

A r c h i v
für
pathologische Anatomie und Physiologie
und für
klinische Medicin.

Bd. 138. (Dreizehnte Folge Bd. VIII.) Hft. 3.

XIII.

**Beiträge zum Studium der Wirkung elektrischer
Ströme auf die thierischen Gewebe.**

Von Dr. Eschle,

I. Assistenzarzt an der med. Universitäts-Poliklinik zu Freiburg i. B.

Wenn es auch auf Grund des heutigen Standpunktes der Physik nicht mehr als zweifelhaft angesehen werden kann, dass alle durch einen elektrischen Strom in einem Elektrolyten hervorgerufenen Veränderungen durchaus nur auf chemischen Vorgängen basiren können, so sind doch die Aeusserungen der Stromeswirkung verschieden, je nachdem sie als chemische, als physikalische oder als physiologische Effecte in Erscheinung treten. Diesen Wirkungen nach den genannten drei Richtungen hin, welche Remak¹⁾ als katalytische zusammenfasste, müssen wir einleitend eine etwas grössere Breite der Besprechung angedeihen lassen, als es auf den ersten Blick nothwendig erscheint, weil einerseits bei der Würdigung histologischer Veränderungen, auf deren Beobachtung die vorliegende Arbeit basirt, die in Rede stehenden Verhältnisse mehr oder weniger in Betracht kommen und andererseits auch die bisher erschienenen Arbeiten auf diesem Gebiet sich so am besten rubriciren lassen.

¹⁾ E. Remak, Elektrotherapie in Eulenburg's Realencyclopädie. 1880. Bd. IV. S. 463.

1.

Als von vornherein unzweifelhaft chemischer Natur manifestiren sich die localen Veränderungen an der Ein- und Austrittsstelle des Stromes in den Elektrolyten, d. h. in einen der Leiter zweiter Klasse, von denen für unsere Zwecke nur Flüssigkeiten oder von Flüssigkeiten durchtränkte Gewebe in Betracht kommen.

Anfänglich¹⁾ hielt man das Wesen des elektrolytischen Processes durch eine Aetzung der Gewebe, die in der nächsten Umgebung der Elektroden unter Einwirkung des constanten Stromes eintritt, für erschöpft. Wohl kann man die Veränderungen des Elektrolyten an seiner Berührungsstelle mit den Elektroden speciell als elektrolytische bezeichnen, weil die Zersetzungsprodukte (Jonen) des den Elektrolyten bildenden Körpers nur an den oft weit von einander entfernten Elektroden erscheinen — jedenfalls aber wird man nicht versucht sein können, die nicht in Erscheinung tretenden chemischen Trennungen und Vereinigungen, die auf der ganzen Strecke des durchflossenen Elektrolyten zu Stande kommen, zu übersehen, wie man ja auch weit davon entfernt sein wird, anzunehmen, dass z. B. ein Wasserstofftheilchen, welches an der Kathode und das Sauerstofftheilchen, welches an der Anode auftritt, aus derselben H_2SO_4 -Molekel stammen²⁾.

Auch bietet uns die Theorie der Lösungen von Claudius Arrhenius, welche mit allen aus ihr gezogenen Folgerungen bisher ausnahmslos bestätigt worden ist, für diese Erscheinungen die Erklärung.

Dies auf der durchflossenen Strecke des Elektrolyten durch Trennung und Wiedervereinigung der Jonen entstehende elektrolytische Endprodukt ist allerdings = 0 zu setzen, so weit es sich um chemische Körper handelt. Anders muss das Verhältniss sich sofort gestalten, sobald lebende Organismen oder Theile derselben in Frage kommen. Wenn auch gleichfalls hier (von der Ein- und Austrittsstelle des Stromes abgesehen) directe

¹⁾ Groh, Die Elektrolyse in der Chirurgie. Wien 1871. S. 17.

²⁾ Warburg, Lehrbuch der Experimentalphysik. Freiburg und Leipzig 1893. S. 326.

chemische Veränderungen als Endresultat nicht geliefert werden, so kommen doch durch diese chemischen Prozesse als indirecte Ergebnisse weitere physikalische bzw. mechanische Vorgänge in Betracht, denen wir später unsere Aufmerksamkeit zu widmen haben werden — ganz abgesehen davon, dass die Lebensfähigkeit einer ertödteten Zelle oder einer solchen, die in ihrer Vitalität durch jene Prozesse Einbusse erlitten hat, unmöglich, auch nach der chemischen Wiedervereinigung der aus den Gewebelementen ausgeschiedenen Ionen wiederhergestellt werden kann.

Auch wird der Praktiker in der Elektrotherapie sich der Effecte der Inductionsströme und der unter ständigem Stromwechsel eintretenden Wirkungen der galvanischen Ströme, bei denen Verhältnisse, wie die letzterwähnten zur Geltung kommen, erinnern.

Deshalb wäre man meiner Auffassung nach immerhin nicht im Unrecht, im Gegensatze zu der üblichen Anschauung auch von galvanolytischen Vorgängen in der interpolaren Strecke zu sprechen. —

Unabhängig von jeder Theorie und unzweifelhaft ist jedenfalls die Thatsache, dass der galvanische Strom zusammengesetzte leitende Flüssigkeiten, also auch die von Blut und Lymphe durchtränkten Gewebe des thierischen und menschlichen Körpers zerlegt.

Diese Zerlegung tritt primär durch eine Spaltung der in Lösung befindlichen Salze und erst secundär durch eine Zersetzung des Wassers auf. Wie wir schon sahen, werden die Bestandtheile des Elektrolyten nur an den Elektroden frei.

In einer bestimmten Flüssigkeit stehen die freiwerdenden Ionen in directem Verhältnisse zu ihrem Aequivalentgewicht. Es wird also jede Substanz molekülweise zersetzt. Die Menge der in jeder Zeiteinheit abgeschiedenen Stoffe hängt hiebei von der Stärke des Stromes ab, während die Stromspannung in chemischen Lösungen gar nicht, beim thierischen und menschlichen Körper nur insofern in Betracht kommt, als Ströme unter einer gewissen Spannung (beim Menschen unter 15 Volts) die sehr schlecht leitende Hautdecke nicht zu passiren vermögen.

Schon 1840 gab Schönlein an, dass ein Theil des an der

Anode abgeschiedenen Sauerstoffs in den activen Zustand (Ozon) übergeht, während der andere Theil sich mit dem Wasser des Elektrolyten zu Wasserstoffhyperoxyd verbindet.

In der That lässt sich die Anwesenheit des Ozons bei der Galvanolyse in geringer Menge durch die bekannten Reactionen (Bläuen von Guajactinctur und Jodkalikleisterpapier, Bleichen von Indigolösung) nachweisen¹⁾.

Bedeutender ist die Menge des an der Anode gebildeten Wasserstoffhyperoxyds, dessen Auftreten durch das Bleichen einer Lösung von hypermangansaurem Kali und durch andere Reactionen nachweisbar ist.

Bei Vermehrung der Stromdichtigkeit, also bei Vergrößerung der Stromintensität und Verkleinerung der Anodenoberfläche steigt die Menge sowohl des Wasserstoffhyperoxyds als auch des Ozons. Das bei den elektrolytischen Prozessen abgeschiedene Wasserstoffgas ist nach den Untersuchungen von Graham wirksamer als gewöhnlicher Wasserstoff²⁾, er reducirt schon im Dunkeln Eisenoxydsalze, rothes Blutlaugensalz, organische Substanzen und verbindet sich auch ohne Luftzutritt mit Chlor und Jod. Dieser active Wasserstoff vermag nach Hoppe-Seyler kräftigere Oxydationen auszuführen, indem er auch den Sauerstoff (der Luft oder der Flüssigkeit) activ macht und so neben Reductionen auch Oxydation veranlasst³⁾.

In Eiweisslösungen gesellt sich zu den genannten Vorgängen eine Gerinnung durch die frei werdenden Zerlegungsprodukte⁴⁾.

Die Gerinnsel sind fester an der Anode als an der Kathode; beide sind durch die gleichzeitig aufsteigenden Gasblasen in einen weichen und lockeren Schaum verwandelt.

G. N. Stewart⁵⁾, welcher die Wirkungen der Elektrolyse in thierischen Flüssigkeiten verfolgte und neben den Geweben auch Eiweisslösungen, Urin, Galle und Blut seinen Versuchen

¹⁾ Neffel, Weitere Beiträge zur elektrolytischen Behandlung der Geschwülste. Dieses Archiv. 1881. Bd. 86. Heft 1. S. 78.

²⁾ Citirt bei Neffel, a. a. O. S. 79.

³⁾ Neffel, a. a. O.

⁴⁾ Watteville, Grundriss der Elektrotherapie. Deutsche Ausgabe von Weiss. 1886. S. 55. — Bardeleben, a. a. O. S. 486.

⁵⁾ Stewart, Electrolysis of animal tissues. Referat: Lancet. 13. Dec. 1890.

bestätigte, dass der elektrische Strom hauptsächlich durch die in Lösung befindlichen Salze fortgeleitet würde, so dass seiner Ansicht nach die Zersetzung der Eiweisskörper nur secundärer Natur sein könne.

Während in Eiweisslösungen an der Anode Acidalbumin und an der Kathode Alkalialbumin entsteht, wird in reinen Hämoglobinslösungen nach Steward an der Anode Acidhämatin gebildet, dem das Auftreten von Methämoglobin vorausgeht, an der Kathode Alkalihämatin.

Die gleichen Prozesse gehen auch in frischem Blute vor sich. An dem positiven Pole erscheinen nach demselben Verfasser ausserdem die rothen Blutkörperchen vergrössert, an dem negativen Pole je nach der Stärke des Stromes mehr oder weniger zerstört und in Alkalialbuminate zerlegt.

Schon lange war es übrigens bekannt, dass sich beim Durchleiten galvanischer Ströme durch defibrinirtes Blut oder auch durch frisches Blut Gerinnsel an beiden Polen bilden. An der Kathode sind dieselben gelblich, an der Anode mehr schwärzlich gefärbt ¹⁾.

Man erklärte sich diese Erscheinungen, was ja auch mit den neueren Untersuchungen im Einklang steht, mit der Abscheidung von Chlor und Säuren am positiven und von Alkalien am negativen Pole.

Der gleiche Versuch lässt sich auch auf das Blut in den Gefässen des lebenden Organismus übertragen und hat bei Behandlung der Aneurysmen praktische Verwendung gefunden, indem 1843 von Pétrequin in Lyon ²⁾ zuerst die Elektropunctur mit Erfolg zur Heilung eines Aneurysma der A. temporalis benutzt wurde und die Methode später durch eine Reihe anderer italienischer ³⁾ und französischer ⁴⁾ Aerzte weitere Ausbildung fand.

Es bewährte sich, den + Pol mit der eingesenkten Nadel oder mit einem in das Aneurysma eingeführten losen Platin-

¹⁾ Bardeleben, a. a. O.

²⁾ Pétrequin, Mémoire sur une nouvelle méthode pour guérir certains aneurysmes. Paris 1846. Referat: Gaz. med. 1847.

³⁾ unter Anderen namentlich durch Ciniselli in den Jahren 1847 bis 1868.

⁴⁾ Dujardin-Beaumetz u. Proust, Gaz. med. Sept. 1877.

drahtknäuel zu verbinden und die Kathode auf die Haut zu appliciren.

An festen lebenden Geweben ergeben sich die local beschränkten chemischen Veränderungen schon aus dem vorher Gesagten:

An dem +Pole oxydiren zugleich mit dem nascirenden Sauerstoffe die Gewebe, während am —Pole die Alkalien auf diese eine kaustische Wirkung ausüben.

In dem einen Falle wird das Gewebe in einen Schorf verwandelt, in dem anderen in eine durchfeuchtete, weiche und in Folge von Durchsetzung mit Hydrogenblasen schaumige Masse.

Hat man Elektroden von oxydirtem Metall angewandt, so wird die Anode nicht bloß oxydirt, sondern von einer Schicht von Metallsalzen überzogen, deren Säuren aus den Salzen der Gewebsflüssigkeit herrühren.

Sehr eingehende Untersuchungen über die an den Polen bei Galvanolyse auftretenden chemischen Produkte in todtten, aber frischen thierischen Geweben und über die Umsetzungsprodukte der frei werdenden Ionen lieferte in einer neuerdings erschienenen Arbeit Dr. Perregaux¹⁾ in Basel.

Doch würde uns bei diesem gedrängten Ueberblick ein genaueres Eingehen auf die resultirenden chemischen Ergebnisse zu weit führen.

Bei Zunahme der Stromstärke oder bei längerer Applicationsdauer entstehen während der Galvanisation mit Metallplatten an der Applicationsstelle der Elektroden ganz ähnliche Veränderungen, wie bei der directen Einführung der Pole in die Gewebe und Gewebsflüssigkeiten. Unter der applicirten Anode bildet sich ein Schorf, der sauer reagirt und unter der Kathode entsteht eine Blase, welche mit alkalischer Flüssigkeit gefüllt ist.

Wirkt der galvanische Strom zu lange, so kommt es an jenen Stellen zur Bildung von Nekrosen, bezw. Ulcerationen, die den nach Einwirkung von Säuren und Alkalien entstandenen vollkommen gleichen.

Durch den Gebrauch unpolarisirbarer Elektroden vermag man diese an den Applicationsstellen auftretenden Zersetzungs-

¹⁾ Perregaux, Untersuchungen über die in todtten thierischen Geweben vom galvanischen Strome bedingten elektrolytischen Veränderungen. Basel 1892.

vorgänge hintenanzuhalten. Dieselben finden jedoch im Allgemeinen nur bei physiologischen Versuchen, sehr selten zu therapeutischen Zwecken Anwendung, so dass man bei Application galvanischer Ströme in der medicinischen Praxis diese elektrochemischen Prozesse sehr wohl zu berücksichtigen hat.

2.

Was die Wirkungen physikalischer Natur anlangt, so kommen in erster Linie in Betracht die sogen. kataphorischen. Sie lassen sich aus der bekannten Eigenschaft elektrischer Ströme, Flüssigkeiten durch poröse Wände von der Anode zur Kathode zu führen, erklären.

Namentlich bei der Einwirkung galvanischer Ströme auf todte, der Beobachtung zugängliche Gewebspartien sind diese Erscheinungen experimentell nachweisbar.

In Anbetracht dieses Umstandes geschah es, dass R. Remak dem positiven Pole eine antiphlogistische, dem negativen eine reizende Wirkung zuschrieb — eine Auffassung, der man auch heute, wenn auch mit einer gewissen Einschränkung beitrifft, nachdem die aus den bezüglichen theoretischen Anschauungen hergeleitete „katalytische Methode“ von Remak nicht mehr allgemeine Anerkennung findet. Bei Schilderung der Befunde an lebenden und todtten, mit elektrischen Strömen behandelten Geweben werden wir diesen kataphorischen Effecten jener noch weiter begegnen. Hier sei aber noch erwähnt, dass das Phänomen der elektrischen Endosmose auch durch Inductionsströme zu Stande kommen kann, wie Wiedemann¹⁾ durch Versuche nachwies.

Neben den kataphorischen kommen an physikalischen Wirkungen noch rein mechanische in Betracht.

So legte Althaus²⁾ bei der Elektrolyse neben der chemischen Wirkung auch ganz besonderen Werth auf das Auseinanderdrängen der Gewebe durch die entwickelten Gase.

¹⁾ Wiedemann, Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus. 2. Auflage. Braunschweig 1874. — Wiedemann, Die Lehre von der Electricität. Braunschweig 1882. Bd. II.

²⁾ Althaus, Vorläufige Mittheilung über meine elektrolytische Behandlung der Geschwülste und anderer chirurgischen Krankheiten. Deutsche Klinik. 1867. No. 34, 35, 36; und Med. Times and Gaz. vom 14. Dec. 1876.

Ebenso dürfte die Hervorrufung von Contractionen in der quergestreiften und glatten Musculatur, wenn auch ein physiologischer Vorgang, vermöge seiner physikalischen Effecte auf die Säftevertheilung hierher gehören.

3.

Während nun die vorstehend besprochenen (chemischen und physikalischen) Veränderungen auch an todtten Geweben durch Einleitung elektrischer Ströme erzielbar sind, hat man jetzt auf die physiologischen Wirkungen und zwar auf diejenigen, die man als vasomotorische zu bezeichnen pflegt, das Hauptgewicht legen zu müssen vermeint.

Und gewiss sind Verengerungen und Erweiterungen der Gefässe für die Blutfülle der von der Einwirkung betroffenen Organe, für ihre Temperatur, sowie für die in ihnen stattfindenden Resorptionsvorgänge von eminenter Bedeutung.

Dass eine solche Wirkung auch selbst in den in beträchtlicher Tiefe unter der Haut gelegenen Organen, wenn sie von bedeutender Stromdichte getroffen werden, zu Stande kommt, ist durch eine Reihe von praktischen Erfahrungen, die aus erfolgreichen therapeutischen Versuchen hervorgingen — es sei hier nur der Name Moritz Meyer¹⁾ hervorgehoben — schon lange unbezweifelbar geworden, während wir durch die neueren Arbeiten desselben Autors, sowie die von Remak²⁾, Althaus³⁾, Neftel⁴⁾, Erb⁵⁾, Friedrich⁶⁾ und Anderer wissen, dass auch

¹⁾ Vgl. M. Meyer's Aufsätze in der Berl. klin. Wochenschr. 1870, No. 22; 1871, No. 8; 1872, No. 39; 1874, No. 10; 1886, No. 26; sowie M. Meyer, Die Elektricität und ihre Anwendung auf die praktische Medicin. 4. Aufl. 1883. S. 577 ff.

²⁾ Vergl. Remak's Aufsätze in der Berl. klin. Wochenschr. 1864, No. 10; 1871, No. 2; Medicin. Centralztg. 1862, No. 10; 1863, No. 8; 1864, No. 28; Oesterreich. Zeitschr. f. prakt. Heilkunde. 1863. No. 11.

³⁾ Althaus, A treatise on medical Electricity. 3. Ed. Lond. 1874. Medical Times and Gazette. 1869. April 24; May 8.

⁴⁾ Neftel, Galvanotherapieutik. Cap. 5. I. New-York 1871. Weitere Beiträge zur elektrolytischen Behandl. u. s. w.

⁵⁾ Erb, Die Anwendung d. Elektricität in d. inneren Med. Volkmann'sche Samml. 1872. No. 46. Arch. f. Augen- u. Ohrenh. Bd. II. 1871. S. 1—51.

⁶⁾ Friedrich, Ueber progressive Muskelatrophie u. s. w. Berlin 1873. Aufsätze in: Berl. klin. Wochenschr. 1870, No. 22; 1872, No. 39.

sogenannte indirecte katalytische Wirkungen an entfernten Körperstellen durch Vermittelung der Centra zu Stande kommen.

Diese rein empirisch gewonnenen, auf therapeutischen Erfahrungen basirenden, aber noch physiologisch nicht genügend begründeten Anschauungen fanden erst durch eine experimentelle Studie von Feinberg, Oberarzt in Kowno¹⁾, ihre nothwendige und sehr werthvolle Ergänzung.

Feinberg constatirte durch eine beträchtliche Zahl von an Thieren angestellten Versuchen, dass galvanische Ströme den Schädel durchdringen, primär im Gehirn Gefäßcontraction und darauf folgende Dilatation hervorrufen und dass dieselben constant contralaterale Gefäßverengung mit daraus resultirender Temperatursenkung in den Extremitäten (bis zu 3,4°) zur Folge hat, die verschieden lange (bis 20 Minuten) anhält, um entweder zur Norm zurückzukehren oder die Ausgangstemperatur zu überschreiten.

Beim Menschen konnte contralaterale Beeinflussung der Circulation in den Extremitäten nicht sicher beobachtet werden: ein Umstand, der möglicherweise durch die gebotene vorsichtige Dosirung bei den betr. Patienten und durch Vermeidung von Stromwendungen einerseits, sowie durch die Einwirkung auf pathologisch lädirte Gehirne andererseits (wie es ausnahmslos der Fall war) zu erklären ist.

Nach Feinberg's Versuchen reagirt die graue Substanz des Rückenmarks nicht weniger, wie die des Gehirns auf galvanische, auf die Wirbelsäule gerichtete Ströme; der Effect ist hier ein bilateraler und zwar manifestirt sich die Temperatursenkung in den oberen und unteren Extremitäten je nach der Höhe der Elektrodenapplication. Hierbei werden die Vasomotoren in der interpolaren Strecke stärker afficirt, als die oberhalb derselben gelegenen, die wenig oder gar nicht sich betheiligen.

Der Sympathicus ist gleichfalls dem galvanischen Strome zugänglich. Mittelst Galvanisation der Wirbelsäule in der Höhe des 3. bis zum 11. Dorsalwirbel, entsprechend der Strecke, wo

¹⁾ Feinberg, Ueber das Verhalten der vasomotorischen Centren des Gehirns und des Rückenmarks gegen elektrische, auf Schädel, Wirbelsäule und Cutis gerichtete Ströme. Zeitschr. für klin. Med. 1883. Bd. VII. Heft III.

die Vasomotoren, das Rückenmark verlassen, um in den Splanchnicus überzugehen, vermochte Feinberg die Circulation in Leber und Niere zu modifiziren.

Die vasomotorischen Centren des Gehirns und Rückenmarks können auch indirect auf reflectorischem Wege durch peripherische Reize, wie faradische Pinselungen der Cutis getroffen werden.

Im Gehirn können solche Circulationsveränderungen von jeder beliebigen Hautpartie aus hervorgerufen werden; in den Extremitäten aber ist der Reiz in den Gefäßterritorien am stärksten ausgesprochen, die mit der gereizten Cutis im nächsten Zusammenhang stehen. So ist die Temperatursenkung in den unteren Extremitäten am stärksten bei der Faradisation der Lumbartpartie, in den oberen bei der Faradisirung der oberen Dorsalpartie der Wirbelsäule.

Die auftretenden Circulationsveränderungen im Gehirn gelang es Feinberg durch Beobachtungen an direct dem Einblick zugänglich gemachten Gehirnen lebender Thiere ausser Frage zu stellen, indem während faradischer Hautpinselungen ein Erblassen der Pia auffiel und an einzelnen freigelegten Partien des Gehirnnern die vordem deutlich sichtbaren Gefäßverästelungen kaum erkennbar blieben.

Nach Oeffnung des Stromes trat bald eine Hyperämie ein, die nach Verlauf einiger Zeit sogar zu beträchtlichen Blutungen Veranlassung gab. Durch abermalige Faradisation konnten abermals Erscheinungen von Gehirnanämie hervorgerufen werden, die wiederum einige Zeit nach der Kettenöffnung einer consecutiven Blutfülle Platz machten.

Die Feinberg'schen Versuche sind für die praktische Medicin von unendlicher Bedeutung, denn es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass diese indirecten katalytischen Wirkungen, wie sie sich in ausgedehnten Gefäßverengerungen in einer Körperhälfte nach einseitiger Schädelgalvanisation, in beiden Körperhälften nach Galvanisation der Wirbelsäule und Cutispinselungen zeigen, nicht ohne Einfluss auf Blutdruck und Herzthätigkeit bleiben können.

Neben dem galvanischen üben auch Inductionsströme einen bedeutenden Einfluss auf lebende Gewebe aus durch Auslösung von Contractionen, Beschleunigung der Circulation und Anregung

der Resorption, so dass z. B. schon durch diese Momente nach Neftel¹⁾ eine Verkleinerung, ja sogar schliesslich ein Schwund von Tumoren eintreten kann.

Die Erfolge M. Meyer's bei der Zertheilung grosser Drüsentumoren durch starke Faradisation in wenigen Sitzungen sind wohl auch auf diese Weise zu erklären²⁾.

Nachdem wir die Componenten aus denen sich die Wirkungen des elektrischen Stromes auf den thierischen Organismus, bezw. auf seine Bestandtheile zusammensetzen, gewürdigt haben, soll es unsere nächste Aufgabe sein, in Kürze die Veränderungen zu besprechen, welche durch

A. Die Galvanolyse abgestorbener Gewebe

erzielt wurden. In erster Linie wird es sich darum handeln, uns die makroskopischen und mikroskopischen Veränderungen zu vergegenwärtigen, welche bereits nachgewiesen worden sind.

Da bei todten Geweben physiologische Einflüsse *eo ipso* ausgeschlossen sind, ist es von vornherein klar, dass die Ergebnisse sich als solche von rein chemischer und physikalischer Natur werden herausstellen müssen.

1. Referat der bisherigen Beobachtungen.

Die hierher gehörigen Versuche sind erst neueren, zum Theil neuesten Datums.

1889 machte Dr. Kuttner³⁾, Assistent an der Prof. Krause'schen Poliklinik in Berlin elektrolitische Experimente an Muskel- und Lebergewebe von frisch geschlachteten Rindern und in demselben Jahre machte G. N. Stewart in verschiedenen englischen gelehrten Gesellschaften Mittheilung von seinen Arbeiten auf dem gleichen Gebiet⁴⁾.

¹⁾ Neftel, a. a. O. S. 78.

²⁾ Moritz Meyer, Ein neues Verfahren behufs Verkleinerung von Drüsen- geschwülsten durch den elektrischen Strom. Berl. klin. Wochenschr. 1874. S. 111.

³⁾ Kuttner, Die Elektrolyse, ihre Wirkungsweise und ihre Verwendbarkeit bei soliden Geweben. Berliner klinische Wochenschrift 1889. No. 45, 46, 47.

⁴⁾ Ueber Stewart's Versuche, die sich auch auf Elektrolyse von Eiweiss- lösungen, von thierischen Flüssigkeiten und in beschränktem Maasse

Ende 1892 veröffentlichte Dr. Perregaux, Nervenarzt in Basel, die bereits oben citirten „Untersuchungen über die an todtten thierischen Geweben vom galvanischen Strome bedingten elektrolytischen Veränderungen“.

Die Stromstärke betrug bei Kuttner's Versuchen 100 MiA, die Dauer der Stromwirkung 10 Minuten.

Perregaux liess einen Strom von 50 MiA 5 Minuten einwirken. Es betrug also in seinen Fällen die die Gewebe passirende Elektrizitätsmenge 250 Mikrocoulombs, bei Kuttner das Vierfache.

Makroskopische Beobachtung. Nach erfolgter Oeffnung des Stromes sahen beide Beobachter an der Kathode, wie an der Anode unter knistern-dem Geräusch eine schaumig-weiße Flüssigkeit austreten, die an der Kathode alkalische, an der Anode saure Reaction aufwies.

Es entwickelten sich leichte Dämpfe und ein intensiver Chlorgeruch machte sich unter Temperatursteigerung bemerkbar.

Nach Perregaux traten die Erscheinungen sowohl früher, wie intensiver am — Pole ein, in dessen Umgebung buckelige Hervortreibungen und kraterförmige Oeffnungen unter Knistern und Brodeln entstanden.

Um die negative Nadel ist nach Kuttner das Gewebe fast homogen, hochroth, succulent, transparent, fühlt sich weich und glatt an, die einzelnen Bestandtheile lassen sich kaum differenciren, die Nadel gleitet leicht aus dem Stichkanal heraus.

Perregaux beschreibt das Gewebe gleichfalls als röthlich, transparent, himbeerartig.

Am + Pole, wo die Erscheinungen weniger stürmisch eintraten, wurde der Zusammenhang des Gewebes nach Perregaux nicht gelockert.

Nach Kuttner zeigt sich im Lebergewebe an der Anode die Struktur verwischt, das Gewebe sieht geschrumpft, verdichtet, filzig aus und verhält sich gegen gewisse Farbstoffe indifferent. Die von der Anode entfernteren Partien nehmen allmählich wieder ein normales Aussehen an.

Kuttner sah die Oberfläche der Anodenumgebung um die als Elektrode dienende Nadel eingezogen; die Nadel selbst war von dem verdichteten Gewebe fest umschlossen. Das letztere zeigt in einiger Ausdehnung um die Nadel herum eine graue Verfärbung, die Perregaux als annähernd kreisförmig und sich in 2 Zonen sondernd, an der der Kathode zugewandten Seite von etwas grösserem Radius beschreibt. Nach Kuttner hingegen macht sich die Grenze zwischen dem Gewebe, welches dem Einfluss der Elektrolyse unterworfen war und der unberührten Nachbarschaft in einer geraden, scharf ausgeprägten Linie geltend.

auch auf lebende Gewebe bezogen, stand mir leider nur das vordem citirte dürftige Referat in d. *Lancet* vom 13. Dec. 1890 zur Verfügung.

Uebrigens scheint Stewart, ähnlich wie Perregaux, ein grösseres Gewicht auf die chemischen, wie auf die histologischen Vorgänge gelegt zu haben, so dass sich für die vorliegenden Fragen aus seinen Arbeiten keine bemerkenswerthen Fingerzeige ergeben.

Kuttner sah ebenfalls, wenn er beide Nadeln parallel und in geringer Entfernung von einander einstach, die der Kathodenwirkung unterworfenen Zone von dem Gebiete, welches dem Einfluss der Anode ausgesetzt war, durch eine scharfe Grenze getrennt, wobei der Contrast zu beiden Seiten der Scheidungslinie die Veränderung des Gewebes selbst noch stärker hervortreten liess.

Perregaux' Beschreibung steht mit dieser letzteren Behauptung insofern im Widerspruch, als dieser Beobachter eine strenge Abgrenzung der Einwirkungszonen (bei Anwendung einer allerdings auch geringeren Stromstärke) nicht zu constatiren vermochte. Perregaux beobachtete ferner, dass, während im Beginn der Untersuchung die für die positive und die für die negative Elektrode bestimmte Region denselben Dickendurchmesser hatten, sich um die Anode eine Abnahme, hingegen um die Kathode bald eine Zunahme des Volumens bemerkbar machte, so dass am Ende des Experimentes das im Profil ursprünglich oblong erscheinende Leberstück die Gestalt eines abgestumpften Dreiecks angenommen hatte, dessen eine Spitze der Anoden-, alles übrige der Kathodenregion angehörte.

Zwei Dritttheile des Gewebes fallen nach Perregaux in das negative, ein Dritttheil in das positive Gebiet.

Die Gasblasen, welche in Form von Schaum zu Tage traten, fanden sich nicht nur an den Einstichstellen der Nadeln selbst, sondern sie bahnten sich mitten durch das Gewebe ihren eigenen Weg und „lockerten auf diese Weise den physiologischen Zusammenhang der Gewebelemente unter einander“.

Die Stichöffnung, welche der — Nadel entspricht, ist nach beiden Beobachtern stets bedeutend weiter und unregelmässiger, als die der + Nadel, wenn beide Nadeln von gleichem Querschnitte sind.

Mikroskopische Beobachtung: Perregaux beobachtete unter dem Mikroskop die Pole. Er sah an der Anode eine allmähliche Aufhellung und Quellung, wie etwa nach dem Zusatz von Essigsäure. Nach einiger Zeit erfolgte ein Verschwinden der Zellcontouren und eine Schrumpfung der Gewebe, bis schliesslich eine Trübung des Gesichtsfeldes durch fortschreitende Gasentwicklung und Eiweissgerinnung eintrat.

Am negativen Pole war durch die stürmischere Gasentwicklung die zur Beobachtung gegebene Frist eine noch beschränktere. Es soll sich zunächst eine Aufhellung des Protoplasmas, ein Verschwinden der Zellcontouren, dann der Kerne, eine Verfärbung des Gewebes mit Hämoglobin und eine massenhafte „Einwanderung“ (!) von rothen Blutkörperchen gezeigt haben.

Die Verfärbung schreitet in der Weise fort, dass sie in der ersten Zeit ein Dreieck mit gleichen, aber nicht geradlinigen, sondern wellenförmig gebogenen Schenkeln, mit gegen die Nadel gerichteter, etwas abgestumpfter Spitze und in der interpolaren Gegend liegender, nicht sehr breiter Basis bildet. Die anfänglich nur angedeutete gelbliche Verfärbung wurde nach und nach intensiver und erhielt einen allmählich immer mehr in's Röthliche spielenden Farbenton.

Histologische Untersuchung des elektrolysirten Gewebes. Anode. Perregaux bemerkte hier zunächst des Einstiches eine innere Zone der Eiweissgerinnung, welcher nach aussen, wie oben beschrieben, eine hellere folgte, in der nur stellenweise Eiweissgerinnungen vorkamen. Diese traten namentlich an den Querschnitten der Gefässe, aber auch unabhängig von diesen als zerstreute unregelmässige Heerde auf. Ferner constatirt Perregaux als Characteristicum der Anodengegend, dass in der Leber die erwähnte zweite Zone mit Jodjodkalilösung die bekannte amyloide Reaction giebt. Auch bedingten an verschiedenen nicht genauer bezeichneten Stellen die blauen Anilinfarben rothe Färbung der Gewebeelemente. Die grösste Veränderung machte nach seiner Schilderung die Elektrolyse am + Pole im Nierengewebe: „Die Markstreifen sind vielfach verschoben oder verschwunden; in den Ductus papillares ist von den die Membrana propria begleitenden Bindegewebsbündeln auf grössere Strecken nichts mehr zu sehen; mit wenigen Ausnahmen sind die grossen, charakteristischen, in diesen Kanälen vorkommenden Cylinderepithelien nicht zu erkennen.“

Perregaux untersuchte auch die an der Anode austretende Flüssigkeit auf morphologische Bestandtheile und fand in derselben vornehmlich zahlreiche Lymphzellen und nur vereinzelte geschrumpfte Blutkörperchen; daneben einige Hämatin- und Lecithinkrystalle ohne besondere Anordnung.

Das harte Anodengewebe fand Perregaux wegen seiner grossen Bruchigkeit schwer zu schneiden; horizontale Schnitte rissen meist an der Grenze der beiden oben erwähnten Zonen.

Wie schon erwähnt, schilderte Kuttner das Anodengewebe als gegen gewisse Farbstoffe indifferent. Nach Perregaux ist das ungenau; er giebt aber eine unregelmässige, fleckenweise Vertheilung der Tinction zu, die durch Anilinfarben sich intensiver gestaltet, als durch Carmin und Hämatoxylin.

Kathode. Perregaux wie Kuttner beobachteten hier zunächst starke mechanische Zerstörungen durch die Gasentwicklung. In allen Geweben constatirte Perregaux wenigstens in den centralen Partien ein Verlorengehen der Kerne und ein Undeutlichwerden der „Zellmembranen“.

Am Muskel will er selbst bei den stärksten Strömen kein Verschwinden der Querstreifung beobachtet haben.

Um den Stichkanal selbst sah er einen schwarzen, diesen eng umschliessenden Saum und um diesen — wenigstens bei Strömen höherer Intensität — einen concentrisch anliegenden entfärbten Saum; dann folgte nach aussen eine intensive Hämoglobinverfärbung des ganzen Gesichtsfeldes.

Nach Kuttner sind im Lebergewebe die Zellmembranen vielfach aus der Intercellularsubstanz herausgesprengt; man sieht das bindegewebige Gerüst der Acini, die ihre Zellen eingebüsst haben und auch diese selbst zeigt vielfache Zerreibungen und Durchlochungen.

Perregaux sah ausgedehnte Zerstörungen rother Blutkörperchen und will auch einen weiteren, höchst auffallenden Befund gewonnen haben, den er auf Kataphorese zurückführt. Perregaux beschreibt eine prallere Füllung der Blutgefässe (!), einen starken Austritt der Blutkörperchen aus diesen (!),

sowie einen Austritt des Hämoglobins aus den so überall hin versprengten Blutkörperchen. Diese letztere Erscheinung beobachtete er besonders in dem gelbrothen Schaum, welcher am — Pole überall austrat. In diesem fand er auch eine grosse Anzahl haufenweise geschichteter eigenthümlicher, dem rhombischen System angehöriger, absolut farbloser Krystalle, die, abgesehen von der Farblosigkeit, alle Characteristica der aus dem menschlichen Blute darstellbaren Hämatinkrystalle hatten. Perregaux will dieselben für eine Krystallisation des Blutstromes oder des Eiweisses des Blutfarbstoffes oder beider zugleich angesehen wissen, da er Beziehungen zwischen ihrem Auftreten und dem Vorhandensein rother Blutkörperchen, ja einen Uebergang der letzteren in diese Krystallformen beobachtet haben will. Die Rundung jener soll nach und nach in eine länglich ovale Form übergehen, die immer mehr die Gestalt eines Krystalles annimmt.

Weisse Blutkörperchen sah Perregaux in der Flüssigkeit im Gegensatz zur Anodenflüssigkeit nur sehr selten. In geringer Anzahl erkannte er auch Bilirubin- und Lecithinkrystalle.

Die durch den — Pol veränderten Gewebe nahmen in Perregaux' Präparaten Anilinfarben, Carmin und Hämatoxylin gleichmässig gut auf.

2. Eigene Versuche an todten Geweben

stammen zum Theil noch aus der Zeit vor Bekanntwerden der Perregaux'schen Veröffentlichung. Dieselben waren hauptsächlich dazu bestimmt, den Experimenten am lebenden Thier zur Einleitung und zur Ergänzung zu dienen, um so mehr als ich damals annahm, auf diesem Wege zu einer Differencirung der chemischen und physiologischen Effecte des Stromes zu gelangen, erfüllen aber jetzt vielleicht den Zweck, die Bilder, die wir uns von den gewebszerstörenden und gewebsauflösenden Effecten der Elektrizität, wie wir sie uns nach den mühsamen Arbeiten der vorerwähnten Beobachter construiren, hin und wieder zu vervollständigen.

Von thierischen Geweben, die der Galvanolyse unterworfen wurden, kamen in Betracht:

frischer Rindermuskel,

Leber und Niere frisch geschlachteter Kälber und

dieselben Organe von frisch getödteten Meerschweinchen und Kaninchen; von letzteren auch einigemale der Hoden.

Ich bediente mich zu diesen, sowie zu den späteren Versuchen an lebenden Geweben einer stationären Batterie mit 40 Hirschmann'schen Elementen, Kurbelrheostaten und absolutem Verticalgalvanometer.

Ich arbeitete an den todtten Geweben nur mit einer Stromstärke von 25—30 mA und liess bei den verschiedenen Versuchen den Strom verschieden lange: 10—45 Minuten einwirken.

Sofort nach Schluss des Stromes entwichen Gasbläschen aus der Kathodenstichöffnung, die sich bald zu weissen, alkalisch reagirenden Schaummassen in solcher Menge ansammelten, dass sie bei sehr langer Stromdauer in den als Unterlage dienenden Teller in Gestalt einer nach Consistenz und Färbung serumartigen Flüssigkeit abtropften.

Die Gasentwicklung und Flüssigkeitsausscheidung blieb an der Anode bei gleicher Grösse der applicirten Nadeln stets etwas, oft sehr bedeutend zurück.

Der Schaum und die absickernde Flüssigkeit hatten hier eine deutlich saure Reaction.

An beiden Polen vollzog sich die Gasentwicklung in der von Perregaux und Perregaux beobachteten Weise unter starkem Knistern und zuweilen explosionsartigem Puffen.

Auffallend war ein intensiver, fremdartiger Geruch, der sich entwickelte und der Anfangs schwer definirbar erschien. Wählte ich aber ein grösseres Stück Gewebe oder den ganzen Cadaver eines kleineren Thieres zu den Versuchen, so dass die Nadeln in so weiter Entfernung von einander eingestochen werden konnten, dass die an jedem Pole sich entwickelnden Gase den Geruchsnerven annähernd ungemischt zur Perception kamen, so nahm ich an dem negativen Pole einen stark laugenhaften Geruch wahr, der eine auffallende Aehnlichkeit mit dem in einer Seifensiederei hatte; am positiven Pole war neben dem Chlor auch das an schweflige Säure lebhaft erinnernde Ozon, welches zeitweise sogar vorzuherrschen schien, deutlich durch den Geruchssinn wahrzunehmen.

Unter den sich abspielenden Veränderungen waren jedenfalls die an der Kathode die bedeutenderen; hier entwickelten sich auch Gase nicht nur aus der Stichöffnung selbst, sondern auch in der weiteren Umgebung derselben aus sich bildenden Geweblücken.

Um die Einstichstellen konnte ich zuweilen, namentlich bei Bearbeitung von Muskelgewebe an beiden Polen eine doppelte

Hof- bzw. eine doppelte Zonenbildung eintreten sehen, die allerdings ausgedehnter an der Anode war.

An beiden Polen wurde ein innerer missfarben grauer Ring von einem helleren, etwas transparent erscheinenden äusseren umschlossen. Doch war diese Veränderung nicht in jedem Falle zu beobachten.

Am $+$ Pole schien die veränderte (also saure) Reaction nicht über die peripherische Grenze des äusseren Ringes hinauszugehen; auch waren hier nur in diesem Umfange die Gewebe trocken und grobfaserig-filzig.

Am $-$ Pole hingegen, wo auch die Auflockerung und das himbeergeléartige Aussehen des Gewebes über den äusseren Kreis hinauszugehen pflegte, war die stark alkalische Reaction noch in weiterer Umgebung auffällig.

Einen etwas grösseren Radius dieser Zonen an der der interpolaren Strecke zugewandten Seite konnte ich weder hier noch dort beobachten.

Ich will hier gleich anfügen, dass ich später bei lebenden Thieren (Kaninchen und Meerschweinchen), bei denen ich zur Gewinnung elektrolytischer Muskelpräparate die Bauchdecken in aufgehobener Falte doppelt durchstach, noch nach längerer Zeit (z. B. noch nach 5 Tagen) diese Zonen an beiden Polen und zwar die ganze Musculatur zwischen äusserer Haut und Bauchfell an beiden Blättern der Falte durchsetzen sah.

An der Anode liess sich die Nadel meist nur schwer entfernen, während die Kathodennadel aus der entstandenen trichterförmigen und mit schlüpfriger Flüssigkeit überzogenen Oeffnung fast herausfiel.

Ich benutzte nicht in allen Fällen, wie später zu den Versuchen an lebenden Geweben Platin- oder Platin-Iridiumnadeln, sondern auch zuweilen vergoldete Silber-, Stahl- und Neusilber-nadeln.

Sämmtliche (auch die Platin-) Nadeln zeigten öfters, wenn sie mit der Anode armirt waren, einen schwärzlichen Ueberzug, von einem fest anklebenden, missfarbenen Exsudate herrührend, während die als Kathode benutzte Nadel stets blank und rein aus der Stichöffnung hervorgezogen wurde. Dieses letztere hatte auch für die aus unedlerem Metall gefertigten Nadeln an dem

—Pole Geltung. An dem +Pole hingegen waren diese — abgesehen von dem erwähnten anklebenden Exsudate — von einer bald schwärzlichen, bald grünlichen, aus Oxyden und Metallsalzen bestehenden Kruste überzogen, welche letzteren auch bis tief in die bearbeiteten Gewebe hineingedrungen waren, wie man an deren entsprechenden Verfärbung merkte.

Bemerkenswerth schien mir, dass diese letzterwähnten Nadeln nach der Entfernung der anhaftenden Krusten eine sonderbare Formveränderung zeigten. Während dieselben vorher in eine lang ausgezogene Spitze ausgelaufen waren, bemerkte man jetzt in einiger Entfernung von dem äussersten Theile derselben eine ringförmige Verjüngung, die ihnen im Profil ein lanzettenartiges Aussehen gab. Die Mitte dieses ganz allmählich beginnenden und ebenso aufhörenden ringförmigen Substanzverlustes entsprach — genau war das nicht zu constatiren — entweder der Grenze, bis zu welcher die Nadel in das Gewebe hineingedrungen war oder lag etwas unterhalb derselben.

Bei der Palpation fühlte sich das mit der Anode behandelte Gewebe hart an; quergeschnittene Muskelfasern machten auf den tastenden Finger einen borstenartigen Eindruck.

Das Kathodengewebe hingegen zeigte sich weich und teigig; man fühlte bei Druck, dass durch denselben im Innern des Gewebes Blasen, oft mit leichtem Knistern, fortbewegt wurden.

In der Tiefe des Gewebes entsprach der Wirkungsbereich eines jeden Poles, so weit er sich durch die Verfärbung verfolgen liess, auffallenderweise einem Kegel, dessen imaginäre Spitze etwas oberhalb der Einstichsgrenze der Nadel gelegen haben würde und dessen breite Basis in der Tiefe des Gewebes mit verwaschenen Rändern sichtbar war.

Die Höhe des Kegels hing von der Länge der eingestochenen Nadel, bzw. der Tiefe ihres Eindringens ab, überragte dieselbe aber um die doppelte bis dreifache Länge, je nach der Stärke und Zeitdauer der angewandten Ströme.

Was nun die von Perregaux behauptete Formveränderung kleiner Gewebstückchen betrifft, die sich bei seinen Versuchen in einer Massenzunahme des Gewebes am negativen und einer

Abnahme am positiven Pole äusserte, so konnte ich die erstere bei der angeführten Stromintensität und -Dauer nicht oder wenigstens nicht in der von Perregaux beschriebenen Deutlichkeit an todttem Gewebe wahrnehmen. Ein Einschmelzen der Anodenregion dagegen zeigte sich noch am unzweifelhaftesten an einem vorher zu rechtgeschnittenen Stück Lebergewebe. Aehnliches war andeutungsweise an der Niere zu constatiren; jedenfalls aber auch bei wiederholten Versuchen nicht bemerkbar an Muskelstückchen. Doch schreibe ich diese Differenzen gegenüber den Befunden Perregaux' zum Theil der Verschiedenheit der angewandten Stromstärke zu.

Auch ist es nicht unmöglich, dass eine von der Verschiedenheit der Elemente abhängige Verschiedenheit der Stromspannung auf diese Verhältnisse von Einfluss ist.

Ich glaube hier noch anfügen zu müssen, dass, wenn auch — wie zu erwarten stand — der Grad, der sich in den besprochenen Richtungen ergebenden Veränderungen in Beziehung zu der zur Anwendung kommenden Stromstärke und Einwirkungsdauer stand, doch die sichtlich zu Tage tretenden Wirkungen sich allem Anscheine nach nicht in dem gleichen Maasse steigerten, wie das Produkt aus Stromstärke und Zeit der Einwirkung zunahm, vielmehr mit vorschreitender Zeit und Stromstärke anscheinend zurückzubleiben anfangen. Würden sich für die Richtigkeit dieser Beobachtung Anhaltspunkte durch Maasse oder Zahlen gewinnen lassen, so wäre damit der Beweis geliefert, dass es sich bei der Galvanolyse auch todter Gewebe nicht ausschliesslich um chemische oder direct von diesen abhängige physikalische Prozesse (z. B. Zerstörung durch die entwickelten Gase) handelt, sondern dass hiebei kataphoretische oder vielleicht noch andere unbekannte Vorgänge in höherem Maasse in Frage kommen, als man gewöhnlich annimmt¹⁾. Immerhin brauchte dabei eine Einleitung jener durch die der heutigen Anschauung nach im Vordergrund stehenden chemischen Effecte des Stromes nicht von der Hand gewiesen zu werden²⁾.

Was nun die histologische Untersuchung der so behandelten todten Gewebe anlangt, so muss ich hervorheben,

¹⁾ Ueber die Proportionalität der Stromstärke und der Intensität der chemischen Zersetzung vergl. das S. 373 Gesagte.

²⁾ Vergl. S. 371.

dass ich von derselben — abgesehen von den Eingangs dieses Abschnittes erwähnten Gesichtspunkten — keine belangreichen Ergebnisse erwartete und mich daher auch nicht allzu sehr in Details einlassen zu dürfen vermeinte.

Zupfpräparate von dem weichen, oft geléeartigen Kathodengebiet ergaben oft eine Verwischung aller Zellcontouren, die sich auch nach Zusatz einer dünnen Jodjodkalilösung ebenso schlecht differencirten wie die Kerne. Jedoch sah man in anderen Präparaten unter dem Deckgläschen je nach Art derselben öfters in der Zusatzflüssigkeit herumschwimmende einzelne Leberzellen, sowie Epithelien der Nierenkanälchen von ganz normaler Form, deren Contouren und Kerne dann durch das Jod sehr deutlich hervortraten. An den Muskelfasern des Kathodenbezirkes war die Querstreifung nur selten deutlich, die Längsstreifung dagegen meistens zu erkennen.

Von der Anode konnten durch Zerzupfen nur gröbere Partikel gewonnen werden, die mehr noch ihrer Dicke als der durch Eiweissgerinnung bedingten Trübung wegen fast völlig undurchsichtig blieben.

Bemerkenswerthere Ergebnisse wurden auch nicht erzielt durch Behandeln eines Theiles der Gewebstückchen mit dem Flemming'schen Chrom-Eisessig-Osmiumsäuregemisch.

Nach mehrtägigem Verweilen in der Fixationsflüssigkeit und nachfolgender gründlicher Auslaugung wurden die Präparate in Alkohol von successive steigender Concentration nachgehärtet, in Celloidin eingebettet geschnitten und mit Safranin gefärbt¹⁾.

Auffallend war die geringe Tendenz zur Aufnahme des Farbstoffs; die Präparate, namentlich die von der Anode, konnten Tage lang in der Färbeflüssigkeit verweilen, ohne dass eine Differencirung der Gewebstheile durch den Farbstoff eingetreten wäre. Die meisten in dieser Weise behandelten Präparate von Muskel, Leber und Niere zeigten statt der sonst nach dieser Methode so charakteristisch gelingenden Kernfärbung eine diffuse graurothe bis bräunliche Tinction. In den Schnitten war ab-

¹⁾ Die Behandlungsmethode der Präparate entsprach der auf dem hiesigen Patholog. Institut üblichen. Vergl.: von Kahlen, Technik der histologischen Untersuchung pathologisch-anatomischer Präparate. 2. Aufl. Jena 1892. S. 41 ff., 16—17, 21—23.

gesehen von dem Substanzverlust und einer bald mehr diffusen, bald mehr fleckigen Imbibition mit Blutfarbstoff nichts Besonderes zu sehen. Die Muskelfasern hatten sich im Bereich der Anode oft vollständig homogen gefärbt, Längs- und Querstreifung waren nicht zu erkennen, eben so wenig die Kerne; auch an der Kathode sah man keine Kerne, dagegen in den distal zu dem Stich gelegenen Partien meist deutliche Längs-, zuweilen auch Querstreifung. In den Interstitien der Muskelfasern, wohl dem Verlaufe von Capillaren entsprechend, sah man roth gefärbte Trümmer, wohl von durch den Strom zu Grunde gegangenen rothen Blutkörperchen herstammend.

Im Grossen und Ganzen aber muss ich im Gegensatz zu den Befunden anderer Beobachter hervorheben, dass eine irgend wie constant auftretende Differenz zwischen den beiden Polgebieten nicht zu erkennen war, wenn man davon absieht, dass die von der Anode stammenden Präparate trotz erfolgter Celloidineinbettung ganz besonders schwer zu schneiden waren, Neigung hatten nach dem Schneiden beim Verbringen in Alkohol in kleine Partikelchen aus einander zu fallen und schliesslich, wie schon bemerkt, eine Färbung noch schwerer annahmen als die Schnitte vom — Pol. Alle diese Besonderheiten machten sich übrigens später, wie ich hier gleich vorwegnehmen will, am lebend behandelten Gewebe gleichfalls geltend; doch nahm hier dieser Uebelstand in directem Verhältniss zu der Zeit, die das Versuchsthier nach dem Eingriff am Leben geblieben war, ab.

Ein anderer Theil der Gewebstückchen wurde direct in Alkohol gehärtet und geschnitten. Auffallend war die nach der Jodbehandlung solcher Schnitte auftretende, schon makroskopisch, und mehr noch mikroskopisch sichtbare, an die Amyloidreaction lebhaft erinnernde Verfärbung, die bereits Perregaux, wie oben erwähnt, allerdings als Characteristicum des +Poles beschrieb.

Es zeigte sich, dass nach Verbringen der Schnitte in verdünnte Lugol'sche Lösung sich die Umgebung des im Präparate sichtbaren Stiches sofort rothbraun verfärbte; diese Färbung nahm aber, nachdem das Präparat mit Glycerin unter das Deckgläschen gebracht war, im Laufe der nächsten Zeit an Intensität und Ausdehnung noch zu, so dass der Schnitt jetzt von roth-

braunen Tupfen durchsetzt erschien, für deren Localisation sich auch bei mikroskopischer Untersuchung sichere Anhaltspunkte nicht ergaben. Doch sah man mehrfach auch das Blut in den Gefäßen in demselben rothbraunen Farbenton und unregelmässige Flecken in der Art der erwähnten in ihrer Umgebung anscheinend besonders häufig.

Namentlich gilt dies von dem Lebergewebe.

An einer in gleicher Weise behandelten Kaninchenniere zeigte sich diese charakteristische Verfärbung ausser in der Umgebung der Stichöffnung längs der geraden Nierenkanälchen ausstrahlend; namentlich erschienen die Epithelien derselben dunkel gefärbt.

Die gleiche Farbenreaction trat bei einem auf dieselbe Weise gewonnenen Präparate eines Kaninchenhodens auf. Hier waren es vornehmlich die Epithelien der Hodenkanälchen, welche die röthliche Färbung angenommen hatten.

Bei nachfolgender Behandlung der Präparate mit 1procentiger Schwefelsäure trat jedoch keine Blaufärbung an den erwähnten Stellen ein.

Nach einer Behandlung der Schnitte mit Methylviolett und 1procentiger Salzsäure ergab sich, dass dieselben Stellen, die sich in den anderen Präparaten rothbraun gefärbt hatten, jetzt einen rothen Farbenton im Gegensatze zu der bläulich violetten Umgebung angenommen hatten. Doch war es nicht die rubinrothe Färbung, wie man sie bei der Amyloidreaction zu erhalten pflegt, sondern die Tinction der betreffenden Partien spielte mehr in's Schmutzig-Violette bis Braunrothe über. —

Die Verfärbung in den Gefäßen und deren Umgebung, sowie in der Nähe der Einstichstelle, die in frischen Präparaten mehr oder weniger Hämoglobinimbibition zeigte, legen die Vermuthung nahe, dass es sich um nichts als diffundirten Blutfarbstoff handelt, der zu dieser Färbung Anlass gab.

Auch in den ungefärbten Schnitten der alkoholgehärteten Präparate trat diese anscheinend auf Hämoglobindurchtränkung beruhende Verfärbung bei den später angestellten makroskopischen Vergleichen meistens deutlich hervor.

Nicht unterlassen möchte ich im Gegensatze zu Perregaux' Beobachtungen mit besonderer Betonung zu wiederholen, dass

diese der Amyloidreaction ähnliche Verfärbung an beiden Polen, nicht nur an der Anode, auftritt. An der Anode ist dieselbe mehr, doch nicht ausschliesslich, auf den zonenförmigen Hof um den Einstich beschränkt, an Präparaten vom Kathodengewebe mehr diffus und über grössere Flächen ausgedehnt und, wie mir scheint, dadurch noch auffallender.

Während ich auf diese Farbenreaction ganz unabhängig von der Perregaux'schen Veröffentlichung und schon ehe dieselbe in meine Hände gelangt war, durch einen Zufall gelegentlich der erwähnten üblichen Behandlung der Zerzupfungspräparate mit Jodjodkalilösung gebracht wurde, gaben mir zur Beschäftigung mit den von Perregaux aufgefundenen, oben schon eingehender besprochenen Krystallbildungen erst dessen Schilderungen Anlass.

Diese Krystalle, oder wenigstens solche, die alle angeführten Merkmale der Perregaux'schen an sich tragen, zu finden, gelang mir erst nach längeren und vielfach vergeblichen Versuchen.

Dieselben sprangen mir zuerst nach Galvanolyse einer Kaininchenniere bei einem Abstrich von der Kathodenregion in die Augen. Sie hoben sich nach Behandlung des eingetrockneten Deckgläschenpräparates mit 1procentiger wässriger Methylenblaulösung fast farblos von dem intensiv blau gefärbten Grunde ab. Dieselben waren erst bei 330facher Vergrösserung (Leitz Obj. 7, Ocul. 1) deutlich sichtbar und bedeckten an einzelnen Stellen des Präparates dicht das ganze Gesichtsfeld.

Wie die von Perregaux beschriebenen Krystalle machten sie, abgesehen von der Farblosigkeit, ganz den Eindruck von HämkrySTALLen; sie gehörten entschieden dem rhombischen System an und lagen oft kreuzweise über einander. Nur an vereinzelten Stellen waren sie zu sternförmigen Gebilden angeordnet. Die Krystalle waren oft an ihren Enden abgeschrägt und stellten so lange und schmale rhombische Tafeln vor, ein anderes Mal erschienen sie von breiter Form, an den Enden etwas spitz zulaufend mit anscheinend convexen Seitenflächen und den Charcot'schen SpermakrySTALLen ähnlich, wieder an anderen Stellen konnte man die Sargdeckelform zu erkennen glauben.

In ungefärbten Präparaten war die Auffindung der Krystalle mit den grössten Schwierigkeiten verbunden.

Es zeigten sich aber auch Krystalle, die den Farbstoff in intensivster Weise annahmen, sowohl wenn sie mit alkoholischer oder auch mit Löffler'scher Methylenblaulösung behandelt wurden. Sie färbten sich dunkelblau mit einem Stich in das Violette, während der Grund des Präparates hellblau blieb. Solche Krystalle, welche gleichfalls dem rhombischen System angehörten, aber bei allem sonstigen Wechsel in der Form nie convexe Seitenflächen zeigten, waren fast in allen elektrolytisch behandelten Organen und zwar an den Abstrichen von beiden Polen nachzuweisen.

In den Abstrichen der gleichen, nicht der Galvanolyse ausgesetzten Organen fanden sich diese Krystalle nicht.

Ich muss an dieser Stelle anführen — wenn es sich dabei auch nicht um Galvanolyse eines todtten Gewebes handelt — dass ich in einem Falle, in dem mir die Indication gegeben zu sein schien, eine Patientin mit Uterusgalvanolyse nach Apostoli unter Application der Anode behandelte, um die ausgeschiedene Flüssigkeit auf Krystalle zu untersuchen, die sich dann auch als kleine rhombische Säulchen und Nadeln reichlich nach jeder Sitzung vorfanden. Dieselben färbten sich mit Methylenblau in der früher beschriebenen Weise.

Das Gleiche gilt von ganz ähnlichen Krystallen, die sich nach Galvanolyse (Flächenätzung) der rasirten Haut eines lebenden Hundes in dem austretenden schaumigen Transsudat fanden.

Was die chemische Prüfung der Krystalle anlangt, so sehe ich mich bei den bekannten Schwierigkeiten, denen die Vornahme einer solchen unter dem Mikroskope namentlich bei sehr starker Vergrösserung naturgemäss unterliegt¹⁾, veranlasst, die nur zu oft widerspruchsvollen Ergebnisse in dieser Hinsicht zu übergehen.

¹⁾ Bei unbedecktem Präparat: Unsicherheit wegen stetiger Gefährdung des Oculars durch stärkere Reagentien; Verunreinigung desselben; bei Beobachtung unter dem Deckgläschen: Unmöglichkeit dasselbe Gesichtsfeld im Auge zu behalten; in beiden Fällen häufige Zweifel ob Lösung oder Fortschwemmung der Krystalle.

Da ich die Krystalle zunächst für ein Eiweissderivat hielt und dieselben auf ihre Analogie mit den Perregaux'schen, die dieser aus den Blutkörperchen hervorgehen gesehen hatte, zu prüfen gedachte, wählte ich zunächst eine zwar Eiweiss, aber kein Blut enthaltende thierische Substanz zu weiteren Versuchen.

Dementsprechend experimentirte ich zunächst mit Hühner-eiweiss — wohl wissend, dass ich es hier nicht mit reinem Eiweiss, sondern mit einem Drüsensecret von verhältnissmässig nicht so bedeutendem Eiweissgehalt zu thun habe¹⁾).

Es zeigten sich nun auch hier Krystalle an beiden Polen nach Anwendung der beschriebenen Färbungsmethode. An der Anode traten sie in Form länglicher, intensiv gefärbter und deutlich in's Violette spielender Nadeln auf, die sich oft kreuzweise und in Sternform über und an einander legten, oft sich wieder

¹⁾ Nicht ohne Interesse sind vielleicht die makroskopisch zu beobachtenden Erscheinungen bei der Galvanolyse des Rühnereies, welches theils in toto bearbeitet wurde durch Einbohren der mit den beiden Polen armirten Platinnadeln durch die Schalen des Eies an dessen beiden Polen, theils durch Ausbreiten einer Quantität des Eihaltes (zunächst des Eiweiss, bei späteren Versuchen auch des Eigelb) auf einem Objectträger in der Art, dass die Flüssigkeitsschicht zwei parallel zu einander dem Objectträger der Länge nach aufliegende, als Elektroden dienende Platinnadeln umspülte. Im letzteren Falle wurde die ursprünglich schwache alkalische Reaction am — Pol sofort nach Oeffnung des Stromes unter Entweichen von Gasblasen noch intensiver; am + Pole hielt die gleiche Reaction noch kurze Zeit an, um dann mit dem Entweichen der ersten Gasblasen in die saure überzugehen. An beiden Polen bildeten sich ziemlich durchsichtige Coagula, die eintrocknendem Gummi arabicum ähnlich sahen. — Die in toto elektrolytisch behandelten Eier wurden, falls sie nicht nach längerer Einwirkungsdauer des Stromes aus einander gesprengt wurden, was mehrfach geschah, vorsichtig nach vorheriger Umhüllung gekocht, um an Durchschnitten die Wirkung beider Pole besser vergleichen zu können. Es stellte sich nun nach dem Kochen im Kathodengebiete, welches mehr als $\frac{2}{3}$ des Schaleninhaltes einnahm, das Eiweiss als in eine gelbliche, völlig durchsichtige gelatinöse Masse verwandelt heraus, welche in der Mitte auch einen blasigen, mehr zelligen Bau zeigte und das Eigelb ganz nach dem + Pol zu verdrängt hatte. An der Anode war das Eiweiss auch stark durchscheinend, aber mehr bläulich-weiss. Es hatte hier das Aussehen vom Weissen der Eier von Nesthockern (gekochter Kiebitzeier) angenommen.

zu Garben und Büscheln vereinigten. In einzelnen Präparaten sah man durch Combination dieser Formen kornährenartige, farrenkrautähnliche und eisblumenartige Zeichnungen entstehen. An der Kathode herrschten einfache, längere und kürzere, stärkere und feinere rhombische Nadeln ¹⁾ vor, die seltener zu Büscheln gruppiert waren, zuweilen sich mit kleinen Theilen ihrer Flächen so an einander legten, dass im Profil eine treppenartige Zeichnung entstand.

An Präparaten von beiden Polen beobachtete man ziemlich häufig das Auftreten grösserer, flacher und breiter, länglicher Gebilde von der Form schiefer rhombischer Tafeln, bei denen zwei gegenüber liegende Ecken mehr oder weniger abgerundet, die beiden anderen hingegen zu langen spitzen und geschweiften Zipfeln ausgezogen waren. Nicht selten sah man einen der letzteren oder beide umgeschlagen.

Zuweilen, wenn auch nicht in grösserer Anzahl fand ich diese Gebilde, wie ich hier wohl nachträglich einfügen darf, auch in Abstrichpräparaten elektrolysirter Organe, z. B. der Kalbsniere (+Pol) und der Kaninchenniere (+Pol). Namentlich häufig waren sie jedoch im Hühnereigelb, welches sonst dieselben Krystallformen, wie das Eiweiss zeigte.

Krystalle aber, die mit Sicherheit ihrem Aussehen nach sich als mit den in den Geweben gefundenen analog manifestirten, wurden nicht gefunden.

In Milch, welche in der oben beschriebenen Weise gleichfalls der Galvanolyse unterzogen wurde, waren an beiden Polen keine Krystalle nachweisbar.

Eine ganze Reihe wiederholter Versuche an allen möglichen thierischen Secreten und Gewebsflüssigkeiten (Sperma, hämorrhagischem, eiweisshaltigem, normalem Harn, Mundspeichel, Galle) ergaben jedoch, dass durch verschiedene Behandlungsmethoden,

¹⁾ Der von Herrn Prof. von Kahliden bei Durchsicht einer nicht besonders charakteristischen Serie der betr. Präparate geäusserte Verdacht, dass es sich vielleicht gar nicht um Krystalle, sondern um Fibrinfäden handle, bestätigte sich nach Vornahme der Weigert'schen Fibrinfärbung nicht, wie das auch nach der obenstehenden, die Resultate vieler Reihen späterer Versuche wiedergebenden Schilderung nicht anders zu erwarten sein kann.

namentlich unter der Einwirkung von Anilinfarben auch ohne Elektrolyse vielfach über alles Erwarten reichliche Krystallformen hervortraten, so dass es zum Mindesten zweifelhaft erscheinen muss, ob in allen erwähnten Fällen die Elektrolyse an der Abspaltung krystallinischer Gebilde aus den Geweben und Flüssigkeiten des Körpers theilhaftig war.

B. Die Galvanolyse der lebenden Gewebe.

1. Literatur-Ueberblick.

Die experimentellen Versuche, die mit der Elektrolyse an lebenden Geweben bisher gemacht wurden, sind meines Wissens sehr spärlich.

Da die Heilung der Aneurysmen bei Bekanntwerden der ersten praktischen Erfahrungen mit Galvanolyse im Vordergrund des Interesses stand, untersuchten 1852 Baumgarten und Wertheimer an Thieren die Wirkung der Pole auf den Inhalt der Blutgefässe und constatirten, dass durch die negative Nadel allein keine Coagulation, durch beide Pole eine schwache langsame und unvollkommene, durch den $+$ Pol schnelle und vollkommene Gerinnung des Blutes zu Stande gebracht wird ¹⁾.

Die schon oben citirten Versuche von G. N. Stewart erstreckten sich auf einige wenigen lebenden thierischen Gewebe, so namentlich das Muskelgewebe und berücksichtigen mehr chemische als histologische Verhältnisse. Wie ich schon vorher bemerkte, war es mir auch nur in einem verhältnissmässig dürftigen Referat das Ergebniss seiner Untersuchungen kennen zu lernen vergönnt.

Am quergestreiften lebenden Muskelgewebe constatirte Stewart an der Anode ein Hervortreten der Kerne und die Annahme eines mehr granulirten Aussehens von Seiten der Fasern, das er der Säurewirkung zuschreibt. An der Kathode sah er die Querstreifung beeinträchtigt und die Fasern selbst ein mehr homogenes Aussehen annehmen.

In gewissem Sinne gehören auch die Experimente von Roux ²⁾ hierher,

¹⁾ Baumgarten und Wertheimer, Ueber die Galvanopunctur bei Aneurysmen. *Gaz. des Hôpitaux*. 1852. No. 79.

²⁾ Wilh. Roux, Beitr. VI zur Entwicklungsmechanik des Embryo: Ueber die morphologische Polarisation von Eiern und Embryonen durch den elektrischen Strom, sowie über die Wirkung des elektrischen Stromes auf die Richtung der ersten Theilung des Eies. *Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Klasse: I. Abth.* 11. Jan. 1892. S. 26—251. Bericht d. naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins zu Innsbruck. XX. Jahrg. 1891/1892.

welcher die Einwirkung des elektrischen Stromes (des Gleich- wie des Wechselstromes) auf unbefruchtete und befruchtete Eier, sowie auf sich entwickelnde Embryonen untersuchte und dabei interessante Gesetze bezüglich des Auftretens von Polfeldern und Furchungen ermittelte. Ein auch nur referirendes Eingehen auf diese Untersuchungen würde uns jedoch von dem eigentlichen Thema abführen.

Kuttner¹⁾ zerstörte durch Elektrolyse die Testikel dreier lebender Hunde.

Nach seinen Untersuchungen ist der $+$ -Pol zur Erzielung einer resorbirenden Wirkung in der Tiefe der Gewebe wegen der hochgradigen Reactionserscheinungen und der langsamen Resorption der zerstörten Gewebe der ungeeignete.

Kuttner giebt dementsprechend der Application des $-$ -Poles den Vorzug; hier ist nach seinen Beobachtungen die Zerstörung eine intensivere; trotzdem aber sind die Reactionserscheinungen geringer und vorübergehender und die Resorption der nekrotisirten Massen erfolgt schneller. Ferner fand Kuttner, dass im Gegensatz zu seinen Versuchen an todtem Gewebe ein grösserer Schwund des behandelten Hodens zu erzielen war, wenn mehrere Nadeln statt einer applicirt wurden. Am entschiedensten aber zeigte sich die destructive Energie, wenn eine doppelte Nadel zur Verwendung kam, die mit beiden Polen in Verbindung stand. Ferner beschäftigte sich Kuttner mit der Frage, ob die Elektrolyse neben den Entzündungserscheinungen auch Eiterung hervorrufen könne, da es ihm nach Maassgabe der Grawitz'schen Untersuchungen, welche die Möglichkeit einer durch rein chemische Irritation bedingten Eiterung auch ohne Verunreinigung durch Mikroorganismen beweisen, von vornherein wahrscheinlich erschien, dass der galvanische Strom bei einer gewissen Intensität durch die frei werdenden Säuren, bezw. Basen Suppuration hervorrufen könne.

Diese Vermuthungen Kuttner's wurden durch seine Versuche unterstützt. Eine sorgfältig desinficirte und bis auf die Spitze gut isolirte Platin-nadel erzielte im Testikel eines Hundes bei 100 MiA noch keinen Abscess, wohl aber schon bei 125 MiA. —

Nach Besprechung der experimentellen Untersuchungen in dieser Richtung erscheint mir ein kurz referirendes Eingehen auf die praktischen Resultate der Galvanolyse in der Therapie geboten. Schon oben gelegentlich der Zerlegung der elektrischen Stromwirkung in ihre einzelnen Factoren hoben wir die Verdienste Pétrequin's, Ciniselli's und anderer italienischer Aerzte, sowie die von Dujardin-Beaumetz und Proust um Einführung der galvanischen Acupunctur in die Praxis hervor. Nach Anderen soll Ansell in St. Petersburg im 4. Jahrzehnt dieses Jahrhunderts die ersten elektrolitischen Operationen gemacht haben²⁾.

Die Erwähnten hatten viele Nachfolger in ihrer Methode in England und Deutschland. Bald fand man auch, dass Tumoren, gutartige und maligne

¹⁾ Kuttner, a. a. O. S. 1002.

²⁾ Bardeleben, a. a. O. S. 485.

sich durch die galvanolytische Behandlung zerstören liessen¹⁾ und nur etwas zu sanguinische Hoffnungen wurden an dieses anscheinend ungefährliche Verfahren geknüpft²⁾, das berufen zu sein schien, den Chirurgen das Messer zu entwinden.

In derselben Zeit gelang es Moritz Meyer in Berlin eine mehr als kopfgrosse, steinharte Geschwulst in 273 Sitzungen von 1½-stündiger Dauer innerhalb dreier Jahre auf einen Bruchtheil zu reduciren³⁾, wenn es sich auch hierbei nicht allein um galvanolytische Wirkungen handelte, wie die weiteren Erfolge Meyer's auch mit Inductionsströmen bewiesen⁴⁾. Das grösste Aufsehen hingegen rief die Einführung der Elektrolyse in die gynäkologische Therapie hervor.

Der eigentliche Begründer des Verfahrens ist Tripiier, welcher schon im Anfange der 60er Jahre gründliche Vorarbeiten für diese Methode lieferte⁵⁾.

Die Angelegenheit trat aber in ein neues Stadium, seitdem Apostoli mit grossem Geschick, mit grossem Material und mit grosser Ausdauer die Sache in die Hand nahm und namentlich nachdem er Spencer Wells für die Elektrolyse zu gewinnen wusste.

Apostoli wandte Ströme von 100—200 MiA an (seine Nachfolger gingen noch darüber hinaus) und erreichte nicht nur eine Verkleinerung der Uterustumoren, sondern namentlich unter häufiger Anwendung von Stromwendungen auch Resorptionsvorgänge aller Art am Uterus und seinen Adnaxis. Eine grosse Anzahl von Gynäkologen, Engelmann in St. Louis⁶⁾, Martin in Berlin und sein Assistent Orthmann⁷⁾, Prochownik⁸⁾ in Hamburg u. A. m. brachten bald durch ihre Publicationen die elektrolytischen Operationen in weitere Aufnahme. Der Arbeiten von Neftel⁹⁾

¹⁾ Althaus, On the electrolytic treatement of tumors and of her surgical diseases. London 1867. — Althaus, Vorläufige Mittheilungen über die elektrolytische Behandlung von Geschwülsten. Deutsche Klinik. 1867. No. 35 und 36.

²⁾ V. v. Bruns, Die Galvano-Chirurgie. Tübingen 1870. Theil des grösseren Werkes: Chirurgische Heilmittellehre.

³⁾ M. Meyer, Ein neues Verfahren zur Behandlung der Drüsengeschwülste durch den elektrischen Strom. Berl. klin. Wochenschr. 1874. No. 10.

⁴⁾ Bardeleben, a. a. O. S. 485.

⁵⁾ Benedict, Die Elektrotherapie der Gebärmutterkrankheiten. Berl. klin. Wochenschr. 1888. No. 30. S. 597 ff.

⁶⁾ Engelmann, Geo., Ueber die Elektrizität in der Gynäkologie. Zeitschr. f. Geburtshülfe und Gynäkologie. 1888. Bd. 15. S. 198.

⁷⁾ Orthmann, Beitrag zur Elektrotherapie in der Gynäkologie. Vortrag in d. Berliner med. Gesellsch. Januar 1889.

⁸⁾ Prochownik, Die Elektrotherapie in der Frauenheilkunde. D. Med. Wochenschr. 1890. No 40.

⁹⁾ Neftel, W., Zur elektrolytischen Behandlung bösartiger Geschwülste. Dieses Archiv. Bd. 48. S. 521. 1869.

(New-York) haben wir schon früher gedacht. Derselbe hatte zuerst Gelegenheit, einen myomatösen Uterus, der wiederholt elektrolysiert worden war, nach dem Tode der an einer intercurrenten Krankheit gestorbenen Frau zu untersuchen¹⁾.

Er fand einige grössere und kleinere Fibromyome verflüssigt und theilweise resorbirt, wie man das schon während des Lebens nach dem bedeutend verringerten Volumen der Gebärmutter vermuthen konnte. Die Flüssigkeit war klar, hellgelb, geruchlos, ohne die geringste Spur einer fauligen Zersetzung und stellte die der Verflüssigung und Resorption anheimgefallenen Geschwulsttheile dar.

Auch Zweifel, welcher schon 1884 unabhängig von Apostoli die elektrolytische Behandlung der Uterustumoren empfahl²⁾, war 4mal in der Lage, ohne Erfolg elektrolytisch behandelte Myome durch die Operation zu entfernen. Eine regressive Metamorphose konnte an den Geschwülsten nicht nachgewiesen werden³⁾.

1889 hielt Wilhelm Fischel, Privatdocent in Prag, daselbst im Verein deutscher Aerzte einen Vortrag⁴⁾, in welchem er über einen Fall von Uterusmyom berichtete, welches nach längerer elektrolytischer Behandlung zur Ausschälung kam und folgende mikroskopische Veränderungen zeigte: Es liessen sich entsprechend dem blätterigen Bau des vollständig nekrotischen Tumors, der vorwiegend aus Muskelzellen zusammengesetzt war, auch in seinen feineren Abschnitten reichliche, unregelmässige Lymphspalten erkennen.

Kerne konnten weder durch Hämatoxylin, noch durch Cochenille-Alaunfärbung sichtbar gemacht werden. Ferner waren grosse Partien auch mikroskopisch als mit Blutfarbstoff getränkt zu erkennen. Fischel konnte an in Glycerin untersuchten Präparaten eine ausgebreitete fettige Degeneration der sehr grossen Muskelzellen erkennen, welche er in einer Abbildung wiedergiebt.

Einen anders verlaufenden Fall vermeldet Uter⁵⁾ aus der Hegar'schen Klinik. Es kam hier ein Uterusmyom zur Exstirpation, welches vormals 23 mal von Apostoli in Paris mit Elektrolyse behandelt worden war.

¹⁾ Neffel, W., Weitere Beiträge zur Elektrolyse, insbesondere zur elektrolytischen Behandlung der Geschwülste. Dieses Archiv. Bd. 86. Heft 1. S. 70. 1881.

²⁾ Zweifel, P., Ueber die elektrolytische Behandlung der Uterusfibroide. Centralblatt für Gynäkologie. 1884. No. 50. S. 793.

³⁾ Zweifel, Ueber die Elektrolyse der Myome des Uterus. Deutsche med. Wochenschrift. 1890. No. 40.

⁴⁾ Fischel, Ueber die Behandlung der Uterusmyome mit dem constanten galvanischen Strom nach Apostoli. Prager med. Wochenschr. No. 23. 5. Januar 1889.

⁵⁾ Uter, Myotomie nach erfolgloser galvanischer Behandlung. Eigenthümliche Veränderungen der Geschwulst, der Uterusschleimhaut und der Eierstöcke. Centralbl. f. Gynäkologie. 1890. No. 13.

In frischem Zustande wurde die Geschwulst auf degenerative Veränderungen in den Zellen nicht untersucht. Nachdem sie einen halben Tag in laufendem Wasser ausgewässert und 4 Tage in 70procentigem Spiritus gelegen hatte, ergaben Abstrich und Zupfpräparate der noch ganz weichen Geschwulst isolirte Muskelzellen mit hellen, gut erhaltenen Kernen. Das Protoplasma war zum Theil körnig zerfallen, keine Verfettung nachweisbar.

Präparate, nach Härtung der Geschwulst geschnitten und gefärbt, zeigten, dass die Neubildung zum grössten Theile aus Muskelfasern bestand; die einzelnen Bündel waren nur durch gering entwickeltes bindegewebiges Stützgewebe von einander getrennt; nur in der Umgebung der grossen Gefässe fand sich reichliches, sehr kernhaltiges Bindegewebe. Gefässe namentlich mittlerer Grösse waren zahlreich. Ihre Wandungen bestanden aus einer deutlichen, meist gefalteten Intima, aus einer kaum wahrnehmbaren Muscularis und einer stark verdickten Adventitia. Das Lumen der Gefässe war oft verengt. Die Entscheidung, was von der Beschaffenheit der Geschwulst der ursprünglichen Natur des Tumors und was der elektrischen Behandlung zugeschrieben werden musste, war nicht ganz leicht. Weichheit und starker Gefässreichthum finden sich, wie Uter bemerkt, gewöhnlich an Geschwülsten, welche vorzugsweise aus Muskeln bestehen. Dagegen ist es nach Uter's Auffassung wahrscheinlich, dass die entzündliche Wucherung der Schleimhaut, die grosse Hyperämie dieser und des Tumors, die ödematöse Durchtränkung der Geschwulst und der sich gleichfalls vorfindende Entzündungszustand der Eierstöcke, wenigstens zum Theil der vorausgegangenen Therapie ihre Entstehung verdanken.

Nicht nur der Uterus wurde in der neuesten Zeit ein Feld für die Anwendung der Elektrolyse, auch Strumen¹⁾, Prostatatumoren²⁾, Nasenrachenpolypen³⁾, Hautwarzen und Hörner⁴⁾ wurden mit mehr oder weniger Erfolg nach dieser Methode behandelt, die sogar zur Entfernung abnormen Haarwuchses⁵⁾ bekanntlich herangezogen wurde.

Zu weiteren histologischen Untersuchungen behandelter Geschwulstmassen bot sich jedoch nie Gelegenheit.

¹⁾ Kuttner, a. a. O. S. 1002 ff.

²⁾ Leopold Casper, Die Radicalbehandlung der Prostatahypertrophie und der Prostatatumoren durch Elektrolyse. Berlin. klin. Wochenschr. 1888. S. 461 ff., 483 ff.

³⁾ Kafemann, Elektrolytische Operationen in den oberen Luftwegen. Sitzung des Vereins für wissenschaftliche Heilkunde in Königsberg i. Pr. Referat Berl. klin. Wochenschr. 1889. No. 35. — Michelson, Im Gange begriffene Heilung eines Fibrom des Cavum nasale durch Elektrolyse. Ebendasselbst vom 29. April 1879. — Voltolini, Die Krankheiten der Nase und des Nasenrachenraums. Breslau 1888. S. 414.

⁴⁾ Kuttner, a. a. O. S. 1000.

⁵⁾ Behrend, Ueber die dauernde Beseitigung krankhaften Haarwuchses. Berlin. klin. Wochenschr. 1886. No. 10.

Bei der Behandlung der Angiome¹⁾ und des Lupus²⁾ mit Elektrolyse handelt es sich um die rein caustische Wirkung starker Ströme auf die Oberfläche der Haut.

2. Eigene Versuche mit Galvanolyse (Acupunctur).

Vorbemerkungen. Ehe ich die Befunde nach Elektrolyse der einzelnen Gewebe aufführe, will ich kurz die Principien erörtern, nach denen ich bei den Experimenten verfuhr. Ich benutzte zu den in diesem Abschnitte geschilderten Versuchen 52 Versuchsthiere (45 Kaninchen, 7 Meerschweinchen).

Die elektrolytischen Operationen wurden in jedem Falle in tiefer Aethernarkose vorgenommen.

Beide Pole der benutzten galvanischen Batterie, die ich schon oben beschrieb, wurden mit Platin- bzw. Platin-Iridiumnadeln verbunden, die in die elektrolytisch zu behandelnden Gewebe eingestochen wurden.

Nur in vereinzeltten Fällen, in denen es mir allein auf den Nachweis der Veränderungen an dem einen der beiden Pole ankam, stach ich eine Nadel ein und verband den indifferenten Pol mit einer biegsamen Plattenelektrode von Blei, die ich auf einen grösseren Theil der Körperoberfläche dadurch wirken liess, dass ich sie in eine mehrfach zusammengelegte und mit Salzwasser angefeuchtete Serviette hüllte, mit der das Thier an den Theilen, die ich für die Operation nicht brauchte, umwickelt wurde.

Mancherlei sich ergebender Unbequemlichkeiten wegen wurde später von diesem Modus ganz abgesehen.

Nach der Tödtung der Versuchsthiere wurden die der Elektrolyse unterworfenen Organe in der oben³⁾ beschriebenen Weise behandelt. — Die

a) Elektrolyse des quergestreiften Muskelgewebes erforderte insofern die meisten Opfer an Versuchsthiern, als ganze Serien der hergestellten Präparate, sowohl durch Auseinanderfallen bei dem Verbringen der Schnitte in die verschiedenen Flüssigkeiten, als auch dadurch, dass sie den Faser-

¹⁾ Discussion in der Sitzung der Berliner med. Gesellschaft vom 20. Juni 1886. Berl. klin. Wochenschrift. 1886. No. 8, 9 und 10.

²⁾ Ebendasselbst.

³⁾ Vergl. oben. S. 390.

stoff gar nicht oder in zu geringem Maasse annahmen (namentlich nach vorausgegangener Anodenapplication) sich als ungeeignet herausstellten und so oft mehrfache Wiederholungen ganzer Versuchsreihen nothwendig wurden.

Es wurden so im Ganzen 25 Thiere zu den Experimenten verwandt, 18 Kaninchen und 7 Meerschweinchen, von denen die meisten zu 3—4 Versuchen dienten, die an verschiedenen Körperstellen vorgenommen wurden.

Ein Theil der Thiere (9 Kaninchen und 4 Meerschweinchen) wurde gleichzeitig zu Versuchen an anderen Geweben benutzt.

Es wurden Experimente mit schwächeren (8—10 MiA), mit mittelstarken (25—30 MiA) und solche mit ganz starken Strömen (30—50 MiA) gemacht. Jedoch wurde nur die Versuchsreihe mit mittelstarken Strömen vollständig durchgeführt, auf die sich auch die unten sich anschliessenden Befundschilderungen beziehen, insofern andere Angaben nicht gemacht sind.

Die Thiere wurden getödtet nach $1\frac{1}{2}$, nach 3, nach 6, nach 18 Stunden, nach Ablauf 1 Tages, nach $2\frac{1}{2}$ —3 Tagen, nach 6—7 Tagen.

Von noch längeren Zeiträumen wurde principiell abgesehen, da es mir nur darauf ankam, festzustellen, ob, in welcher Art und in welchem Grade sich degenerative Veränderungen würden nachweisen lassen und da ich andererseits davon absah, mich auf das schwierige Gebiet der Regenerationsvorgänge zu begeben, deren Beurtheilung ich mich Angesichts der noch heute unter weit berufeneren Beobachtern bestehenden Controversen nicht gewachsen fühlte.

Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden bemerkt man sowohl an den von der Anode, sowie an den von der Kathode herrührenden Präparaten, der Einstichstelle entsprechend, einen unregelmässigen Substanzverlust, der theilweise mit fädigen Massen und Fetttrümmern durchsetzt ist.

Die Muskelfasern erscheinen mehr homogen und haben die Querstreifung verloren. Eine Kernfärbung ist nicht eingetreten. Sonstige gröbere Veränderungen der Configuration sind nicht vorhanden.

Nach 3 Stunden zeigen sich zum Theil noch dieselben Veränderungen und zwar gleichfalls ohne merkliche Differenz an

beiden Polen. Man sieht aber jetzt in allen, namentlich stark aber in den dem Anodengebiet entstammenden Schnitten die hellroth gefärbten Muskelfasern durch farblose, bezw. gelbliche tupfenartige Flecke unterbrochen und zuweilen den Faserinhalt bald der Länge nach fibrillär, bald der Quere nach schollenartig zertheilt und von gleichmässigem, einer Zeichnung baarem, glasigem, dazwischen an vereinzelter Stellen wieder mehr getrübt und etwas körnigem Aussehen.

In einem Präparate von 6 Stunden (Kathode) sind die Muskelfasern überall aus einander getrieben. An der Stelle der so verdrängten Muskelfasern erscheinen körnige und fadenartige Massen, in denen Zellreste kaum noch zu erkennen sind. Dagegen enthalten dieselben theils grosse Fetttropfen, theils Fett in feinertheilter Form.

Die Muskelfasern selbst sind auch in weiterer Entfernung von der Einstichstelle mehr homogen, ohne Kernfärbung und ohne Querstreifung, dagegen tritt die Längsstreifung deutlich hervor.

Auch in ganz weit abgelegenen Stellen sieht man die Muskelfasern durch ein allem Anscheine nach ursprünglich flüssiges, jetzt geronnenes Exsudat aus einander gedrängt.

Am $+$ Pole zeigen sich dieselben Erscheinungen, jedoch ist an der Stelle des Einstichs ein grösserer Bezirk aus der nekrotischen Umgebung desselben ausgefallen.

Ein von 18 Stunden nach dem Eingriffe herrührendes Präparat ($+$ Pol) stammt von dem Zwerchfell und weist an der Einstichstelle ein vielfach zerklüftetes Gewebe auf.

Auch die einzelnen Fibrillen sind hier aus einander gedrängt und haben ein ganz homogenes, kein streifiges Aussehen mehr, wie normale Muskeln.

Sie haben mit Saffranin eine etwas stärkere rothe Färbung angenommen, als wie sie sonst gesehen zu werden pflegt.

Zwischen den aus einander gedrängten Fibrillen befindet sich eine körnige Masse, die mit Saffranin stark roth gefärbt ist, die aber auch bei starker Vergrösserung nur eine Zusammensetzung aus ganz dicht an einander gelagerten Körnern und dazwischen liegenden Fetttropfen erkennen lässt. Bei Immersionsvergrösserung sind die letzteren als schwarze Kugeln sichtbar.

Nur an vereinzelten Stellen sieht man noch Kernreste innerhalb dieser Masse.

In etwas weiterer Umgebung erscheinen dann ebenfalls zwischen den Muskelfasern noch Fetttropfchen, ohne dass sonstige wesentliche Veränderungen an den Fasern nachweisbar wären.

Die Nervenbündel, die in dem Schnitte enthalten sind, zeigen in den Markscheiden ziemlich grosse Klumpen von Fett, darunter auch kleine Körner.

In einem Präparat aus der gleichen Serie (Extremitäten-musculatur), welches von der Kathode herrührt, haben an einer Stelle, unmittelbar in der Nachbarschaft des Einstichs gleichfalls die Muskelbündel ein verändertes Aussehen. Man sieht dieselben bald mehr homogen erscheinend, bald von hellen Vacuolen durchsetzt, bald wieder fibrillär zerfallen. Sie sind auch in diesen Schnitten aus einander gedrängt durch zum Theil körnige, zum Theil fädige Massen, welche Zelltrümmer und Kernreste einschliessen. In der weiteren Umgebung fangen dann die Muskelbündel wieder an, Längs- und Querstreifung zu zeigen. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Fasern enthalten mehr Kerne, als in der Norm, ohne dass man jedoch Mitosen nachweisen könnte. Die Nerven sind in diesen Präparaten merkwürdig gut erhalten.

Die Veränderungen, die sich nach 24 Stunden und in der nächstfolgenden Zeit zeigen, weichen von den eben beschriebenen nicht ab, insofern als auch hier wieder das Bild der hyalinen Degeneration im Vordergrund steht und hie und da zahlreiche Fetttropfchen zwischen den Muskelfasern eingelagert sind.

Nach $2\frac{1}{2}$ Tagen (Kathode) findet sich an der Einstichstelle ein Exsudat, in dem eine Masse von Leukocyten und Kernen vorhanden sind und in dem man auch blassgefärbte, meistens kernlose Muskelfasern wahrnimmt. Das Exsudat setzt sich auch in die benachbarten Muskelzwischenräume fort.

Die an den Stich angrenzenden Muskelfasern sind aufgefasert und haben ihre Querstreifung verloren.

Am + Pole zeigt sich um dieselbe Zeit im Wesentlichen ein ähnlicher Befund.

Auch hier findet sich ein Exsudat mit zahlreichen Leukocyten und Zellresten; gleichfalls sind auch in entfernterer Nach-

barschaft der Einstichstelle die Muskelbündel im Zustande der vacuolären und hyalinen Degeneration.

Daneben aber sieht man schon das Auftreten von Gewebswucherungen, die die beginnende Regeneration markiren.

Zwischen den einzelnen Muskelzellen treten grosse Zellen auf, die, von fast epithelialer Gestalt, einen ovalen, manchmal auch mehr wurstförmigen Kern und einen breiten Protoplasmaleib besitzen. Diese Zellen sind an einzelnen Stellen zu Feldern oder zu schlauchartigen Gebilden vereinigt; manchmal sind auch in einem solchen Felde noch Reste hyalin gewordener Muskelfibrillen zu erkennen.

Mitosen sieht man fast gar keine; auch neu gebildete Gefässe sind nicht aufzufinden.

Am — Pole zeigte sich erst nach Ablauf dreier voller Tage der Anfang der Zellwucherung in der Nachbarschaft der degenerirten Muskelpartien, die auch hier durch ein Exsudat in der Art des beschriebenen aus einander gedrängt sind.

Diese degenerirten Muskelfasern selbst haben eine trübe körnige Beschaffenheit und lassen bei schwacher Vergrösserung vielfach eine schwärzliche marmorirte Zeichnung erkennen, die meistens am Faserrande, oft aber auch über die ganze Faser zerstreut sichtbar ist.

Bei stärkerer Vergrösserung sieht man dann aber, dass diese Zeichnung durch kleinste dunkle bis schwarze Körnchen zu Stande kommt, zwischen denen sich etwas grössere glänzende, meistens schwarzrothe, seltener heller roth erscheinende rhombische Krystallnadeln und -Säulchen befinden.

Diese Krystalle sind nur an vereinzelten Stellen und zwar nur da, wo ausgedehnte Zertrümmerungen und Zerklüftungen der Muskelfasern stattgefunden haben, über den ganzen Faserinhalt verbreitet; hier macht es oft bei stärkster Vergrösserung den Eindruck als ob die ganze körnig aussehende Substanz der Fasern nur aus kleineren dunkelgefärbten und nur von einzelnen Flächen das Licht reflectirenden krystallinischen Gebilden beständen, die bei mittlerer Vergrösserung den Eindruck grauer und schwarzer Körnchen hervorgerufen hatten. Die grösseren Krystalle waren, wie bemerkt, nur selten über den ganzen Inhalt der Faser vertheilt, sondern schossen meistens bei Ein-

stellung der Faserränder hier überall in kreuzweiser Anordnung oft mehrfach geschichtet hervor.

Denselben Befund bezüglich der Krystalle und der eben erwähnten Struktur der degenerierten Muskelfasern sieht man nach Application schwacher und mittelstarker Ströme noch nach 6 Tagen. Jedoch sind die hyalinen Muskelfasern geschwunden. Sowohl in Präparaten von der Anode, wie von der Kathode findet man grosszelliges wucherndes Gewebe.

Neben grossen Tropfen intermusculären Fettes findet man auch kleinste Körnchen.

Die als fettige Degeneration der Fasern selbst anfänglich imponirenden Partien erweisen sich bei genauerer Betrachtung wieder von der eben beschriebenen anscheinend krystallinischen Struktur.

In einem Präparate dieser Serie findet sich auch ein grösseres thrombosirtes Gefäss, dessen Adventitia verfettet ist.

In der Nachbarschaft ist im Bindegewebe ein körniges Exsudat aufgetreten; auch sind hier in den kleinen Nerven die Markscheiden ziemlich stark verfettet. —

Die Bindegewebswucherung zieht sich in allen diesen Schnitten, auch zwischen sonst gut erhaltene Muskeln.

An anderen Präparaten hingegen, die durch Einwirkung sehr starker Ströme (etwa 40 MiA) erzielt wurden, ist um diese Zeit die Entzündung noch nicht abgelaufen und man sieht noch Trümmer von Zellen und auch Leukocyten; hinwiederum erscheinen auch von Muskelkernen ausgegangene Riesenzellen und die sonstigen soeben beschriebenen Wucherungsvorgänge.

Krystalle, wie die in den Schnitten von 3 und 6 Tagen beschriebenen, finden sich, wenn auch in etwas spärlicherem Maasse, auch noch in solchen, die erst 9 Tage nach der Galvanolyse eingelegt waren, indem auch hier noch nicht alle Degenerationsvorgänge der sich überall geltend machenden Gewebsneubildung gewichen waren.

Anzufügen wäre den vorstehenden Muskelbefunden noch, dass sich bei 2 Meerschweinchen — das eine Mal an der Innenfläche eines Oberschenkels, das andere Mal in der Wadenmuskulatur, beide Male nach Application der Anode und bei 25 bis 30 MiA Stromstärke in dem einen Falle 5, im anderen 9 Tage

nach der Galvanolyse Höhlen vorhanden, die eine gelbliche käsige, wie mit kurzen Fäden und Fasern untermischte Detritusmasse enthielten. Der 9 Tage bestehende Heerd schien wie mit einer Membran ausgekleidet.

Der Inhalt dieser Höhlen erwies sich beide Male von zahlreichen und mannichfachen Bakterien durchsetzt; auch Cholestearinkrystalle fanden sich in demselben. Der ersterwähnte, 5tägige Heerd communicirte sichtlich mit der äusseren Luft durch einen Defect der Cutis, aus welcher einige Tage nach der Operation ein umfangreicheres nekrotisches Stück als trockener Schorf herausgefallen war.

Rückblick auf die Ergebnisse des Befundes. Durch die Elektrolyse wird eine Läsion gesetzt, welche zunächst von einer sehr milden Reaction gefolgt ist: Die auftretende Nekrose ist sehr gering und die Entzündungserscheinungen — zu denen wir das Auftreten von Leukocyten und die Bildung von Fibrin zu rechnen haben — scheinen auf die nächste Umgebung der Nekrose beschränkt. Dieselben scheinen auch bereits am dritten Tage nach der galvanolytischen Operation im Wesentlichen ihren Abschluss gefunden zu haben.

Andererseits geht der durch chemische Umsetzung und auch wohl durch Kataphorese bedingte Insult, den das Muskelgewebe erleidet, weit über die Zone der Entzündung hinaus und giebt hier dann zu degenerativen Metamorphosen Anlass. Es hat das namentlich im Muskelgewebe nichts so sehr Auffallendes, wenn wir in Betracht ziehen, wie empfindlich dasselbe gegen Läsionen aller Art ist und wie leicht es auf dieselben mit Degenerationsprozessen antwortet.

Sehen wir doch in Muskeln, deren Ernährung aus diesem oder jenem Grunde nothgelitten hat oder die der Einwirkung von Giften ausgesetzt waren, an solchen, die gequetscht, übermässig gedehnt, ja nur übermüdet wurden, Degenerationen in der mannichfaltigsten Weise erfolgen¹⁾.

So fängt denn auch hier schon sofort als Wirkung der Elektrolyse die sogen. hyaline oder wachsartige Degeneration sich im Auftreten eines mehr homogenen Aussehens der Muskelfasern,

¹⁾ Ziegler, Lehrbuch der speciellen pathologischen Anatomie. VII. Aufl. 1892. Bd. II. S. 246 ff.

im Verlorengehen der Querstreifung und der Kerne sich zu äussern an; an anderen Stellen wieder nimmt die Degeneration mehr die Formen der albuminösen Trübung, der vacuolären Entartung und der scholligen Zerklüftung an.

Eine Frage, die mit Rücksicht auf die oben citirten, sich widersprechenden Befunde an elektrolytisch behandelten Tumoren nicht ohne Interesse ist, ist die: haben wir es hier auch mit fettiger Degeneration zu thun?

Das Fett allerdings, welches sich schon nach 6 Stunden in fein vertheilter Form zwischen den durch ein Exsudat aus einander gedrängten Muskelfasern vorfindet, entstammt wohl zersprengten Fettmassen, die in den Zellen des Bindegewebes abgelagert waren.

In dem oben beschriebenen Präparate der Zwerchfellmuskulatur hingegen¹⁾, das durch Galvanolyse 18 Stunden vor der Tödtung des Thieres gewonnen war, haben wir es zweifellos mit fettiger Degeneration zu thun, wenn ich auch eine Entscheidung hinsichtlich des Zusammenhanges einer solchen mit den vorgefundenen und beschriebenen kleinen krystallinischen Gebilden nicht zu treffen wage.

Die Frage nach der Herkunft dieser Krystalle muss ich jedenfalls in Anbetracht der Unausführbarkeit einer chemischen Prüfung offen lassen. Wollte man sich in Vermuthungen ergehen, so läge es

1) am nächsten an krystallisirte Fettkörper zu denken, was ich oben bereits andeutete. Margarín-, Stearin- und Cholesterinkrystalle sind in degenerirten Organen, wenn die Fettmoleküle aus diesen oder jenen Gründen nicht resorbirt werden, ja nichts Seltenes.

2) Es könnten Derivate des in die Gewebe diffundirten Blutfarbstoffes krystallisirt sein. Es würde z. B. das Erscheinen derselben an dem Rande der Fasern (dem Laufe der Capillaren entsprechend) und das Erscheinen inmitten des Inhaltes der Fasern und insoweit diese in weiterer Ausdehnung zertrennt und lädirt sind, hiemit im Einklange stehen.

3) Durch die Behandlungsmethoden schliesslich (z. B. Einwirkung der Osmiumsäure u. s. w.) könnten complicirtere che-

¹⁾ Vergl. oben S. 404 und 405.

mische Verbindungen mit Extractstoffen der Muskelfaser entstanden sein: als Analogon führe ich das salpetersaure Hypoxanthin-(Sarkin-)Silber auf, das in ganz ähnlichen Formen nach einer Abbildung bei Halliburton¹⁾ krystallisiren soll.

Was die bei den beiden Meerschweinchen vorgefundenen käsigen Heerde in der Musculatur anlangt, die zweifellos aus eingedicktem Eiter bestand, so hat der Nachweis von Bakterien, (zu deren Invasion eine besonders günstige locale Disposition vorlag) die Provenienz desselben klar gestellt.

Bei der verhältnissmässig geringen, zur Anwendung gekommenen Stromstärke tragen also diese Befunde, die die einzigen Beispiele von Eiterbildung in allen von mir elektrolytisch behandelten Organen blieben, weder zur Stütze noch zur Entkräftung der Kuttner'schen Ansicht über die Erregung von Eiterung durch starke Elektrolyse etwas bei.

b) Elektrolyse des Nierengewebes.

Die Nieren von lebenden Kaninchen und Meerschweinchen wurden in der Art behandelt, dass dem Thiere in tiefer Aethernarkose — von einer einzigen Ausnahme abgesehen — jedesmal nur die eine mit der Anode oder der Kathode armirte Nadel durch die äusseren Bedeckungen hindurch die leicht palpable Niere (meistens im Längsdurchmesser) durchstochen wurde, während wegen der oben angedeuteten Schwierigkeit der Application angefeuchteter grösserer Platten eine mit dem anderen Pole verbundene Nadel an indifferenter Stelle, meistens in die Musculatur einer Extremität versenkt, applicirt wurde. Ein Theil der so gewonnenen Muskelpräparate konnte auf diese Weise die oben angeführte Verwendung finden.

Es wurden bei diesen Versuchen nur in Ausnahmefällen mittelstarke (8—10 MiA), meist nur ganz schwache Ströme (2,5—5,0 MiA) 8—10 Minuten lang angewandt.

Auf diese letztere Stromstärke beschränkte ich mich namentlich, wenn ich die Thiere für länger als einige Stunden am Leben zu lassen beabsichtigte — eine Vorsicht, die, wie sich später herausstellte, nicht durchaus erforderlich war.

¹⁾ Halliburton, Lehrbuch der chemischen Physiologie und Pathologie. Deutsch von Kaiser. Heidelberg 1873. S. 441 ff.

Das erwähnte Kaninchen, bei welchem beide Nieren gleichzeitig der Galvanolyse unterworfen waren, starb innerhalb $1\frac{1}{2}$ Stunden.

Die übrigen Thiere, die in der eben beschriebenen Weise behandelt wurden, 12 an der Zahl (11 Kaninchen, 1 Meer-schweinchen), zeigten stets nach Beendigung der Elektrolyse und der Narkose grosse Hinfälligkeit, taumelten bei Bewegungsversuchen zur Seite, erholten sich aber relativ rasch von dem Eingriff, zeigten nach einigen Stunden schon Fresslust und bestanden den Eingriff ausnahmslos gut.

Bei den in dieser Beziehung nur bescheidenen, mir zur Verfügung stehenden Vorrichtungen gelang es mir nur 5mal Urinproben zu gewinnen; hievon war in einer Probe der Harn von 3 Thieren vereinigt, von denen das eine den Eingriff einige Stunden, das zweite 4—8, das dritte 20—24 Stunden hinter sich hatte.

In diesem Falle enthielt die gesammte, etwa 60 ccm betragende Urinmenge etwas Eiweiss, eine mässige Menge Zucker und bei mikroskopischer Untersuchung des Sediments neben rothen und weissen Blutkörperchen hyaline und granulirte Cylinder.

In anderen Fällen wurde der Urin der Blase des frisch getödteten Thieres entnommen.

Derselbe zeigte sich in jedem Falle trübe, von schmutziggelblicher Farbe, die oft in's Röthliche hinüberspielte und von deutlich alkalischer Reaction.

Der Harn eines vor 20 Stunden mit dem +Pol behandelten Thieres, der das geschilderte Aussehen zeigte, enthielt keine abnormen Bestandtheile, während in demjenigen eines mit dem negativen Pole und derselben Stromstärke behandelten und nach der gleichen Zeit getödteten Thieres, welcher dem Augenscheine nach die gleiche Beschaffenheit zeigte, spärliche rothe und ganz vereinzelte weisse Blutkörperchen, einige wenige Cylinder, aber nur Spuren von Eiweiss mit den gewöhnlichen Methoden nachzuweisen waren.

Es zeigte sich hinwiederum der Harn eines vor 22 Stunden mit dem negativen Pole tractirten Kaninchens normal, während der eines vor der gleichen Zeit mit der Anode behandelten

Thieres eine höchst merkwürdige Beschaffenheit aufwies: Der Harn sah etwas weisslicher aus als sonst, reagirte stark alkalisch und zeigte einen eigenthümlichen, von dem sonstigen penetranten Dufte des Kaninchenharns abweichenden, nicht leicht zu beschreibenden, vielleicht an kochendes Gemüse erinnernden Geruch. Beim Umgiessen in ein anderes Gefäss erschien der Urin von einer mehr dicklichen Consistenz. Das specifische Gewicht betrug nur 1021.

Der Gehalt an Eiweiss, sowie an Zucker war dabei ein reichlicher. Der erstere betrug mit dem Esbach'schen Urometer gemessen 0,2 pCt. Eine genaue oder auch nur annähernde Bestimmung des Zuckergehaltes konnte leider wegen des geringen im Ganzen zur Verfügung stehenden Quantum nicht vorgenommen werden.

Das Sediment enthielt hyaline und granulirte Cylinder, sowie Eiterkörperchen. Der ganze Urin zeigte sich bei der mikroskopischen Untersuchung dicht von kreisrunden gelben Tropfen mit glatter Contour durchsetzt, die etwa die 4- bis 6fache Grösse von Milchkügelchen hatten. Nach Schütteln des Harns mit Aether und Absetzenlassen waren in der unteren Schicht noch immer Fettkugeln vorhanden. Der abgehobene Aether hinterliess aber auf Papier durchsichtige Fettflecken.

Auffallend war, dass der chylöse Harn beim Stehenlassen in einem Spitzglase keine Fettschicht auf der Oberfläche absetzte. Es bildete sich hier nur nach Ablauf von 18 Stunden ein schillerndes Häutchen, aus Calciumcarbonat bestehend. —

Die Tödtung der Versuchsthiere erfolgte principiell, nachdem 3 Stunden, 6 Stunden, 18 Stunden, 24 Stunden und schliesslich 3 Tage nach Vornahme der Elektrolyse verfloßen waren. Nur einige wenige Präparate, die gelegentlich der Ausführung anderer Versuchsreihen gewonnen wurden, stammen auch aus dazwischen liegenden oder späteren Zeiträumen.

Makroskopisch zeigte sich nach Herausnahme der Niere in allen Fällen in der Umgebung des Einstichs ein beträchtlicher Bluterguss zwischen Nierensubstanz und Kapsel.

Der Einstich in die Nierensubstanz selbst markirte sich als ein die schmale Stichöffnung umsäumender, 1—2 mm breiter graugelber bis rothgelber Hof.

Eine mehr in's Röthliche spielende Färbung in Verbindung mit einer gewissen Transparenz war am negativen Pole dann zu beobachten, wenn erst einige Stunden seit dem Eingriff verflossen waren. Der Befund nach einer längeren Zeit unterschied sich beim Kathodengewebe in nichts von dem an der Anode.

Derselbe Befund in der Umgebung des Stichkanals ergab sich auch bei Querschnitten durch das Organ; ferner fand sich neben einer oft ganz enormen Hyperämie eine anscheinend vom Stichkanal ausgehende, bald mehr gleichmässige, bald tupfenartige Durchtränkung des Parenchyms mit Blutfarbstoff vor, die man nach vorsichtigem Abwischen der Schnittfläche unschwer erkennen konnte.

Mikroskopischer Befund. Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden schon zeigte sich in der Umgebung der Einstichstelle bei dem Eingangs erwähnten, nach doppelseitiger Galvanolyse verendeten Kaninchen, sowohl nach Application der Anode, wie solcher der Kathode bei einer Stromstärke von 5 MiA eine starke Hyperämie. Nicht nur die intertubulären und die Glomeruluscapillaren sind mit Blutkörperchen erfüllt, die sich mit Saffranin roth gefärbt haben, sondern es fällt auch die starke Füllung der gewundenen Harnkanälchen und der dazu gehörenden Glomeruli mit Blut in die Augen; grössere Hämorrhagien fehlen.

Die gleichen Veränderungen finden sich auch in Präparaten, die zweien 3 Stunden nach der Operation getödteten mit Anode einerseits und Kathode andererseits bei einer Stromstärke von 10 MiA behandelten Thieren entstammen.

In diesen Schnitten ist jedoch schon hie und da in weiterer Entfernung vom Einstich eine Veränderung der Epithelien der geraden Harnkanälchen erkennbar, die ungewöhnlich hell und aufgequollen aussehen und zuweilen wie mit kugligen Tropfen einer helleren Flüssigkeit erfüllt erscheinen.

In den Glomerulis ist hie und da schon eine geringe Epitheldesquamation bemerkbar, welche in Präparaten von 6 Stunden schon in stärkerem Maasse in's Auge fällt, ohne dass sich, abgesehen von dem Auftreten von Leukocyten in der Nähe der Einstichstelle der Befund in bemerkenswerther Weise geändert hätte.

Als wesentlich erheblicher stellen sich die Folgen des Eingriffs nach 18 Stunden dar.

Wurde die Kathode bei 8 MiA Stromstärke applicirt, so bemerkt man schon an der Eintrittsstelle des Stromes in die Marksubstanz neben Trümmern zu Grunde gegangener Zellen eine ziemlich starke Infiltration mit weissen Blutkörperchen, ferner auch Fett frei im Gewebe ausserhalb der Zellen liegend.

In der Peripherie dieses Einstichsbezirktes finden sich die geraden Harnkanälchen derart verfettet, dass ihr Epithel continuirlich und dicht von freien Fetttropfen erfüllt ist. — In noch weiterer Umgebung sieht man in einzelnen Harnkanälchen blassgelbe homogene Cylinder.

Auch die Endothelien einzelner Gefässe sind verfettet.

An einer mit gleicher Stromstärke aber mittelst der Anode behandelten Niere zeigt sich um die gleiche Zeit eine grössere Hämorrhagie, in deren nächster Umgebung das Gewebe körnig zerfallen und mit Blutfarbstoff imbibirt ist.

Auffallend ist die grosse Zahl von homogenen Cylindern, die mit Safranin eine rosenrothe Färbung angenommen haben und welche die geraden Harnkanälchen in der Marksubstanz vollständig ausfüllen.

Die Cylinder zeigen am Rande vielfach Einkerbungen, in welche genau die angrenzenden Epithelien, die an den meisten Stellen dieser Präparatenserie wohl erhalten sind, hinein passen.

Nur hie und da kommen auch Harnkanälchen vor, in denen keine Epithelien mehr vorhanden sind und in welchen die Cylinder der Membrana propria dicht anliegen.

Verfettungen fehlen hier gänzlich. Die grösseren Gefässe sind sehr stark ausgefüllt.

In Präparaten von Versuchsthieren jedoch, die einige Stunden länger nach dem Eingriff gelebt hatten (22 und 24 Stunden), zeigte sich bei einer angewandten Stromstärke von 2,5 MiA in der Nähe der Einstichsstelle das Epithel der geraden Harnkanälchen stark verfettet und in der Desquamation begriffen, dagegen die Cylinderbildung nicht so weit vorgeschritten, wie in dem vorher beschriebenen Falle.

Die Harnkanälchen sind hier durch eine mehr körnige, als homogene Masse ausgefüllt.

In den Präparaten von 22 Stunden finden sich übrigens in nächster Nähe des Einstichs weisse Blutkörperchen und Trümmer derselben in grosser Anzahl vor.

In der gleichen Weise mit der Kathode behandelt zeigt die Niere nach 3 Tagen an der Einstichstelle eine grössere mit einem ganz schmalen roth tingirten Saume umgebene Blutung. Ausserhalb des Einstichsbezirkes sind in den Harnkanälchen — auch in den gewundenen — homogene Ausfüllungsmassen sichtbar, die sich aber mit Saffranin weniger stark gefärbt haben, als in dem vorletzten Falle. Neben den homogenen Massen finden sich vielfach auch leichtkörnige und solche, in denen noch deutlich Umriss von Zellen zu erkennen sind. Dieser körnige Detritus ist durch Saffranin stark roth gefärbt. Welche Art zu Grunde gegangener Zellen hier vorliegen, lässt sich nicht mehr mit Sicherheit entscheiden, trotzdem man bisweilen den Eindruck gewinnt, es wären Epithelzellen. Andererseits wird man eben an anderen Stellen wieder zu der Vermuthung geführt, dass es sich um rothe Blutkörperchen handle.

Daneben sieht man auch in denselben Partien in denen sich die Cylinder befinden, das Epithel in Verfettung begriffen.

Häufig enthält die Basis der Epithelien dicht gedrängt feinste Fettkörnchen. An anderen Stellen sind die Epithelien vollständig mit den Fettkörnchen erfüllt. Hie und da sieht man auch Fetttröpfchen im interstitiellen Gewebe und in den Endothelien der Capillaren.

Alle diese Vorgänge finden sich von der Einstichstelle relativ weit entfernt und dehnen sich über einen grossen Theil der behandelten Niere aus.

Auch an dem +Pole ist um diese Zeit die rundliche Einstichstelle durch eine Blutung gekennzeichnet.

Dieselbe hat hier die Gestalt eines länglichen Heerdes und es lassen sich in ihrem Inneren schon zahlreiche Fäden erkennen, während die rothen Blutkörperchen nur noch stellenweise in Form und Farbe zu erkennen sind.

Die allernächste Umgebung des Heerdes wird durch einen körnigen Detritus gebildet, in dem zahlreiche Trümmer von Kernen, durch Saffranin stark roth gefärbt, zu erkennen sind

und der ausserdem angefüllt ist mit zahlreichen Fetttröpfchen verschiedener Grösse.

In etwas weiterer Umgebung sind die Harnkanälchen ihrer Form und ihren Umrissen nach noch erhalten, das Epithel lässt sich aber nicht mehr abgrenzen, weil die Kernfärbung nicht mehr eingetreten ist. Man kann aber sehen, dass jenes vielfach sehr stark mit Fetttröpfchen erfüllt ist.

In noch weiterer Umgebung treten die Umrisse der Harnkanälchenepithelien etwas deutlicher hervor. Der Zellleib ist mit Fetttröpfchen erfüllt, die Kerne aber gar nicht oder sehr blass gefärbt.

Daran schliessen sich dann noch weiter nach aussen gerade Harnkanälchen an, die mit undeutlich granulirten, manchmal auch noch Zellreste aufweisenden Inhaltmassen gefüllt sind. Auch hier ist das Epithel ziemlich stark verfettet.

Es ist hier von besonderem Interesse, dass an einer Seite der Einstichstelle sich im Bereiche der Veränderungen eine Partie befindet, in der auch noch Glomeruli und gewundene Harnkanälchen vorhanden sind. Obgleich auch diese Stellen in der weiteren Umgebung der Einstichstelle gelegen sind, ist die Verfettung der gewundenen Harnkanälchen eine ausserordentlich starke. Ihre Zellen sind so dicht mit Fetttröpfchen gefüllt, dass sie vielfach ganz schwarze, wurstförmige Körper bilden.

Von Kernen ist nichts zu sehen, doch scheinen dieselben an vielen Stellen nur durch das reichliche Fett verdeckt zu sein, da die Umrisse der Harnkanälchen gut erhalten sind. Auch die einzelnen Glomeruli zeigen Verfettung, die schon bei schwacher Vergrösserung deutlich in die Augen fällt. Bei Immersionsvergrösserung erkennt man, dass die meisten Epithelzellen mit kleinen Fetttröpfchen ziemlich dicht angefüllt sind. Diese Fetttröpfchen liegen um den Kern herum, der überall im Glomerulus eine deutliche Färbung angenommen hat.

Nach Ablauf der gleichen Zeit von 3 Tagen zeigten sich bei Einwirkung der gleichen Stromstärke von 2,5 MiA während der gleichen Zeitdauer von 10 Minuten aber unter dem Einfluss einer alle 30 Sekunden stattfindenden Stromwendung ein sehr ähnlicher Befund.

Die ziemlich reichliche Verfettung betraf hier aber weniger

die gewundenen Harnkanälchen und die Glomeruli, wie die Capillaren zwischen den Tubulis, in welchen vielfach die Epithelien in ihrer ganzen Ausdehnung einfach nekrotisch und kernlos geworden sind, ohne Verfettung zu zeigen.

Diese intertubulären Capillaren sind ziemlich stark ausge dehnt und enthalten neben rothen Blutkörperchen vielfach fett-haltige Zellen von der Beschaffenheit der Leukocyten.

Andere Stellen, wo auch die Harnkanälchen selbst verfettet sind, lassen meist noch Kernfärbungen erkennen. Die nekrotischen Harnkanälchen sind vielfach angefüllt mit blass gefärbten homogenen Massen.

Die Beziehungen des so veränderten Bezirkes zur Einstichstelle sind in den vorliegenden Präparaten nicht mehr genau festzustellen. Da in diesem aber die erstere nicht mehr vorhanden ist, darf man wohl annehmen, dass die Schnitte zu denen gehörten, die den Einstichkanal nicht mehr getroffen hatten und dass mithin die verfetteten Partien in weiterer Umgebung der Angriffsstelle des Stromes gelegen waren.

Die degenerativen Veränderungen hatten in dieser Zeit ihren Höhepunkt erreicht. Die noch längere Zeit am Leben belassenen Thiere wiesen in den elektrolytisch behandelten Nieren anderweitige Veränderungen nicht auf, vielmehr machten sich bald Reparationsvorgänge geltend, deren Beobachtung und Beschreibung ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit liegt.

Im Anschluss an diese Befunde habe ich zu erwähnen, dass ich die vordem ausführlich besprochene amyloidähnliche Reaction auch an in Alkohol gehärteten Nieren nachweisen konnte, die intra vitam mit Galvanolyse behandelt worden waren. Die Intensität dieser Reaction liess aber nach im gleichen Verhältnisse, wie die Zeitdauer anstieg, die seit dem Eingriffe verflossen war.

In ganz besonderem Maasse zeigte sich die Färbungsanomalie an den in der angegebenen Weise behandelten Schnitten aus den Präparaten von 3 Stunden. Dieselbe war hier hauptsächlich an den Epithelien der geraden Harnkanälchen deutlich, die sich im Zustande der hydropischen Degeneration befanden (vgl. Befund oben S. 413). Die Reaction trat hier weit intensiver bei Jodkalifärbung als wie mit der Methylviolettbehandlung ein.

Rückblick auf die Veränderungen im Nierengewebe.

Wir sehen hier ein ähnliches Bild vor uns, wie es sich etwa nach der Verstopfung eines Arterienastes einstellt; wir haben eine Nekrose, in deren Umgebung sich eine mehr oder weniger ausgedehnte Hyperämie (auch Entzündung) und Hämorrhagie einstellt. Das Gewebe ist aber durch die elektrolytischen Vorgänge über den Umfang der eigentlichen, durch sie verursachten Nekrose hinaus, geschädigt. Dies zeigt sich an dem Zugrundegehen des Epithels, welches gegen alle Circulationsstörungen am empfindlichsten ist und wie man auch sonst bei Unterbrechung der Blutzufuhr namentlich an der Peripherie nekrotischer Heerde beobachtete, wenige Stunden nach Zustandekommen der letzteren abstirbt, während die Mortification des Bindegewebes erst nach 6—8stündiger Unterbrechung des Blutzufusses erfolgt¹⁾.

So sehen wir in unserem Falle schon nach 3 Stunden eine Desquamation des Glomerulusepithels eintreten. Wir finden aber daneben zu derselben Zeit in weiterer Umgebung der Einstichsstelle eine beginnende regressive Metamorphose in den Epithelien, welche wir als hydropische Degeneration bezeichnen und die einen Beleg für Ernährungsanomalien in von der Einstichsstelle weit abgelegenen Gewebspartien giebt.

Die fortschreitende Degeneration macht sich dann in der Verfettung der so geschädigten Epithelien geltend, wie wir sie nach 18 Stunden auftreten sahen.

Das Fett, welches man um dieselbe Zeit frei im Gewebe ausserhalb der Zellen liegen sieht, dürfte von dem um die Nierenkapsel normaliter abgelagerten und von dem Einstich und der Stromwirkung mit betroffenen Fettgewebe herrühren.

Die Entzündungserscheinungen, zunächst durch Auftreten von Leukocyten in der Umgebung der den Einstich markirenden Nekrose charakterisirt, beginnen sich nach 6 Stunden zu zeigen, um dann ungefähr in 18 Stunden ihren Höhepunkt erreicht zu haben. Die entzündliche Reaction fällt aber bei der Elektrolyse, wie wir es hier und an anderen Geweben sehen, wider alles Erwarten gering aus.

Auch die weitgehende Füllung der Tubuli mit Cylindern ist weniger als eine durch die entzündliche Alteration direct, wie durch die Stauung in Folge der Circulationsstörung bedingte

¹⁾ Ziegler, a. a. O. I. 741.

Transsudation aufzufassen. Auch eine Transsudation von Blut in die Tubuli wäre so zu erklären.

Das Stadium der degenerativen Prozesse scheint sich nach einem einmaligen und sehr gelinden elektrolytischen Eingriffe nur auf wenige Tage zu beschränken.

Bemerkenswerth ist auch hier, dass eine wesentlich differente Wirkung beider Pole auf die Gewebe in der näheren und weiteren Umgebung der Nekrose nicht zu Tage tritt.

c) Elektrolyse des Lebergewebes.

Bei der Behandlung der Leber kamen nur Stromstärken von 10 MiA in der Dauer von 10 Minuten zur Anwendung. Die Application der bald mit dem negativen, bald mit dem positiven Pole armirten Nadel erfolgte stets durch einen Einstich rechts neben dem Schwertfortsatze des Sternum.

Stets gelang es, die Leber ohne Verletzung anderer Organe zu treffen.

In einem Falle hatte die etwas kurze, mit breiter, lanzenförmiger Spitze versehene Nadel die Leber nur berührt, war aber nicht in das Gewebe eingedrungen.

Die Thiere dieser Versuchsreihe, 13 Kaninchen und 3 Meerschweinchen wurden 3 Stunden, 16 Stunden, 20 Stunden, 32 Stunden, 2 Tage und 4 Tage am Leben gelassen und dann getödtet. Der in Betracht kommende Theil des behandelten Organs wurde noch warm in dünnen Schnitten in Flemming'sche Lösung gebracht. Mit den Präparaten wurde dann weiter nach den früher angegebenen Grundsätzen verfahren.

Harnuntersuchungen wurden nur wenige Male vorgenommen, da eine solche im Anfange der Versuche ausgeführt — es war der Urin zweier Thiere 6 Stunden hindurch nach der elektrolytischen Operation gesammelt worden — keine abnormen Bestandtheile ergeben hatte. Später aber fand sich bei Tödtung eines Thieres 20 Stunden nach der Elektrolyse in dem in der Blase befindlichen Urin eine stärkere Zuckermenge.

In dem Harn hingegen eines am dritten Tage nach Vornahme der Operation lebenden Meerschweinchens wurde Zucker nicht gefunden.

Makroskopischer und mikroskopischer Befund. Nach

2 Stunden sieht man am $+$ -Pole einen grossen sternförmigen Substanzverlust um den herum eine bald mehr, bald weniger breite Zone mit Blutfarbstoff imbibirt erscheint. In diesem Bezirke sind die Zellcontouren verwischt. Auch die Zellkerne sind im Grossen und Ganzen undeutlich und haben den Farbstoff wenig oder gar nicht aufgenommen.

Man sieht nur ab und zu glänzend roth gefärbte Kerne im Gesichtsfelde auftauchen, welche ihrer Form und Grösse nach Leukocyten angehören könnten.

Hieran schliesst sich eine breite, ziemlich hell tingirte, aber (abgesehen von den auffallend stark gefüllten Gefässen) die normalen Gewebelemente enthaltende Zone an.

Bei Anwendung des negativen Poles zeigt sich zu der gleichen Zeit dasselbe Bild, nur dass in demselben Präparat die imbibirte Zone im Allgemeinen etwas breiter erscheint.

Nach 16 Stunden sieht man (nach Einwirkung der Kathode) eine Verfettung, die fast ausschliesslich in den Kupfer'schen Sternzellen, nicht in den Leberzellen selbst ihren Sitz hat, so dass zwischen den letzteren sehr häufig ein schwarzer Strich sichtbar wird, der den Capillaren entspricht, zumal auch in den Capillaren selbst viel verfettete Zellen vorhanden sind.

Wie bemerkt, sind die Leberzellen fast frei von Verfettung.

Einen etwas abweichenden Befund liefert ein nur wenige Stunden älteres Präparat (20 Stunden, gleichfalls Kathode). Man sieht in demselben zunächst einen grossen lochförmigen Substanzverlust, an dessen Rändern aber Massen, aus röthlich gefärbten Fasern und Balken bestehend, erscheinen, die wohl als Fibrin zu deuten sind.

In das durch diese Balken gebildete Netzwerk finden sich eingelagert zahlreiche Zellen von der Gestalt und Grösse der Leukocyten, die dicht mit Fetttröpfchen erfüllt sind.

Die innere Lage des den Substanzverlust umgebenden Randes ist aus Gebilden zusammengesetzt, welche vielfach noch den Umriss einer einzelnen Zelle erkennen lassen, mehrfach aber auch die Form eines Balkens oder Cylinders haben, ohne dass es möglich wäre, in demselben einzelne Zellumrisse zu erkennen.

Kerne enthalten diese Gebilde nicht mehr; dagegen sieht man an einzelnen Stellen noch Anhäufungen von Kernresten,

welche unregelmässig geformt sind und sich mit Safranin noch gefärbt haben.

Daran schliesst sich nach aussen eine Zone von Lebergewebe, in welcher die Kerne etwas blasser gefärbt sind.

In ganz vereinzelter Zellen finden sich hier auch feine Fettkörnchen, welche nur hie und da einmal zu Tröpfchen zusammenfliessen.

Noch weiter nach aussen folgt intactes Lebergewebe, in welchem keine Spur von Verfettung vorhanden ist.

Auch eine Verfettung der Kupfer'schen Sternzellen sieht man hier nicht.

Dagegen zeigt sich die letztere und zwar ohne dass eine Verfettung der Leberzellen nachweisbar wäre, bei Schnitten, die von einem in der gleichen Zeit vor dem Tode (20 Stunden) mit der Anode behandelten Thiere herrühren.

Diese Verfettung aber scheint durch das ganze Präparat zu gehen, während eine Verfettung der Capillarepithelien nur in der nächsten Umgebung des Randes der den Substanzverlust umgebenden schwach gefärbten Zone sichtbar ist.

Von 32 Stunden sind nur aus Kathodenapplication hervorgegangene Präparate vorhanden, in denen die Einstichstelle und eine Nekrose zudem nicht sichtbar sind.

Einzelne Partien zeigen starke Verfettung, die Zellen sind mit kleineren und grösseren Fetttropfen angefüllt, welche letzteren die Kerne häufig verdecken.

Hie und da sind auch die Kupfer'schen Sternzellen verfettet. Eine bestimmte Beziehung zum Stich lässt sich, wie bemerkt, nicht nachweisen.

Nach 2 Tagen zeigt sich nach Einwirkung der Anode sowohl wie der Kathode der gleiche Befund; eine Nekrose um die Einstichstelle und eine sehr geringe Auswanderung von Leukocyten. Von einer Imbibition mit Blutfarbstoff ist in diesen Präparaten nichts wahrzunehmen; dagegen fällt eben so wenig eine abnorm starke Füllung und Ausdehnung der Blutgefässe auf.

In der Umgebung der Nekrose finden sich Partien, in denen die Leberzellen in oben beschriebener Weise verfettet sind. Hie und da sind auch die Kupfer'schen Sternzellen verfettet, doch sieht man diese letztere Erscheinung auch in von der Eintritts-

stelle des Stromes so entfernten Bezirken, dass hier eine Beeinflussung durch denselben den sonstigen Erfahrungen nach und in Ermangelung anderweitiger Veränderungen durchaus nicht als erwiesen erscheint. —

Ein Präparat von 4 Tagen (Kathode) ist dasjenige, welches von dem oben beschriebenen Falle her stammt, in welchem die breite Nadelspitze in die Leber nicht eingedrungen war, sondern dieselbe nur berührt hatte. Man sieht hier eine ganz blass gefärbte Randpartie, die aber doch noch Kern- und Zellumrisse bei starker Vergrösserung erkennen lässt.

Diesem Bezirk schliesst sich unmittelbar eine besser gefärbte Partie an, ohne dass sie von dem ersten durch eine Zone kleinzelliger Infiltration getrennt wäre.

Die Lebercapillaren sind erweitert und mit rothen Blutkörperchen erfüllt.

In einem Rückblick auf die Veränderungen im Lebergewebe kann ich mich in Rücksicht auf deren beschränkte Zahl und relativ geringen Grad kurz fassen.

Es handelt sich auch hier wieder um die Entstehung einer Nekrose, die von auffallend geringen Reactionerscheinungen begleitet ist.

Im weiteren Verlaufe treten dann in den an die schmale, oft kaum kenntliche Reactionszone sich anschliessenden Gebieten auch hier wohl rückgängige Metamorphosen auf, die aber gerade im Lebergewebe, das an und für sich Neigung zu Verfettungen zeigt, wenig Charakteristisches darbieten und sich nicht in unbestreitbar beweisender Art äussern.

Immerhin bietet die fettige Degeneration der unter ganz normalen Verhältnissen auftretenden Fettinfiltration gegenüber doch manche Unterschiede, die für das Auftreten degenerativer Vorgänge bei unseren Versuchen sprechen. So sahen wir in dem Präparate von 20 Stunden namentlich:

1) dass das Fett in feineren Körnchen in den Zellen abgelagert war¹⁾;

2) dass die Verfettungen an circumscribten Stellen in geringer Entfernung von dem nekrotisirten Gebiete auftraten, wäh-

¹⁾ Vergl. Birch-Hirschfeld, Lehrbuch der pathol. Anatomie. 1876. S. 946 ff.

rend das übrige Lebergebiet von Fettinfiltration ganz frei war oder höchstens die Kupfer'schen Sternzellen verfettet waren, die am ehesten der Fettinfiltration auch unter normalen Verhältnissen anheim zu fallen pflegen. Nichtsdestoweniger wiederhole ich meine früher ausgesprochene Meinung, dass eine absolute Beweiskraft diesen Deductionen nicht zugesprochen werden kann und zwar um so weniger, als andere rückgängige Metamorphosen, wie die trübe oder die hydropische Schwellung, die der fettigen Degeneration vorauszugehen pflegen, in den Präparaten nicht zur Anschauung gelangten.

d) *Elektrolyse des Hodengewebes.*

Der Hoden ist diejenige Drüse, welche wenigstens ihrer zugänglichen Lage wegen zu elektrolytischen Versuchen wie geschaffen erscheint.

Es wurden im Ganzen 16 männliche Kaninchen mit Hodengalvanolyse behandelt, von denen 11 auch noch zu anderen elektrolytischen Versuchen sofortige oder spätere Verwendung fanden. Nur selten und zwar nur im Anfange wurden die Experimente an beiden Hoden zugleich vorgenommen; später, nachdem ich darauf aufmerksam geworden war, dass bei Kaninchen und anderen Thieren im Hoden nicht nur Fettablagerungen, sondern auch eine in fettiger Degeneration gipfelnde periodische Senescenz einiger Gewebspartien beobachtet werden könne, wurde der eine Pol an einen Hoden und der andere an indifferenter Stelle (meistens zur gleichzeitigen Erlangung eines Muskelpräparates in die Musculatur) applicirt, um den zweiten Hoden als Controle conserviren zu können.

Es wurden nur schwache Ströme von 2,5 MiA angewandt, nachdem ich bei grösserer Stromstärke (10 MiA), wenigstens nach Anodenapplication, eine trockene Nekrose des Hodens sammt Hodensack in toto erfolgen sah.

Die Nadel wurde meistens in der Längsrichtung durch den aus dem Leistenkanal herausgedrängten Hoden gestossen. Die Dauer der Stromapplication betrug je 10 Minuten.

Die Thiere waren in tiefer Aethernarkose.

Während der Operation war ein sehr starkes Knistern bei Benutzung der Anode sowohl, wie der Kathode wahrnehmbar.

Auch nach Anwendung eines verhältnissmässig so schwachen Stromes schwoll der behandelte Hoden sichtlich auf, namentlich übrigens der mit der Kathode behandelte.

Nach Beendigung der Elektrolyse zeigte ein solcher Hoden neben der angeführten Schwellung durch das bedeckende Scrotum hindurch eine blauröthe bis blauschwärzliche Verfärbung und fühlte sich prall an; bei mässigem Fingerdruck wurde ein Knistern im Gewebe sehr deutlich vernommen.

Die Gedunsenheit und Farbenveränderung hielt sich fast in allen Fällen bis zur Tödtung des Thieres, bezw. bis zur Entfernung des bearbeiteten Organs.

Die Thiere wurden getödtet, bezw. ihrer Hoden durch Castration beraubt nach 5 Stunden, nach 18—20 Stunden, nach 38 Stunden, nach 2 Tagen und nach 5 Tagen. Die Organe wurden auch diese Male mit Flemming'scher Lösung und Safranin behandelt.

Mikroskopische Untersuchung. Nach 5 Stunden zeigte sich in Querschnitten, die den Stichkanal in ihrer Mitte hatten, um den diesen darstellenden Defect eine breite, bald gelbgrünliche, bald braungelb tingirte, stark getrübt Zone. In dieser, die sehr unregelmässige Contouren und zuweilen weitgehende Ausläufer zeigte, so dass sie durchschnittlich etwa $\frac{1}{3}$ des Schnittes im Durchmesser einnahm, war von der Verfärbung sowohl das interstitielle Bindegewebe, wie auch häufig der Querschnitt der Tubuli betroffen, deren Lumen durch einen trüben, körnigen, gleichfarbigen Inhalt völlig ausgefüllt erschien.

In dem ganzen Bezirk war eine Kernfärbung nirgends eingetreten. An den Rändern desselben sah man das intertubuläre Bindegewebe zuweilen durch prall gefüllte Gefässe markirt, in denen die Blutkörperchen rothe Färbung angenommen hatten.

In diesen Bindegewebszügen erschien ferner Fett in ganz kleinen Tröpfchen, die hie und da confluirten. Das Fett lag theilweise frei, theilweise in den Spindelzellen dieses Gewebes suspendirt.

Leukocyten sah man weder in dem durch Safranin nicht gefärbten, anscheinend mit Blutfarbstoff imbibirten Bezirk, noch in dessen Umgebung.

In anderen Schnitten erschienen die grossen Fettmassen am

Hilus des Hodens theilweise wie aus den Zellen herausgesprengt und in grössere und kleinere Tropfen zerfallen, so dass wahrscheinlich auch die kleinen Fetttröpfchen im interstitiellen Gewebe von solchem zerstörten Fettgewebe herrühren dürften.

Am +Pol liegt um die gleiche Zeit derselbe Befund vor, nur dass das soeben beschriebene Fett im intertubulären Gewebe noch reichlicher ist.

Nach 18 Stunden findet sich an der Anode im Innern des Präparates, mehr nach dem Rand desselben hin gelegen, ein grösserer unregelmässiger Defect, der vermuthlich dem Einstich und dem grössten Theile der um ihn herum gelegenen Nekrose entspricht. In der Umgebung dieses Defectes sieht man noch vielfach Querschnitte der Hodenkanälchen aus den Schnitten ausgefallen. Hie und da wird an diesen Stellen fleckenweise starke Imbibition des Bindegewebes mit Blutfarbstoff deutlich; man sieht in demselben vielfach kleinere Fettkugeln, theils frei, theils in den Zellen, vielfach auch dicht um die Hodenkanälchen herumgelagert. Es sind jetzt aber auch schon ziemlich reichlich Leukocyten bemerkbar, namentlich im Bindegewebe; ziemlich selten sind dieselben in die Hodenkanälchen und zwischen die Epithelien vorgedrungen. Eine Reihe von Hodenkanälchen ist im Centrum blasser gefärbt; zum Theil sind die Epithelien hier kernlos.

Zuweilen zeigen sich an letzterwähnter Stelle auch in einer körnigen Masse, die keine Färbung angenommen hat, kleinste Fetttröpfchen, die mit gewöhnlicher Trockenvergrösserung noch eben erkennbar sind.

In den Centren der Samenkanälchen mit besser gefärbtem Epithel sieht man fast durchgängig noch Spermatozoen.

Ein ungefähr aus gleicher Zeit (20 Stunden) stammendes Präparat von der Kathode zeigte im Grossen und Ganzen denselben Befund: Nekrose, Leukocyteinwanderung, Desquamation und Verfettung der Epithelien und Fetttropfen im Bindegewebe.

In den Kathodenpräparaten von 38 Stunden sah man einen grösseren nekrotischen Bezirk, welcher keine Färbung mit Saffranin angenommen hatte, aber fleckenweise noch mit Blutfarbstoff imbibirt und durch Fett und körnigen Detritus enthaltende Massen unterbrochen war. In intertubulären Binde-

gewebiszügen erschien noch immer feinkörniges Fett in grossen Mengen, das sich jetzt übrigens auch im Innern der nach dem Hilus hinziehenden Lymphspalten entdecken lässt.

Leukocyten waren auch zuweilen in gruppenförmigen Ansammlungen sichtbar.

Die Veränderungen an den Epithelien der Hodenkanälchen wichen von den in den früheren Präparaten gefundenen nicht ab.

Auffallend erschien es nur, dass an einigen wenigen Stellen die Epithelzellen, auch die äusseren Schichten, in den Kanälchen keine Tinction angenommen hatten, während im Lumen derselben Anhäufungen rundlicher Zellen mit gut gefärbten Kernen (wohl Spermatoblasten) und frei in Bündeln dazwischen gelagerter gleichfalls gefärbter Spermatozoen erkennbar waren.

Die Präparate von der Anode aus der gleichen Zeit sind derartig zerfallen, dass die Beziehung der sich zerstreut vorfindenden ähnlichen Veränderungen zu der Einstichstelle nicht mehr zu eruiiren sind.

Nach 2 Tagen hat das Fett, das überall im Bindegewebe sichtbar war, entschieden abgenommen: aber auch hier sieht man im Lumen der Gefässe hin und wieder schwarz gefärbtes Fett.

Alle erwähnten Erscheinungen treten am deutlichsten an einem Hoden hervor, der um die gleiche Zeit mit der gleichen Stromstärke aber unter Anwendung zahlreicher Volta'scher Alternativen behandelt war.

Hier finden sich recht zahlreiche Leukocyten, die häufiger bis in das Lumen der Kanälchen vorgedrungen sind. Die Verfettung der Epithelien ist hier weiter vorgeschritten als in den früheren Präparaten.

Ein Vergleich mit den vorhandenen Controlpräparaten ergab in diesen weder Verfettungen der Epithelien, noch Fett im intertubulären Gewebe.

Nach 5 Tagen sieht man in einzelnen Samenkanälchen sämtliche Schichten der Epithelien verfettet. Auch hier ist jedoch wegen der starken Zerbröckelung der Schnitte eine genauere Orientirung nicht möglich.

Ein Rückblick auf das Resultat der Befunde ergibt keinen Unterschied gegenüber den Veränderungen, die sich in den

beiden bisher beobachteten Gattungen von Drüsengewebe vorhanden.

Mehr nur als Anhang zu den vorstehenden elektrolytischen Versuchen möchte ich kurz ein Beispiel von

e) Galvanolyse einer serösen Haut

anführen. — Herr Dr. Karapet Wlassow, Assistent am Pathologischen Institut in Moskau, welcher in der hiesigen Pathologisch-anatomischen Anstalt mit Arbeiten über die Herkunft des Fibrins beschäftigt ist, nahm auf meine Veranlassung bei einem Kaninchen eine Galvanolyse der Pleuralhöhle vor, in der Erwartung, durch dieselbe Fibrinniederschläge zu erzielen.

Um grössere Läsionen der Lunge zu vermeiden, wie um die elektrolytische Wirkung auf die ganze Ausdehnung beider Pleurablätter zu vertheilen, wurde der betr. Brustfellsack eines Kaninchens zuvor durch Injection einiger Cubikcentimeter 0,6procentiger Kochsalzlösung ausgefüllt.

Es zeigte sich nun, nachdem eine Stromstärke von 5 MiA 5 Minuten lang zur Anwendung gekommen war, nach 4 Tagen, nach deren Ablauf das Thier getödtet wurde, eine makroskopisch sehr deutlich erkennbare umfangreichere fleckige Auflagerung auf beiden Pleuren, die damals mit Sicherheit für Fibrin erklärt wurde. Von Flüssigkeit fand sich im Pleuraraume keine Spur vor.

Die ausgeschnittenen Lungenstückchen, welche die scheinbaren Auflagerungen (die in je zwei grösseren Feldern an der Pleura pulmonalis und Pl. costalis aufgetreten waren) enthielten, wurden theils mit Sublimat, theils mit Alkohol gehärtet und mit Eosin gefärbt.

Eine mikroskopische Untersuchung, deren Befunde mir Herr Dr. Wlassow in dankenswerthester Weise zur Verfügung stellte, ergab Folgendes:

In beiden von der Lunge selbst herrührenden Präparaten sieht man einen kleinen schmalen Substanzverlust, um den sich eine mehr oder weniger breite Nekrose vorfindet, welche sich als solche durch mangelnde Kernfärbung und eine Veränderung des Capillareninhaltes kennzeichnet. Diese Veränderung besteht darin, dass die Gefässe durch eine mehr homogene und hyaline,

nur zuweilen körnig erscheinende Masse ausgefüllt sind, die sich durch Eosin roth gefärbt hat und in der man nur noch Reste von rothen Blutkörperchen erkennt.

Einen Blutaustritt nimmt man nirgends wahr.

Um die nekrotische Zone herum findet sich eine solche der Entzündung: man sieht die Blutgefäße erweitert und stark angefüllt, in den Alveolen ein Exsudat und zahlreiche Leukocyten, wie bei der katarrhalischen Pneumonie.

An den Rändern namentlich dieser entzündeten Zone nach dem normalen Lungengewebe hin erscheinen deutliche Wucherungsvorgänge im Lungengewebe selbst sowohl, wie auch in ganz besonders breiter Ausdehnung an der Pleura. Der Wucherungsprozess trägt durch eben diese ungewöhnliche Ausdehnung auch hier viel zu der Vortäuschung fibrinöser Auflagerungen bei. An den Epithelien sieht man karyokinetische Figuren in grosser Zahl. —

Fassen wir das Resultat aus unseren Erfahrungen, die wir betreffs der Wirkungen der Elektrolyse am lebenden Gewebe gemacht haben, zusammen, so werden wir

1) wiederholen müssen, dass an der Eintrittsstelle des Stromes zunächst eine Nekrose entsteht, die von einer nur mässigen, aber doch in ihrer Intensität nach der Art der behandelten Gewebe schwankender, reactiven Entzündung gefolgt ist, welche, wenn keine Verunreinigungen des Stichkanales erfolgen, auch nicht zu Eiterungen zu führen scheint;

2) dass auch in weiterer Entfernung von dem Einstich schon nach einmaliger Application des Stromes sich Schädigungen in der Vitalität der Gewebe ausbilden, die mehr oder weniger schwere regressive Metamorphosen nach sich ziehen;

3) dass normales Gewebe durch schnell auftretende und sehr umfangreiche Wucherungsvorgänge auf eine baldige RepARATION der gesetzten Schädigungen hinarbeitet;

4) dass eine wesentlich differente Wirkung der beiden Pole auf die Art der in Betracht kommenden Veränderungen gar nicht, in geringem Maasse aber bezüglich der Intensität zu beobachten war. Der + Pol scheint in Bezug auf Schnelligkeit und Umfang der eintretenden degenerativen Prozesse der wirk-samere zu sein.

C. Die Einwirkung galvanischer und faradischer Ströme auf die lebenden Gewebe bei Application auf die unverletzte äussere Haut.

Untersuchungen aus diesem Gebiete liegen meines Wissens bisher nicht vor. Auch die hier wiedergegebenen machen durchaus keinen Anspruch auf irgend welche Vollständigkeit; sie beabsichtigen vielmehr nur im Anschluss an die vorstehend geschilderten Versuche einige kurze Andeutungen über die Richtung zu machen, in welchen diesbezügliche histologische Veränderungen zu suchen sein werden. Auch haben diese Experimente ihren Abschluss noch nicht gefunden und ich behalte mir eine spätere Veröffentlichung der Resultate eines weiteren und eingehenderen Studiums der Veränderungen nach Einwirkungen dieser Agentien, speciell so weit sie das Nervensystem betreffen, vor.

In einmaliger oder auch in mehrfachen Sitzungen wurden mit elektrischen Strömen bearbeitet:

die Cutis,
das Muskelgewebe,
der Hoden,
von peripherischen Nerven der Ischiadicus,
Gehirn und Rückenmark.

Es kam in Anwendung: Galvanisation allein, Faradisation allein und die von Watteville in die Therapie eingeführte und sich praktisch so eminent wirksam erweisende Galvanofaradisation.

Zu den Versuchen mit galvanischen Strömen kamen Stromstärken zum Theil, wie sie in der Therapie angewendet werden (Tabes, Ischias), zum Theil noch stärkere zur Verwendung. Dieselben schwankten zwischen 25 und 50 MiA.

Es wurden zu den Versuchen benutzt: 2 Hunde, 4 Kaninchen, 1 Meerschweinchen, 5 Tauben.

1. Cutis.

Es wurden die Scrotalhaut eines durch Aether narkotisirten Kaninchens mit Galvanofaradisation und zwar mit einem constanten Strome von 50 MiA Stärke und einem Inductionsstrome

von 2 Leclanché-Elementen bei einem Rollenabstande von 2 cm und langsamen Unterbrechungen, im Ganzen 13mal in eintägigen Intervallen je 10 Minuten lang bearbeitet.

Die Application der Elektroden erfolgte in der weiter unten, gelegentlich der Galvanisation des Hodens selbst¹⁾ geschilderten Weise. Eine Anätzung der Haut wurde ängstlich zu vermeiden gesucht, was auch ziemlich vollständig oder wenigstens bis zu einem das Experiment in keiner Weise beeinträchtigenden Grade gelang.

Es zeigte sich nun schon nach der 4. Sitzung eine bedeutende teigige Verdickung der Scrotalhaut, die stets während des Stromschlusses etwas nachliess, um bald nach Beendigung des täglichen Experimentes wieder in der alten Stärke aufzutreten, ja noch über diese hinauszugehen.

Bei der nach der Tödtung des Thieres erfolgten Auftrennung des Hodensackes, sah man diesen enorm verdickt, so dass er eine etwa $\frac{1}{2}$ cm dicke, schwartige Tasche bildete, in welcher der unten noch näher zu beschreibende Hoden, durch Adhäsionen verkittet, aber ziemlich leicht auslösbar, festsass.

Bei der mikroskopischen Untersuchung (das Präparat war nach Analogie der früher beschriebenen behandelt worden) traten die Anzeichen umfangreichen Oedems, verbunden mit stärkerer Entzündung in den Vordergrund. Die letztere zeigte sich namentlich in den tieferen Gewebsschichten, die dicht mit polynucleären Leukocyten durchsetzt waren.

In den oberen Schichten dagegen waren die Spalträume des Bindegewebes überall mit einem fädigen, rothgefärbten Exsudat erfüllt, das die Wände jener aus einander drängte. Neben den auch hier sich immerhin reichlich vorfindenden fragmentirten Kernen der Leukocyten sieht man auch hin und wieder andere grosse Kerne um die man zuweilen die Contouren einer sie umgebenden Protoplasmamasse erkennt. Es ergeben sich mithin hier ganz ähnliche Verhältnisse, wie sie Prof. Grawitz beschrieb und abbildete, um seine Annahme, dass eine Umbildung der zwischen den Zellen gelegenen und aus ihnen hervorgegangenen Grundsubstanz in Kerne und schliesslich in Zellen möglich wäre, zu begründen.

¹⁾ Vergl. S. 434.

Nach Ansicht des Herrn Geh. Hofraths Prof. Ziegler handelt es sich hier wahrscheinlich um hydropisch degenerirte Bindegewebszellen.

Die rothgefärbten, aus hin- und herziehenden Fasersträngen bestehenden Massen dürften als Fibrin zu deuten sein.

2. Quergestreifte Musculatur.

a) Die Oberschenkelmusculatur eines Kaninchens wurde in Aethernarkose zwischen zwei Platten, die auf der äusseren und inneren Fläche des Gliedes durch Andrücken fixirt erhalten wurden, einmal 10 Minuten lang mit einer Stromstärke von 10 MiA ohne Stromwendungen behandelt. In den Präparaten von dem betr. Thiere, welches man den Versuch 16 Stunden überleben liess, wurden Veränderungen nicht gefunden.

Eben so wenig bei einem anderen Thiere, welches 8 Stunden nach dem Experiment am Leben blieb.

b) Bei einem Meerschweinchen hingegen, welches in der gleichen Weise und an denselben Körperstellen mit stärkerem Strome von etwa 30 MiA 2mal, je 10 Minuten lang — das eine Mal 24, das andere 6 Stunden vor dem Tode — bearbeitet worden war zeigten die der Haut am nächsten gelegenen Muskelschichten an der Kathodenseite mikroskopisch das Bild der wachsartigen Degeneration: Die Muskelfasern hatten sich schlecht gefärbt, waren bald getrübt, bald in Schollen zerklüftet und entbehrten an anderen Stellen der Querstreifung. Am Rande des veränderten Bezirkes machte es den Eindruck, als ob schon Wucherungen einzutreten im Begriffe wären, indem man auffallend oft das Bild langer Kernreihen zwischen den Muskelfasern in den Gesichtsfeldern erschien.

c) Ferner wurden 2 Hunde, an denen gleichzeitig die Wirkung der Galvanisation auf das Gewebe der peripherischen Nerven studirt werden sollte, in oben beschriebener Weise behandelt, nur dass die äussere länglich und schmal gestaltete und gepolsterte Platte an der Stelle der Haut aufgesetzt wurde, unter der ganz oberflächlich der N. ischiadicus zu verlaufen pflegt. Es wurde so mehrfach ein Strom von 50 MiA je 10 Minuten lang bei 3 Volta'schen Alternativen in der Minute durch die Oberschenkelmusculatur hindurch geführt.

Diese Versuche wurden an den betr. Thieren an jedem Tage einmal und zwar 4 und 8 Tage lang fortgesetzt.

Nach dieser Zeit wurden die Thiere getödtet und ihnen nicht oberflächlich, sondern aus der Tiefe der Oberschenkel-musculatur Stückchen entnommen, die dann in der üblichen Weise präparirt wurden.

In den betr. Schnitten zeigten sich nun die vordem bei dem Meerschweinchen beobachteten degenerativen Veränderungen nicht, dagegen eine Vermehrung der Kerne. Es machte den Eindruck, als ob verschiedenartige Kerne sich an der Wucherung theiligten, jedenfalls erscheint es für die Kerne des Sarcolemms aus den Präparaten beweisbar.

Da bei dem einen Hunde der eine Oberschenkel nicht zu Versuchen benutzt worden, sondern Controlpräparate aus seiner Musculatur von gleicher Stelle angefertigt worden waren, so wurde, um für das behauptete Bestehen einer Wucherung einen zahlenmässigen Anhalt zu haben, eine Zählung der Kerne in je 6 Gesichtsfeldern vorgenommen, deren Durchschnittsergebnisse in folgender Weise einander gegenüberstanden.

Hund I.	Controlpräparate durchschnittlich	
	im Gesichtsfelde	73,16 Kerne.
Hund I.	Nach 4maliger Galvanisation durch-	
	schnittlich im Gesichtsfelde . .	93,65 -
Hund II.	Nach 8maliger Galvanisation durch-	
	schnittlich im Gesichtsfelde . .	194,1 -

Ein Beweis für die Vermehrung der einen oder anderen Kerngattung in den Präparaten ergab sich allerdings nicht, da alle im Gesichtsfelde auftauchenden Kerne gezählt wurden (also z. B. auch die in den Capillaren oft dicht gereiht sich vorfindenden Blutkörperchen).

d) Schliesslich wurde bei einem tief narkotisirten Meerschweinchen die Musculatur des vorher rasirten Oberschenkels 4mal hinter einander in je 24stündigen Intervallen mit den stärksten Inductionsströmen, die mein Apparat bei völlig aufgeschobener Secundärrolle lieferte, je 10 Minuten lang behandelt und das Thier 18 Stunden nach dem letzten Experimente getödtet. — Die nach der beschriebenen Methode angefertigten Präparate lieferten nun einen meiner Ansicht nach mehr als in

einer Hinsicht ergebnissreichen Befund. Zunächst fiel in denselben eine mässige Wucherung des Bindegewebes und eine solche der Kerne des Sarkolemmes auf.

Die Substanz der Muskelfasern ist vielfach in Sarkolyten zerklüftet. Die einzelnen Stücke zeigen Längsstreifung, während Querstreifung an ihnen nicht mehr wahrgenommen werden kann. Deutlich sind die Fibrillen durch den Schwund der homogenen Bindemasse in ihrem Zusammenhange gelockert; ihr Verlauf ist etwas geschlängelt.

Die Kerne sind zum Theil etwas aufgequollen und enthalten dann gröbere, verklumpte Chromatinbrocken.

In der Continuität der Fasern finden sich stärkere Kernanhäufungen, zwischen denen stellenweise gelblich gefärbte Muskelsubstanz erkennbar ist, die unter Schwund der Fibrillenstruktur einen mehr körnigen Habitus zeigt und sich in weiterer Ausdehnung in Schollen zerklüftet hat.

Diese Sarkolyten haben meistens einen Kern.

Auch an den erwähnten Stellen, wo die Kerne dicht liegen, lassen sich noch meistens Spuren des Muskelplasmas als Sarkolytenreste nachweisen; dasselbe hat jedoch dort den specifischen Farbenton mehr oder weniger eingebüsst und sieht mehr homogen und glasig aus.

Der Zerfall beschränkt sich nicht nur immer auf eine Faser, sondern man sieht auch stellenweise sonst noch unveränderte Fasern nur an einer Stelle in den Veränderungsprozess mit einbezogen, während dann in der Nähe der zerklüfteten Partie wieder normales Plasmagefüge zu Tage tritt.

In den anderen benachbarten Partien sieht man Bildungen von Kernreihen, wie sie durch amytotische Kerntheilung zu entstehen pflegen.

An einer Faser im Präparate, die nur geringe Veränderungen, vor Allem aber Längs- und Querstreifung wohl erhalten zeigt, bemerkt man ganz deutlich um die in einer Reihe angeordneten Kerne ganz deutlich einen Hof gekörnten Plasmas von der Färbung der Muskelfasern¹⁾.

¹⁾ Im Uebrigen ist, wie bemerkt, gerade diese Faser in ihrer Struktur ausser an den angeführten Stellen kaum alterirt. Zu entscheiden, inwieweit an einzelnen Stellen die Sarkolytenbildung auf einen directen

An anderen Stellen aber lassen sich auch kernfreie Sarkolyten nachweisen; die meisten aber sind kernhaltig.

Jedenfalls ist durch das vorliegende Präparat erwiesen, dass nach mehrfacher starker Faradisation 1) eine Wucherung des Sarcolemms und des Bindegewebes auftritt und 2) eine Wucherung der Muskelkerne durch amyototische Theilung und Sarkolytenbildung.

Inwiefern eine Parallele zwischen den Veränderungen im Muskel nach Galvanisation einerseits und Faradisation andererseits zu ziehen angänglich ist, lässt sich bei dem beschränkten Umfange dieser Versuche selbstredend nicht ermessen.

3. Hoden.

Die Versuche mit Galvanisation wurden in der Weise vorgenommen, dass eine mit einem feineren Lampendocht überzogene und mit der einen Elektrode in Verbindung gebrachte Platindrahtschlinge um den breiten Hals des Scrotum eines Kaninchens gelegt wurde, nachdem durch geeignete Manipulationen das Heraustreten des oft eingezogenen Hodens aus der Bauchhöhle bewirkt war.

Die schlingenförmige Elektrode bildete so ein gepolstertes, kranzartiges Kissen, dem einerseits der Hoden nach Aufsetzen einer zweiten kleineren schwammüberzogenen und mit dem anderen Pole verbundenen Plattenelektrode nicht entgleiten konnte und das andererseits die Reinheit des Versuches trübende Quetschungen nicht zuliess.

Beide Elektroden waren zuvor mit einer warmen Kochsalzlösung durchtränkt. Ein Bruchtheil der durch das Galvanometer angezeigten Stromstärke ist natürlich wohl durch die von Zeit

Einfluss der gewucherten Kerne zurückzuführen ist, erachte ich mich nicht für competent. Jedenfalls ist es mit absoluter Sicherheit zu erkennen, dass jeder Kern von einer körnigen Plasmazone umgeben ist und dass die benachbarten Fasern vollständig intact sind. Bezüglich des hiebei in Frage kommenden Streites Loos-Menschikoff vergl. die Habilitationsschrift von A. Loos, Ueber die Betheiligung der Leukocyten an dem Zerfall der Gewebe im Froschlarvenschwanz während der Reduction desselben. Ein Beitrag zur Phagocytenlehre. Leipzig 1879.

zu Zeit eintretende, aber unvermeidliche Berührung der Elektroden unter einander verloren gegangen.

Die gleiche Vorrichtung wurde zur Faradisation benutzt, nur dass statt der zweiten Platte ein Metalldrahtpinsel zur Anwendung kam.

Es wurden zu diesen Versuchen 2 Hunde und 3 Kaninchen verwandt: die ersten beiden und 2 von den letzteren dienten auch zu anderen Versuchen.

a) Nach einmaliger Galvanisation, während 10 Minuten, bei der die Stromstärke auf 25 MiA gesteigert wurde und bei je 2 Stromwendungen in der Minute fiel an dem Hoden ein gedunsenes, blaurothes Aussehen auf, das aber $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Sitzung dem normalen Platz gemacht hatte. Das Thier lebte 18 Stunden.

In Schnitten zeigten sich ausser einer etwas über das Normale hinaus gehenden Füllung der Gefässe nur vereinzelte kleine Fetttropfchen im interstitiellen Gewebe, in der Art der früher bei Schilderung der elektrolytischen Wirkungen angeführten Befunde.

b) Derselbe Befund — nur dass das feinkörnige Fett noch reichlicher auftrat — ergab sich nach einer einmaligen Faradisation in der früher geschilderten Stärke. Die in beiden Fällen zum Vergleich herangezogenen Controlpräparate von dem anderen, nicht bearbeiteten Hoden jedes dieser Thiere, ergab in den letzteren stets grössere Fettmassen am Hilus, aber kein Fett im intertubulären Gewebe.

c) Als von sehr geringem Werth für die Erzielung unzweideutiger Befunde erwies sich die wiederholte Galvanisation am Hundehoden.

Be einem dieser Thiere (dieselben waren zuvor durch Subcutaninjection von 4—6 g einer 5procentigen Morphinlösung narcotisirt) werden beide Hoden gleichzeitig, wie sie im Scrotum lagen, mit 4maliger, in Abständen von 24 Stunden sich wiederholender Galvanisation (50 MiA 10 Min.) behandelt; das letzte Mal 6 Stunden vor dem Tode.

Es zeigten sich hier durchweg die früher nach Elektrolyse des Kaninchenhodens vorgefundenen Resultate: Fett im interstitiellen Bindegewebe und in den intertubulären Lymphspalten und starke Verfettung der Epithelien.

Vielfach sieht man das Fett auch eingeschlossen in Mesenchymzellen, andererseits auch in grossen Klumpen.

Auffallend erschien die aussergewöhnlich gleichmässige Grösse der Fettkörnchen in den Epithelien.

Spermatozoen erschienen deutlich auch in Kanälchen, die nicht ganz intact waren.

Da dem oben Gesagten nach keine Controlpräparate vorlagen, war es in Anbetracht der früher schon berührten Verhältnisse des Hodens immerhin zweifelhaft, welche Veränderungen auf Rechnung der elektrischen Behandlung zu setzen waren. Bei dem zweiten Hunde, der in gleicher Weise, aber 8mal, behandelt wurde, gebrauchte ich deshalb die Vorsicht, vor der Vornahme der ersten Galvanisation den einen Hoden zu castriren und als Controlpräparat anzulegen. Eine mikroskopische Untersuchung ergab später eine sehr starke Hyperämie und Verfettungen in ausgedehntestem Maasse.

Auch hier wurden noch in einzelnen Samenkanälchen Spermatozoen gesehen.

Die Betrachtung der Controlpräparate ergab aber auch hier Verfettungen aller Art (auch der Epithelien), wenn auch nicht in dem Maasse, wie an dem behandelten Organ.

d) Werthvoller war der Befund an dem Hoden eines Kaninchens, das 13mal mit Galvanofaradisation (50 MiA; Rollenabstand = 0) behandelt wurde. Es waren vor Beginn der Behandlung Controlpräparate durch einseitige Castration sichergestellt. Dieselben enthielten übrigens nirgends auch nur Spuren von Verfettung. —

Der 6 Stunden nach der letzten Behandlung entfernte Hoden, dessen Scrotum in der oben (S. 429) beschriebenen Weise verändert war, erschien wie plattgedrückt, weich, schlaff, blutroth, als ob sein Gewebe allein aus roth injicirten, stark gefüllten Gefässen bestände.

Beim Zerlegen des Organs in kleine Stückchen behufs Verbringung desselben in die Fixationsflüssigkeit entleerten sich im Verhältniss zu den sonst gemachten Beobachtungen ungewöhnlich grosse Mengen Blut.

Was den mikroskopischen Befund anlangt, so sieht man zunächst überall Gruppen von feinkörnigem Fett im intertubulären

Bindegewebe, welches stark durchfeuchtet, ab und zu von Rundzellen durchsetzt und an anderen Stellen auch blutig infiltrirt ist. Die Epithelien der Hodenkanälchen sind durchweg schlecht oder gar nicht gefärbt, meist mit einem trüben fetthaltigen Detritus erfüllt, so dass der Inhalt nicht recht klar erkennbar ist. Wo die Epithelien erhalten sind, erscheinen in denselben Gruppen von feinkörnigem Fett, dazwischen aber auch grössere Kugeln.

An anderen Stellen sind die Zellkerne theils geschrumpft, theils vergrössert. Nirgends sieht man hier das Chromatingerüst der Kerne, wie sonst bei den an Kerntheilungsfiguren reichen Epithelzellen.

Die Spermatoblasten sind in diesem Gebiete dagegen meist vergrössert; sie erscheinen bei Immersionsvergrösserung wie aufgequollen und hellere kuglige Tropfen in ihrem Inhalte zeigend.

Auch die Kerne der Spermatoblasten sind wie blasig aufgetrieben und die sonst in ihnen sichtbare Zeichnung mangelt. Daneben sieht man oft deutlich innerhalb des Zellenleibes der Spermatoblasten Kugeln von verschiedener Grösse, wie Fettkugeln aussehend, aber durch die Osmiumsäure nicht gefärbt. Vielfach sieht man in denselben das Auftreten zahlreicher, bald mehr rundlicher, bald mehr polygonal erscheinender Kerne. In anderen solcher Kugeln, deren Grösse sehr schwankt, erscheinen schwarz tingirte kleinste Fettkörnchen bei Immersionsvergrösserung auf dem gelblichen Grundton dieser Gebilde.

An anderen Stellen des Präparates wieder ist die Degeneration nicht so weit fortgeschritten. Man unterscheidet hier die einzelnen Zellen ganz deutlich und ebenso auch deren Kerne, mit deutlich erkennbarem, oft stark verklumptem Chromatingerüst. Noch an anderen Partien finden sich die Kerne in ganz normalem Zustande und Kerntheilungsfiguren in allen Stadien. Das Knäuelstadium herrscht jedoch vor.

Auffällig ist, dass sich auch in den mit reichlichen Detritusmassen angefüllten Kanälchen noch Spermatozoen vorfinden, welche die Saffraninfärbung angenommen haben und büschelförmig bei einander liegen. Häufig sind Riesenzellen im Präparat. — Einige Stückchen des betr. Hodens waren in Alkohol gehärtet worden und wurden mit Hinsicht auf die früher bei Galvanolyse gefundene, der Amyloidreaction ähnliche Färbung mit Jod behandelt.

Man sieht nun in den betr. Schnitten, dass auch jetzt die Epithelien wieder eine dunklere, braunrothe Färbung angenommen haben und zwar bei einem Vergleich mit den anders behandelten Schnitten vorwiegend da, wo die hydropische Degeneration besonders in die Augen springt. Aber auch hier wieder ist, wie in den von Elektrolyse herrührenden Präparaten das Blut in den Gefässen und an einigen Stellen in der Umgebung der letzteren, in die vermuthlich Blutfarbstoff diffundirte, ebenso von der Reaction betroffen.

Eine nachträgliche Behandlung der Schnitte mit 1procentiger Schwefelsäure ergab eben so wenig wie die Färbung mit Methylviolett und Salzsäure den früher beschriebenen Befunden nach Galvanolyse gegenüber irgend einen erwähnenswerthen Unterschied.

Eine Erklärung der beschriebenen, so merkwürdigen Befunde in diesen Hodenpräparaten zu geben, ist um so schwieriger und mir um so mehr unmöglich, als durch die neuesten Arbeiten über Spermatogenese wieder ein grosser Theil unserer bisherigen histologischen und physiologischen Anschauungen bezüglich dieses Organs in Frage gestellt zu werden droht.

Was die beschriebenen, so räthselhaft erscheinenden Kugelbildungen anlangt, so könnte es sich möglicherweise um Epithelzellen handeln, deren Kerne sich fortgesetzt getheilt haben, ohne dass eine Theilung des Protoplasmas erfolgte. Wir würden ihnen dann den Werth von Riesenzellen, die sich auch sonst in dem Präparate reichlich finden, zuzusprechen haben.

4. Nervensystem.

Wie Eingangs dieses Abschnittes erwähnt wurde, beabsichtige ich, meinen bisherigen, nur sehr oberflächlichen und durchaus anspruchslosen Studien über die Einwirkung des elektrischen Stromes auf das peripherische und centrale Nervensystem in nächster Zeit durch eingehendere und detaillirtere Versuche eine breitere Basis zu geben. Nichtsdestoweniger aber glaube ich das wesentliche Resultat der bisherigen Versuche hier kurz angeben zu dürfen.

Ich schicke voraus, dass die durch die betr. Experimente erzielten Präparate nach der Marchi'schen Methode behandelt wurden: kleine Stückchen des Organs wurden 8 Tage lang in

Müller'scher Flüssigkeit und weitere 8 Tage in einer Mischung von dieser und 1procentiger Osmiumsäure im Verhältniss von 2 : 1 übertragen.

Nach sorgfältiger Auswaschung wurde in Alkohol von steigender Concentration nachgehärtet, in Celloidin eingebettet und theils mit dem Gefrier-, theils mit dem Jung'schen Schlittenmikrotom geschnitten. Die Schnitte wurden in Xylol aufgehell't und in Canadabalsam eingeschlossen¹⁾. Leider sehe ich mich hier in der Lage von vornherein ein nur theilweises Gelingen der Präparate hervorheben zu müssen, das wahrscheinlich theils auf Rechnung zu grosser Dicke der Gewebstückchen (Gehirn), theils auf eine nicht genügende Entfernung des ansitzenden Fettgewebes (Ischiadicus), durch das die Osmiumsäure absorbiert sein mag, zu setzen war. Andererseits hatte ich das Rückenmarkspräparat in übergrosser Besorgniss, es zu verletzen, im Wirbelkanal belassen und so die Wirbelsäule mit Inhalt der Härtungsflüssigkeit in toto anvertraut.

Diesen Umständen ist es wohl zuzuschreiben, dass die Präparate nur an ihren Rändern von der Osmiumsäure durchdrungen waren. Da diese aber auch hier Veränderungen markirte, so seien sie in Folgendem kurz geschildert:

Was die peripherischen Nerven anlangt, so sind schon vorher gelegentlich der Beschreibung der durch Galvanolyse erzielten Muskelbefunde (vgl. S. 405, 407) die an den Nerven sichtbaren Veränderungen mit erwähnt worden.

Dieselben gehören eigentlich mehr oder weniger an diese Stelle, weil es sich um eine directe Galvanolyse des betr. Nerven, der unverletzt blieb, damals nicht handelte.

Wie seiner Zeit erwähnt, war es in den besprochenen Fällen ein Zerfall der Markscheiden, der sich dort vorfand.

Mit äusserer Galvanisation wurden nur an je einem Ischiadicus jeder der beiden erwähnten Hunde Versuche gemacht. Der eine Nerv wurde 4mal, der andere 8mal behandelt.

Die Methodik der Experimente ist durch die früheren Schilderungen gelegentlich Besprechung der Muskelpräparate, die durch die gleichen Versuche erzielt wurden, gegeben (vgl. S. 431).

Es stellten sich nun die Befunde an dem 4mal bearbeiteten

¹⁾ Vergl. von Kahlden, a. a. O. S. 90.

Nerven als nicht völlig sichere heraus. Wenn auch hier in der Peripherie der Schnitte die Osmiumsäure bisweilen längs der einzelnen Fasern besser eingedrungen war und die Markscheiden schwarz verfärbt hatten, so trat doch der körnige Zerfall der letzteren nicht genügend oder wenigstens nicht so deutlich hervor, dass man das Präparat zu den beweisenden hätte zählen können. Nach 8maliger Galvanisation waren jedenfalls in den äusseren Partien der Präparate sichere Verfettungsprozesse in den Markscheiden nachzuweisen.

Namentlich an Querschnitten waren Zerfall und Verfettung - deutlich erkennbar.

Die Wirkung der galvanischen Ströme auf das Centralnervensystem wurde zunächst durch Experimente an 6 Tauben geprüft. Bei der Galvanisation des Rückenmarks wurde eine gut durchfeuchtete Platte auf das geschorene Hinterhaupt und den obersten Theil der Halswirbelsäule, die andere auf den untersten Theil der Brustwirbelsäule, nachdem die bedeckende Haut gleichfalls von den Federn befreit war, aufgesetzt und angedrückt erhalten.

Das Experiment wurde 4 Tage lang, täglich 2mal wiederholt.

Der Strom wurde in der Stärke von 25 MiA jedesmal bei langsamem Einschleichen 5—6 Minuten lang applicirt.

Es zeigte sich nun in Querschnitten überall am Rande, soweit die Fixationsflüssigkeit eingedrungen war, namentlich aber auch in den vorderen Wurzeln Degeneration.

Eine einmalige Galvanisation des Gehirns wurde an einem Kaninchen mittelst einer mitten auf den Schädel applicirten angefeuchteten Platte vorgenommen, während der Kopf mit Kehle und Kinn auf einer grösseren, gleichfalls durchfeuchteten, gepolsterten Elektrode aufruhete und hier angedrückt erhalten wurde.

Es kam ein Strom von 30 MiA 10 Minuten lang zur Anwendung; in jeder Minute erfolgten 2 Volta'sche Alternativen.

Das Kaninchen war nach der Galvanisation wie benommen, taumelte hin und her, erholte sich aber bald wieder und frass schon nach einer halben Stunde. Es wurde nach $6\frac{1}{2}$ Stunden getödtet.

In den Präparaten zeigte sich namentlich an Stellen, die den Hirnschenkeln, bezw. dem Fornix entsprachen, etwas Degeneration in Gestalt schwarzer Körner. Die letzteren finden sich auch in der ganzen Randfaserung.

Ebenso sieht man zuweilen in den Grosshirnhemisphären, an Stellen, die von der Osmiumsäure durchdrungen waren, beginnende Degeneration.

Die mehrfache Galvanisation des Gehirns wurde an 5 Tauben in der Weise vorgenommen, dass die Ströme mittelst mit warmem Wasser gut durchfeuchteter, gepolsterter Plattenelektroden quer durch den Kopf der Thiere geleitet wurden.

Es wurden bei sehr vorsichtigem und langsamem Einschleichen des Stromes, dessen Stärke von 5 MiA in den ersten Sitzungen allmählich auf 35 MiA gesteigert werden konnte, die Dauer des Experimentes auf 3—6 Minuten ausgedehnt.

Es wurden die Versuche an den Thieren 4-, 10- und 16mal vorgenommen, abgesehen von 2 Thieren, die sogleich in der ersten Sitzung verendeten.

Bei den länger ausdauernden Thieren, welche auch sehr häufig gegen das Ende des Experimentes anscheinend todt umsanken, gelang es, durch kürzere oder längere Zeit ausgeführte künstliche Athmung das anscheinend entflohene Leben stets wieder zurückzurufen.

Auffallend war, dass bei den am längsten behandelten Tauben eine Katarakt auftrat. Bei der 10mal galvanisirten Taube stellte sie sich nur auf dem linken Auge (es war an dieser Seite übrigens stets der +Pol applicirt worden) ein, bei dem anderen, 16mal behandelten Thiere dagegen auf beiden Augen, so dass das Thier völlig erblindet war¹⁾. Es war hier an der rechten Seite stets der positive, an der linken Seite stets der negative Pol zur Verwendung gekommen.

Auch sonst schien hier das Sehorgan auf beiden Seiten stark afficirt zu sein. Die Lider waren ödematös, konnten nicht spontan aus einander gebracht werden, verklebten durch Secrete.

¹⁾ Das Auftreten von Katarakt wurde bisher mehrfach bei Blitzschlag beobachtet: vergl. Leber, Ueber Katarakt und sonstige Augenaffectionen durch Blitzschlag. Arch. f. Ophthalmologie. Bd. 28. 1882. I—III. S. 255—282; wo sich auch die weitere Literatur über andere Fälle findet.

Experimentell erzeugte Hess auf Anregung Sattler's Blitzkatarakt bei Kaninchen und Katzen durch 6—20 schnell folgende Funken einer Leidener Flasche. Vergl. Hess, C., Experimentelles über Blitzkatarakt. Bericht des VII. internationalen Ophthalmologen-Congresses zu Heidelberg. Referat im Jahresbericht f. Ophthalmologie. 1888. S. 308 ff.

Die *Conjunctivae* waren abnorm geröthet. An einem Auge war auch die *Cornea* ziemlich stark getrübt. —

Kurze Zeit nach der Stromapplication waren noch pendelnde Zwangsbewegungen des Kopfes an den Thieren sichtbar.

Dieselben zeigten aber bald wieder normales Verhalten und Fresslust. Sogar das völlig erblindete Thier frass bis zum letzten Tage, sobald es in eine mit Körnern gefüllte Schüssel gesetzt wurde.

Bei den mehrfach galvanisirten Thieren zeigten sich unzweifelhafte Degenerationserscheinungen stellenweise in den von der Osmiumsäure gut durchdrungenen Rändern der Präparate.

Jedenfalls können wir das als erwiesen annehmen, dass auch im Gehirn, im Rückenmarke und in den peripherischen Nerven der galvanische Strom wie in anderen Organen, degenerative Prozesse von mehr oder weniger grosser Intensität sogar schon nach einmaliger stärkerer Application hervorzurufen im Stande ist.

Es kann selbstverständlich bei der geringen Summe von diesbezüglicher Erfahrung nicht meine Sache sein, mich auf das Gebiet der Theorien zu begeben und mich auf Erklärungsversuche einzulassen, inwieweit durch die erwähnten Degenerationen auch regenerative Prozesse veranlasst werden könnten und wie etwa durch oft vermuthete secundär erfolgende Verjüngungsvorgänge die praktisch so oft beobachteten Heilwirkungen der Elektrizität erklärt werden könnten — zumal es vorläufig wenigstens noch immer als streitig angesehen werden muss, ob die eigentlichen nervösen Elemente sich bei reparatorischen Prozessen wirklich reproduciren¹⁾.

Die vorstehend geschilderten Experimente und Untersuchungen wurden in dem Laboratorium der medicinischen Poliklinik mit gütiger Bewilligung des Directors Herrn Prof. Thomas ausgeführt, welchem ich hierfür an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen nicht unterlassen will.

¹⁾ Emondo Coen, Ueber die Heilung von Stichwunden des Gehirns. Beiträge zur path. Anat. u. Physiol. Bd. II. 1883. — J. Kresztszeghy und Hannes, Ueber Degenerations- und Regenerationsvorgänge im Rückenmark des Hundes nach vollständiger Durchschneidung. Ebendas. Bd. XII. 1893.