ueberleitung differenter Stoffe gar nicht oder nur in geringem Masse wegsam gemacht werden können. (Versuch 30—40 pag. 53—57 Dissert.)

Betreffs der localen Reizerscheinungen, welche nach Munk's Angaben durch die Kataphorese gesetzt werden, kann ich zunächst die Thatsache bestätigen, dass an der Haut der Thiere ausser einer angedeuteten, durch leichten Druck entstandenen, blassen Randzone keinerlei Veränderungen zu constatieren sind.

An der menschlichen Haut war in der nächsten Umgebung der Elektroden rings um die Stellen ungefähr, wo dieselben

der Haut auflagen, ein starker hyperämischer Hof nicht zu verkennen.

Die den Elektroden entsprechende Hautzone selbst erschien unmittelbar nach der Stromunterbrechung anämisch, etwas eingesunken, und fühlte sich auch derb und straff an.

Eine derbe, trockene, nach der Stromunterbrechung auffallend blutleere Delle war nur an einem Falle von totaler Anästhesie des Unterarmes gut ausgeprägt, bei dem ich zu wiederholten Malen Stromstärken von 25—40 M. A. anwenden konnte, und zwar am deutlichsten an der zuerst befindlichen Stelle der Anode, wo also der Strom zuerst nach der Schliessung eingetreten war.

An Intensität natürlich nachstehende Reizerscheinungen ergaben durchgängig auch Ströme von 10, ja selbst 5 M. A.

Das Auftreten der von Munk angegebenen, stecknadelkopfgrossen Blutextravasaten an den Stellen, wo Chinin-Elektroden angelegt waren, konnte ich bei den angewandten Stromstärken nicht erkennen.

Munk vergleicht diese Veränderungen an den Hautpartien mit Brandblasen; und es wäre hier vielleicht wirklich noch zu entscheiden, in wie weit pathologische Veränderungen directe Läsionen der Haut, und in wie weit die mechanische Ueberführung der gelösten Salze für das Zustandekommen dieser bedeutenden Reizerscheinungen eine Rolle spielten.

Das Auftreten der Hyperämie, sowie der an freier Flüssigkeit ärmeren Hautstellen von derber, trockener Consistenz könnte allenfalls ausschliesslich auf die physikalischen Vorgänge in den Geweben bezogen werden, die anämische, etwas eingesunkene Delle selbst aber eventuell auch rein mechanisch mit dem längeren Druck der ca. 30—40 Gr. inclus. Flüssigkeitsinhalt schweren Elektroden zu erklären sein.

Uebrigens verschwanden die localen Reizerscheinungen ziemlich vollständig schon nach 2—4 Tagen ca. und boten ferner in der Ueberleitung der einzelnen Medicamente keine bemerkenswerthen Unterschiede dar.

In allen diesen Befunden an der Haut sieht Munk in erster Linie kataphorische Veränderungen, wie er solche sonst

auch an weichen, porösen Körpern zwischen besser leitenden Aussenflüssigkeiten beobachtet hat.

Aus diesen localen Reizphänomenen lässt sich aber kein Rückschluss auf den Ablauf der physikalischen Vorgänge in der Haut selbst ziehen. Die Functionen der beiden Elektroden wechseln mit jedem Wechsel der Stromesrichtung nach 5–10 Minuten ihre Function, so dass jede der beiden Hautstellen complicierte Veränderungen durchzumachen hat, welche das Product aus Anoden- und abwechselnd Kathoden-Wirkungen darstellen.

Wollen wir versuchen, uns eine Vorstellung von den eigentlichen physikalischen Vorgängen im thierischen Gewebe bei der Kataphorese zu machen, so lässt sich wohl eine vollständig befriedigende Aufklärung zur Zeit noch nicht geben.

Sehr instructiv für die Kenntniss der physikalischen Erscheinungen ist ein einfacher Versuch.

Durch hart gesottenes Hühner-Eiweiss leitet man den galvanischen Strom ungefähr eine halbe Stunde lang. — Die der positiven Elektrode zugekehrte Fläche wird vollständig derb, wasserarm und trocken, die Kathodenseite weich und gequollen.

Diese Unterschiede in der Art der Wasservertheilung können nun durch den Wechsel der elektrischen Stromesrichtung willkürlich geändert, d. h. die jetzt gequollene, wasserreiche Kathodenfläche kann wiederum zur derben, trockenen Anodenseite gemacht werden.

Nun handelt es sich bei der Kataphorese durch die organischen Gewebe selbstredend um compliciertere Verhältnisse.

Die Binnenflüssigkeit, d. h. die zwischen den beiden Elektroden befindliche, entspricht ungefähr einer physiologischen, 0.6% Kochsalzlösung; die gleichartigen Zuleitungs- und Ableitungsflüssigkeiten sind in der Regel verhältnissmässig weit höher concentrirt, leiten in Folge dessen den Strom erheblich besser. Die Scheidewände, das thierische Gewebe, können als anhomogene, feuchte, poröse Media aufgefasst werden.

Nach Munk's Untersuchungen führt nun der Strom die schlechter leitende Binnenflüssigkeit rascher fort, als die besser leitende Aussenflüssigkeit hinter ihr nachströmen kann. Somit

können, wenn die Gerüstsubstanz weich ist, z. B. am plastischen Thone die veränderlichen Hohlräume unter Verlust des flüssigen Inhaltes zusammenfallen, und die besser leitende Aussenflüssigkeit vermag an der Grenze beider Flüssigkeiten die Poren des Thones sogar noch über ihre ursprüngliche Grösse hinaus auszudehnen. In derselben Weise wird die Haut an der Anode mit besser leitender Elektrodenflüssigkeit, an der Kathode mit Flüssigkeit aus dem unter ihr befindlichen Gewebe durchtränkt, und somit durch die galvanische Durchströmung der Haut ihre Leitungsfähigkeit an der Anode bedeutend gesteigert. Das „absolute Widerstandsminimum“ ist an der Anodenstelle der Haut hergestellt, der Zustand ihrer maximalen kataphoretischen Sättigung mit besser leitender Aussenflüssigkeit an der Stromeintrittsstelle erreicht.

Nun hat Pascheles¹⁾ nach Unterbrechung des eigentlichen constanten Stromes mit einem zweiten Strome von zu vernachlässigender kataphorischer Wirkung und gegenüber dem zeitlichen Ablaufe der Widerstandsveränderungen an der Haut genügend kurzen Dauer, bei welchem Polarisation der Haut etc. genaue Berücksichtigung fand, in regelmässigen Zeitintervallen die elektrische Leitungsfähigkeit jener Stromeintrittsstelle gemessen. Es hat sich gezeigt, dass die Leitungsfähigkeit in der ersten Zeit plötzlich und in bedeutendem Masse abnimmt.

„Für diese anfängliche rapide Abnahme kann unmöglich die Diffusion oder die Aufnahme und Fortführung von Salzen durch die Circulation verantwortlich gemacht werden, sondern es bleibt für die Erklärung des anfangs raschen Sinkens der Leitungsfähigkeit der Haut nach maximaler kataphorischer Quellung nur die durch die Thätigkeit von elastischen Kräften bewirkte Entquellung übrig, welche der elektrische Strom während der Dauer seiner kataphorischen Wirkung überwinden muss.“

„Für verschieden concentrirte Lösungen desselben Salzes treten keine Unterschiede in der Entquellung, sondern nur

¹⁾ Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie 1895, Bd. 36, pag. 100. Versuch einer elektrischen Messung der Quellbarkeit und Resorption an der menschlichen Haut.

solche der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit in die Erscheinung. Dasselbe gilt für Lösungen verschiedener Salze.“

Die einfache Diffusion, sowie die Aufnahme der katarisch eingebrachten Salze in die Circulation würden, wenn überhaupt, in ihrem Einflusse vielleicht für den allmählich absinkenden Curvenabschnitt in Betracht kommen können, sicherlich aber für den jäh absteigenden Theil der Curve zu vernachlässigen sein.

Somit wäre auch der Versuch einer Erklärung der physikalischen Vorgänge, sowie gleichzeitig der sichtbaren, localen Veränderungen an der Haut gegeben.

Weiterhin fragt es sich nun, ob und bis zu welchem Grade man vielleicht im Stande wäre, den Weg eines übergeleiteten Medicamentes im mikroskopischen Bilde zu verfolgen.

Nach dieser Richtung hin hat Ehrmann¹⁾ den Gang zu demonstrieren gesucht, welchen z. B. das Methylenblau in verdünnter wässriger Lösung in die intacte Haut unter dem galvanischen Strome nimmt. Nach 5–10 Min. Dauer und 10–20 M. A. Stromstärke zeigte sich die Anodenhand, welche ganz in die Lösung eingetaucht wurde, mit blauen Punkten besät, und zwar fast ausschliesslich am Dorsum der Hand, und hier wiederum waren besonders die Ausmündungen derjenigen Haarfollikel stark gefärbt, in welchen ganz feine Haare steckten. Ehrmann schliesst daraus, dass die Resorption von den Talgfollikelmündungen aus stattfindet, aber nur, wo diese nicht bis zu grösserer Tiefe von verhornten Zellablagerungen umgeben sind.

Auf Grund seiner Versuche nimmt Kahn an, dass der Strom die zu resorbierenden Substanzen zwischen den Epidermiszellen hindurch in die Tiefe führt. Farbstoffe konnte er bei hinreichender Stromstärke und längerer Stromdauer bis zum rete Malpighi, in gleichmässiger Tiefe vertheilt, verfolgen; ebenso Silbersalze bis zum rete mosaikähnlich abgelagert, nur die Intercellularsubstanz gefärbt. Auf die bisherige Methode habe ich Methylenblau in reichlich verdünnter Lösung der

¹⁾ Wiener klinische Wochenschrift 1890, Nr. 5.

gesunden Kaninchenhaut einzuverleiben gesucht. Bei der Schwierigkeit der Behandlung der mit dem Farbstoffe imprägnierten Hautstückchen gelang es mir nicht, eine exacte Entscheidung zu fällen, ob in dem Falle der angestellten Kataphorese der Farbstoff weitergeführt sei, als in dem Hautschnitte, welcher ohne Durchleitung des elektrischen Stromes mit der Lösung befeuchtet worden war.

Dagegen liess sich die Ueberleitung einer Argentamin-Lösung (1·0:2000·0) in die unverletzte Kaninchenhaut durch den constanten Strom mikroskopisch verfolgen. Die Kataphorese gelang, trotzdem 30 Elemente, eine Stunde lang eingeschaltet, nur 0·5—1·0 M. A. in der schwachen Lösung ergaben. Die den aufliegenden Elektrodenflächen entsprechenden Hautpartien wurden excidiert, in destilliertem Wasser gut ausgewaschen, frisch gehärtet und geschnitten, die Schnitte in verdünnter Schwefelammoniumlösung eine Stunde lang aufbewahrt.

Die schwarzen Schollen niedergeschlagenen, metallischen Silbers waren bis zum rete Malpighi in nicht gleichmässiger Ablagerung vertheilt; an einzelnen Stellen waren besondere Anhäufungen am Grunde der Haarfollikel deutlich zu erkennen. Sicher ist, dass die Lösung in das Gewebe bis zu grösserer Tiefe eingedrungen war, als in den Controlversuchen, nach einfachen Pinselungen der Haut mit derselben Argantanin-Verdünnung.

Steht somit die elektrische, locale Kataphorese durch die intacte Haut als sicher fest, so bleibt uns schliesslich nur noch die Frage zur Erörterung übrig, ob überhaupt und in welcher Methode eine ausgiebige Verwendung für praktisch-therapeutische Zwecke in Betracht kommen könnte.

Wie wir gesehen haben, stimmen alle Ergebnisse darin überein, dass die Resorptionsmenge eine sehr kleine ist, und insbesondere thun die Cocainversuche deutlich dar, wie diese geringfügigen Ablagerungen schnell von Ort und Stelle durch die Blutbahn fortgeschafft werden.

Aus diesen Erwägungen heraus hatte schon Munk zum etwaigen Gebrauch der galvanischen Einführung zu Heilzwecken einige Verbesserungen in der Versuchsanordnung vorgeschlagen:

Die elektromotorische Kraft der constanten Kette, sowie

die Berührungsflächen zwischen Haut und Elektroden sollten vergrössert, und mehrere Elektroden hintereinander eingeschaltet werden, um die Wirkungen der Kataphorese zu beschleunigen und zu vermehren. Die Flüssigkeiten sollten in etwas weniger concentrirten Lösungen zur Verwendung gelangen, um ohne wesentliche Verminderung der einzuführenden Menge differenter Substanzen die Schmerzhaftigkeit, das lästige Stechen und Brennen an der Haut zu verringern. Eventuell sollte die Epidermis entfernt werden, falls die vorherige, gründliche Anfeuchtung der Haut nicht genügt!

Die galvanische Ueberführung selbst hätte nach Munk den Vorzug des ganz allmählichen, höchst langsam sich steigernden Eintrittes des Medicamentes, so dass die Wirkung nach Beendigung der Durchströmung in Folge der Resorption der in der Haut verbliebenen Stoffe noch anwachsen könnte.

Nun ist zu bedenken, dass die Stromstärke, der Querschnitt der Elektroden, die Stromdichte, die Concentration der überzuleitenden Flüssigkeiten mit der Intensität der kataphorischen Wirkungen im nahen Abhängigkeitsverhältnisse stehen. Der eine Factor wird immer nur ziemlich auf Kosten des anderen verändert werden können.

Weiterhin ist der Grösse der Stromstärken ein natürliches Mass gesetzt. Durch Steigerung der elektromotorischen Kraft nimmt die Schmerzhaftigkeit selbstredend rasch zu. Allenfalls war in der Regel dieselbe für eine gesunde Haut noch bis 10 M. A. zu ertragen. Auch die individuellen Verhältnisse spielen in diesem Punkte eine grosse Rolle. Zu wiederholten Malen konnte ich ferner nach einiger Gewöhnung der anfangs empfindlichen Individuen bis zu 15 und 20 M. A. langsam ansteigen. Natürlich wurden Stromwechsel, sowie plötzliche Stromschwankungen in allererster Reihe unangenehm empfunden. Regelmässig über 10 M. A. hinaus dürfte ich bei meinen Untersuchungen nur in einem Falle gehen, wo bei einem Lepranken eine Anästhesie der Haut am Unterarm bestand. Hier waren selbst 30 M. A. ohne weiteres anwendbar. Im Allgemeinen aber war die Anwendung von 5 M. A. Stromstärke bei allen Individuen durch lange Zeit hindurch durchführbar.

Kaninchen verhielten sich ebenfalls sehr empfindlich,

wurden bei 10 M. A. unruhig und schrien, wenn man zu Stromstärken von 15—20 M. A. überging, vor Schmerz auf.

Mit der Vergrößerung des Querschnitts der Elektroden verringert man die Stromdichte und dadurch die Intensität der kataphorischen Wirkung an den einzelnen Hautpartien. Erhöht man jetzt durch Stromvermehrung die Stromdichte bis ungefähr zur alten Norm, so lässt sich in der That, wie Versuche mit Elektroden von 5 Cm. Durchmesser in 4 Fällen ergeben haben, eine grössere Menge (im Mittel 0·0482) Jod aus der concentrirten wässrigen Jodkalilösung in den Körper überführen, als vorher mit den durchgängig verwendeten Röhrenelektroden von circa 1 Cm. Querschnitt bei gleicher Stromdauer. Natürlich hat dieser Weg seine Grenzen, wo die entsprechend starke Stromdichte in breiter Fläche an der Haut sich nicht mehr erreichen und ertragen lässt. Als einziges energisch wirksames Mittel, um die Wirkung der Kathaphorese in der Zeiteinheit zu einer maximalen zu gestalten, bleibt die Einschaltung mehrerer Elektroden. Wird z. B. der positive Pol mit drei einführenden Elektroden von mittlerem Querschnitt von ca. 3—5 Cm., der negative Pol mit 3 anderen, gleichen Elektroden zusammen in Verbindung gesetzt, so ist diese Versuchsanordnung bei dem üblichen Stromwechsel eine äusserst aussichtsreiche.

Hat man sich erst mit der Zubereitung des plastischen Thones etwas vertrauter gemacht, so ist der Gebrauch mehrer Elektroden gleichzeitig keineswegs für praktische Versuche so compliciert, als es scheinen mag. Allerdings muss ich zugeben, dass die Verwendung der Kahn'schen Saugelektroden die Methode noch vereinfacht.

Wo es angängig ist, z. B. an den oberen und unteren Extremitäten, erweist es sich am allereinfachsten und jederzeit ohne alle Umstände durchführbar, die betreffenden Körperteile je in ein an den Stromkreis angeschlossenes Glasgefäss einzutauchen, in welchen sich die überzuleitende Flüssigkeit befindet. Doch muss man darauf achten, und eventuell durch Zusätze zu erreichen suchen, dass die Lösung den elektrischen Strom sehr gut leitet, dass ferner zwischen dem eintretenden, am besten möglichst breiten Pole und dem eintauchenden Körperteile selbstredend ein entsprechender Abstand im Wasser

gewahrt bleibt, und dass endlich die einzelnen zu behandelnden Objecte am besten nacheinander zum Zweck der grössten Stromdichte in derselben Sitzung zur Behandlung kommen. Dann erübrigt sich auch der Stromwechsel und in der Kathodenanordnung sind alle Freiheiten gestattet. Es sollen also nicht zu grosse Flächen auf einmal eintauchen, sondern nacheinander kleine Hautpartien.

Wo diese brauchbare Versuchsanordnung jedoch nicht möglich ist, und wo auch die oben beschriebenen Röhrenelektroden nicht zur Verfügung stehen, bleibt nur übrig, durch Läppchen, Filz etc., die in die medicamentöse Lösung getaucht, den betreffenden Hautstellen aufgelegt werden, und für deren reichliche Durchtränkung gesorgt werden muss, den galvanischen Strom hindurchzuleiten. Angesichts der leichten Handhabung der Versuche für die Praxis muss eventuell der Nachtheil, der, wie Kahn hervorhebt, durch die grösseren eingeschalteten Widerstände in der Strombahn geschaffen ist und den Uebergang der Lösungen erschwert, mit in den Kauf genommen werden.

Sehr wichtig wäre es, wenn es bei diesen Anwendungsformen gelingen würde, eine Zwischenschicht von getränktem Filz oder plastischem Thon nach Art der von Martius angegebenen, unpolarisierbaren Elektroden zur Vermeidung der hemmenden Polarisationsströme anzubringen. (Elektrodenplatten aus biegsamem, amalgamiertem Zinkblech, darauf eine Filzplatte durchtränkt mit concentrirter Zinksulfatlösung, und auf dieser eine zweite Filzplatte, in physiologischer Kochsalzlösung getaucht.) An ziemlich einfachen Methoden für praktische Versuche fehlte es also keineswegs.

Trotzdem scheint, wie K. Stintzing in seinem neuesten Handbuche ¹⁾ schreibt, „die Verwendung der Kataphorese zur Einführung von Medicamenten keine Zukunft zu haben. Ihre Wirkung ist eine rein örtliche auf die Haut, während unter dieser, worauf schon Erb ²⁾ hinwies, die Arzneistoffe keine örtliche Wirkung zu entfalten vermögen, da sie hier rasch, von

¹⁾ Pengoldt und Stintzing, Handbuch der spec. Therapie inner. Krankheit. Jena 1896, Bd. V, II. Theil, pag. 304.

²⁾ W. Erb, Handbuch der Elektrotherapie, II. Auflage. 1886.

den Gefässen aufgenommen, in den Kreislauf gelangen. Die Application von Medicamenten auf die Haut ist aber auch ohne die umständliche Heranziehung des galvanischen Apparates möglich.“

Manches zugegeben, ist doch der Werth totaler Anästhesierungen der Haut durch die Cocainkataphorese zum Zwecke schmerzloser Excisionen und Epilationen für die Praxis nicht ganz von der Hand zu weisen, wie ja auch das grosse Interesse der Zahnärzte, ihre zahlreichen Arbeiten,¹⁾ für die Wichtigkeit des Gegenstandes auf diesem Gebiete sprechen.

Wenn man auch ferner zur Erreichung allgemeiner Wirkungen im Körper von der kataphorischen Ueberleitung gelöster Medicamente wohl kaum Gebrauch machen wird, so werden andererseits in der Praxis reichliche Versuche bei vielen Hautkrankheiten namentlich auch den parasitären mit den üblichen chemischen Substanzen (z. B. Resorcin, Ichthyol, Sublimat, Hydrarg. cyanat etc. eventuell mit entsprechenden Zusätzen) indiciert sein (s. Ehrmann, Clemens).

Von den in neuester Zeit veröffentlichten praktischen Versuchen sind mir leider nicht alle durchwegs zugänglich gewesen.

Ein reiches Feld glaubt unter anderen Dr. Spiess, Specialarzt für Halsleiden etc. in Frankfurt am Main, der Kataphorese zu eröffnen, indem er eine Methode in Vorschlag bringt, bei welcher in der Behandlung der chronischen Katarrhe der Nasenhöhlen gute Resultate zu erzielen sind. Unter Verwendung des constanten Stromes und 5% Kochsalzlösung soll hier die elektrolytische Stromwirkung, der Niederschlag durch Elektrolyse zerlegter Componenten auf der krankhaften Schleimhaut, mit der kataphorischen verknüpft werden.

Aehnliche kataphorische Experimente sollen auch schon zum Zweck der Einverleibung gelöster Medicamente in die Uterusschleimhaut mit positiven Resultaten praktisch durchgeführt sein.

Unter dem Hinweis von Spiess hat auch Herr Geheim-

¹⁾ Zur Elektroguajacolanästhesie, von Zahnarzt K. Hirsch in Frankfurt a. M. Deutsche med. Wochenschrift Nr. 19, den 6. Mai 1897. Therapeut. Beilage Nr. 4.

rath Neisser Versuche veranlasst, die durch gonorrhoeische Infection entzündete Urethral Schleimhaut mittelst des constanten Stromes durch Einverleibung bakterientödtender Lösungen zur schnelleren Abheilung zu bringen.

Die Versuchsanordnung, für die speciellen Verhältnisse etwas modificiert, gestaltete sich folgendermassen:

Ein am Ende stumpfes Glasröhrchen, welches in die Fossa navicular. der männlichen Harnröhre eingesenkt, mit leichtem Fingerdruck am Orificium festgehalten wird, steht mit einem Irrigator in Verbindung. Von der Seite her mündet in das Glasröhrchen ein die Anode darstellender Kupferdraht ein, der aber durch das Ansatzröhrchen nur zu einem Theile, z. B. $\frac{2}{3}$ seiner Länge läuft. Die Kathode wird z. B. auf dem Kreuzbein fixiert.

Zunächst wird nun von dem Irrigator her in die Urethra mit mässigem Drucke soviel von der überzuleitenden Flüssigkeit eingelassen, dass die Harnröhre ziemlich prall bis zum Sphincter gefüllt ist. Nach einiger Uebung gelingt es leicht, die Grenze durch das Gefühl der Spannung festzustellen.

Durch die in der Harnröhre stehende Flüssigkeitssäule muss nun der Strom vom Kupferdraht als Anode ausgehen, die Schleimhautpartien der Urethra durchsetzen und am Kreuzbein den Körper verlassen.

Als unerlässliche Voraussetzung ist dabei gemacht, dass das gewählte Medicament den Strom weit besser leitet, als ca. 0.6% Kochsalzlösung, d. h. die Gewebsflüssigkeit.

Leitet die medicamentöse Lösung die Elektrizität schlechter, so würde der Strom allen wesentlichen Widerständen ausweichen, auf geradem Wege **nur** zum Gewebe des Schliessmuskels durch die Flüssigkeit selbst gehen und auf die seitlichen Schleimhautpartien nicht einwirken.

Ist aber die Lösung eine dem elektrischen Strome besser leitende, was in allen Fällen durch Zusatz von Säuren, sauren oder basischen Salzen zu erzielen ist, so ist die zu behandelnde Urethraschleimhaut der kataphor. Wirkung der Anode mit aller Sicherheit preisgegeben.

In praxi ist die Ausführung dieser Versuche keineswegs eine umständliche. Nur die entzündlichen Schwellungen des

Präputiums und der Elcens penis erfordern manchmal besonders enge Einsatzröhrchen, sowie Vorsicht beim Einlegen, wobei der völlige Abschluss am Orificium Schwierigkeiten bereiten kann.

In solch hochgradigen Fällen von Phimosen etc. wäre es nicht immer möglich, die Urethra wirklich in ihrer Ausdehnung mit Lösung zu füllen, es lief eben neben dem Glasröhrchen Flüssigkeit heraus. Der Versuch selbst ist dann natürlich kaum anzustellen.

Hindert zäher Schleim das Einströmen der Lösung, so ist dieser leicht vorher zu entfernen.

Von den gelegentlichen Schwierigkeiten abgesehen wurde der Strom bis zu 3 M. A. im allgemeinen noch gut ertragen, 5 M. A. nur, wenn die acut entzündlichen Erscheinungen bereits gemildert waren. Stechende und brennende Schmerzen hinderten selbstredend die Anwendung grösserer Stromstärken, die ausserdem ja völlig entbehrlich sind.

Nach 5–10 Minuten Stromdauer wurde ca. 10 Minuten lang pausiert, die Flüssigkeit erneuert und der Versuch nochmals 5–10 Minuten lang wiederholt.

Als überzuführende Lösung diente 1% Ichthyollösung, deren Leitungsfähigkeit durch Zusatz einiger Tropfen concentrirter Salpetersäure erhöht wird.

Zur eventuellen Kataphorese kommen für vorliegende Zwecke selbstredend nur Flüssigkeiten in Betracht, welche mit Sicherheit gonococcentödtend sind. Die Frage dabei ist die, ob durch den constanten Strom die inficierte Urethralschleimhaut, deren Falten und Buchten durch den intraurethralen Flüssigkeitsdruck ausgeglichen sind, bis zu einiger Tiefe von der medicament. Lösung getroffen wird, so dass die erkrankten Partien schneller gonococcenfrei werden, als dies ohne Elektrizität bei den üblichen Behandlungsmethoden der Fall ist.

In zwei Fällen von gonorrhoeischen Infectionen mit starkem entzündlichen Oedem war in der Urethra eine Flüssigkeitsfäule nicht mit Sicherheit und constant zu erzielen. Der Gonococcenbefund wechselte, wenn auch die Secretion bald eine geringe wurde.

In zwei anderen Fällen, bei denen nun alle Versuchsbedingungen aufs günstigste erfüllt werden konnten, wurde

nach der ersten Sitzung das bisher reichliche und stark infectiöse Urethralsecret gonococcenfrei und äusserst spärlich. Trotzdem wurden die Versuche noch an zwei aufeinander folgenden Tagen fortgesetzt und dann sistiert. Der eine Pat. blieb 10 Tage noch unter klinischer Beobachtung, der Befund blieb negativ, der andere Kranke verliess ohne Gonococcen eigenwillig nach 5 Tagen die Anstalt und kehrte nach 14 Tagen mit positivem Befunde zurück. Ob in der Zwischenzeit eine neue Infection stattgefunden hatte, liess sich nicht ermitteln. Selbstverständlich kann es sich bei diesen Versuchen nur um eine Behandlung der Pars anterior handeln.

Es ist mir sehr wohl bewusst, dass nach den ganz vereinzelten Erfahrungen auch nicht die geringste Berechtigung zu irgend welchen Schlüssen vorliegt; trotzdem sind die Ergebnisse erwähnt, da sie derart ausfielen, dass sie zum mindesten zur Fortführung der Versuche in einer weit grösseren Anzahl von Fällen ermuthigen.

Im Vorstehenden wäre somit festgestellt, dass es unter bestimmten Voraussetzungen zweifellos gelingt, durch den constanten Strom differente Flüssigkeiten der unversehrten Haut local einzuverleiben, und zwar in ziemlich einfachen Methoden, so dass für bestimmte Heilzwecke trotz der geringen Resorptionsmenge und der schnellen Fortschaffung der Substanzen die Verwendung der Kataphorese in der Praxis gelegentlich doch in die Wagschale fiele.

Im Anschluss an die Untersuchungen über die locale Ueberführung von Arzneistoffen durch den galvanischen Strom will ich noch auf die Ueberleitung von Medicamenten durch elektrische Bäder eingehen.

Analog den Versuchen von Vergnès, Poey¹⁾ und Meding,²⁾ welche Menschen von Quecksilber, das sie viele Jahre lang in ihrem Körper beherbergt hatten, durch hydroelektrische Bäder befreit haben wollen, wurde es auch vielfach unternommen, Arzneien in den Körper auf die gleiche Weise einzuführen. Die Angaben älterer Autoren, welche mit ziemlich

¹⁾ Compt rend. de l'Acad. des Sciences 1855, pag. 235.

²⁾ Tagebl. der 32 deutsch. Aerzte und Naturforscherverf. in Wien 1856, Nr. 7, pag. 50.

unzulänglichen Mitteln zu nichts weniger als einwandsfreien Resultaten gelangten, darf ich hier wohl übergehen.

Von den in neuerer Zeit angestellten Versuchen habe ich vor allem die Mittheilungen anzuführen, welche Eulenburg¹⁾ in seiner Arbeit über hydroelektrische Bäder anhangsweise gemacht hat. Drei Versuche, Hg aus dem menschlichen Körper herauszuführen, fielen vollständig negativ aus.

Ebensowenig gelang es dem Autor in einem Falle Eisen dem Körper durch ein elektrisches Bad einzuverleiben. 100·0 Ferrum sulfur venala wurden der Badeflüssigkeit beigemischt, die angewandte Stromstärke betrug 5·5 M. W., die Dauer des Bades 50 Minuten. Bei Einhaltung aller Cautelen enthielt weder der Harn nach dem Bade, noch in den Portionen der nächsten 3 Tage eine Spur von Eisen. Trotz dieses negativen Resultates weist der Autor auf die Möglichkeit des Gelingens hin, wenn mehrere Bäder vielleicht in anderweitigen, günstigeren Modificationen des Versuches genommen werden.

Sehr bekannt sind wohl die Untersuchungen Gaertner und Ehrmann's,²⁾ welche in elektrischen Zweizellenbädern Sublimat in den Organismus übergeführt haben. 4—10 Gr. Sublimat wurden in der Badeflüssigkeit aufgelöst, die Stromdauer betrug 20 Min. bis $\frac{1}{2}$ Stunde, die Stromstärke 100 M. A. Nach jeder Viertelstunde wurde der Strom gewechselt. Im Ganzen wurden 15—48 Bäder in continuo genommen. Es fanden sich im Harn 1·4—1·9 Mgr. Hg, und nach voll dosierten Bädern konnte man bis 9 Mgr. in Urin nachweisen. Nach dem Urtheil von Lang und Riehl werden durch das elektrische Zweizellenbad nicht nur manifeste Erscheinungen der Syphilis beseitigt, sondern auch das Allgemeinbefinden und die Anaemie der Kranken gebessert.

Weiterhin³⁾ fanden die beiden Beobachter im Harn eines Mannes, der 15 Minuten lang ein elektrisches Bad mit 4 Gr.

¹⁾ Eulenburg, Urban und Schwarzenberg, Wien und Leipzig 1883.

²⁾ Ueber das elektrische Sublimatbad. Wien. klin. Wochenschr. Sitzungsbericht der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien vom 22. Nov. 1889. Siehe auch Kaposi „Syphilis“, Stuttgart 1891, pag. 448.

³⁾ Archiv für Dermatologie u. Syphilis 1890, Heft 6, pag. 942.

Sublimat Inhalt genommen hatte, in den ersten 24 Stunden nachher Spuren von Hg. am vierten Tage 7 Mgr. In einem zweiten Falle (4 Gr. Sublimat, 15 Min. Dauer) liessen sich im Urin der ersten 24 Stunden 3 Mgr. Hg nachweisen. Beim dritten Versuche (Gaertner selbst, 20 Min. Dauer, 6 Gr. Sublimat) wurde am Ende bereits vermehrter Speichelfluss sowie ein metallischer Geschmack im Munde verspürt, Hg konnte schon in der ersten Stunde nachgewiesen werden, am vierten Tage⁵⁶⁾ 13 Mgr. — So empfehlen ferner Gaertner und Ehrmann auch die kataphorische Einführung von Eisen in den Körper durch elektrische Bäder bei Chlorose und Anaemie. Nach Peltzer¹⁾ und Chvostek hat sich diese vorgeschlagene Ueberleitung durch den constanten Strom nicht bewährt.

Doch wenn auch Eisen im Harn nach diesen Bädern nicht nachzuweisen ist, spräche dies noch nicht gegen die Aufnahme in den Organismus, da das Eisen im Körper, besonders in der Leber, längere Zeit zurückgehalten und zu Blutbildung verwendet werde. (Ferr. sulfur oxydulatum 15—25 Gr., 3—4 Bäder pro Woche.)

Was das Ergebnis eigener Versuche anbetrifft, so stand mir nicht ein Gaertner'sches Zweizellenbad, sondern eine elektrische Badeeinrichtung zur Verfügung, wie dieselben von der Erlanger Firma „Reiniger, Gebhard u. Schall“ geliefert werden.

Nach dem Vorschlage Eulenburg's wandte ich das monogolare elektrische Bad an, d. h. die eine grosse Elektrode bildete die gesammte Bade Flüssigkeit selbst, die Kathode ein ausserhalb des Wassers befindlicher Messingstab. Der elektrische Strom war auf diese Weise unbedingt gezwungen, den Körper zu durchströmen.

Zur Verwendung gelangten constant 8 Gr. Sublimat. Die Dauer des Bades betrug durchgängig 30 Minuten.

Es badeten 3 gesunde Individuen, eine Verletzung an der Haut war nicht sichtbar.

¹⁾ Peltzer, Therap. Monatshefte 1893, 124.

Die Person A nahm die einfachen Sublimatbäder ohne elektrische Durchleitung eine halbe Stunde lang circa 27 Grad, die Person B das elektrische Sublimatbad unter gleichen Versuchsbedingungen mit der Stromstärke von 20 M. A. und 30 Min. Dauer, und endlich C, ich selbst, 15 M. A. und 20 Minuten lang.

A und B nahmen je 16 derartige Bäder hinter einander, ich selbst aus äusseren Gründen nur 8. Das Resultat war Folgendes:

In dem Urin der Versuchspersonen A und C war und ist auch späterhin keine Spur von Hg nachzuweisen gewesen. In dem Harn der Versuchsperson B waren die ersten deutlichen Spuren nach dem zwölften Bade zu constatieren.

Der Nachweis geschah durch elektrolytische Zerlegung und Niederschlag des Quecksilbers auf Streifen zerschnittenen Rauschgoldes, welche ausgewaschen, getrocknet und erhitzt wurden. Die an den kälteren Theilen des Reagensgläschens verdichteten mikroskopisch kleinen Quecksilbertröpfchen wurden Joddämpfen ausgesetzt, in Gestalt von Jodquecksilber sichtbar. In einer zweiten Versuchsreihe gelang in 2 Fällen ebenfalls der Nachweis von Quecksilber auf die eben angeführte Methode (10 Gr. Sublimat, 20 Min. Dauer, 20 M. A. Stromstärke) nach dem zehnten resp. vierzehnten elektrischen Bade.

Bemerkt sei, dass auch diese Analysen unter Controle angestellt wurden.

Die Möglichkeit, dass der Badende die durch Verdunstung an die Atmosphäre des Zimmers abgegebenen Quecksilberdämpfe einathmet, habe ich soweit als möglich durch genügende Ventilation zu vermeiden gesucht. Die Versuchsperson A zeigte auch kein Quecksilber in dem Harn. Auffallend in dem Ergebniss der von mir angestellten Versuche sind die späten Quecksilbernachweise im Gegensatz zu den frappierenden positiven Resultaten Gaertner-Ehrmann's. Diesen Gegensatz glaube ich aus der verschiedenen Anordnung der elektrischen Bäder selbst herleiten zu können. Die von jenen Autoren angewandte Stromstärke betrug 100 M. A., der Strom in den monopolar

angeordneten elektrischen Bädern entsprach 20 M. A. Aus eigener Erfahrung, welche von meiner Versuchsperson B vollständig getheilt wird, kann ich versichern, dass eine Stromstärke von 20 M. A. schon ziemlich starke Schmerzen verursacht, u. z. wie Eulenburg bereits bemerkt, besonders an den Stellen des Körpers, wo Masse und Querschnitt der Theile eine grössere Stromdichtigkeit erwarten lassen. An den Armen z. B. ist ein noch Stunden nach beendigtem Bade anhaltendes Stechen wahrzunehmen und an diesen Stellen zeigt sich auch eine deutliche Hyperämie der Haut.

Ganz anders in den Zweizellenbädern! Hier geht der Strom in die eine Hälfte des Körpers hinein und aus der anderen Körperhälfte heraus, vorausgesetzt, dass der Abschluss der beiden Zellen von einander wirklich ein vollkommener ist. An den voluminösen Massen verdichtet sich nirgends der elektrische Strom zu solchem gerade unerträglicher Schmerzhaftigkeit, wie bei dem monopolaren Bade an der oberen, die Kathode darstellenden Extremität. Dass also bei der Gärtner'schen Badeanordnung weit grössere Stromstärken als bei den mir zur Verfügung stehenden Einrichtungen ertragen werden, lässt sich leicht verstehen.

Die Gaertner'schen Bäder haben aber in ihrer Anordnung noch einen zweiten grossen Vortheil. Wie wir oben erörtert haben, sinkt die Intensität der Flüssigkeitsfortführung einige Zeit nach erfolgtem Stromschluss bis zu geringem Grade herab.

In den Zweizellenbädern kann nun mit grossem Nutzen durch Stromwechsel nach circa 10 Minuten die bisherige Kathode zur wirksamen Anode gemacht werden, in dem monopolaren Bade hat es keinen Werth, die ausserhalb des Wassers befindliche Kathode zur Anode zu machen; andererseits ist die Wirksamkeit der Anode nach einer Weile erschöpft. Nur langsam summieren sich daher bei unserer Anordnung die geringen Spuren übergeführten Quecksilbers zur deutlichen Reaction.

Jedenfalls wäre somit die Ueberführung von Sublimat in den unversehrten lebenden Organismus durch die elektrischen

Bäder, also auf dem Wege allgemeiner Kataphorese als positiv gelungen anzusehen.

Am Ende dieser Arbeit angelangt, gestatte ich mir, Herrn Geh. Med. Rath Prof. Dr. Neisser für die gütige Anregung zu vorstehenden Untersuchungen, sowie für das freundliche Interesse meinen ergebensten Dank auszusprechen.