

**EXPERIMENTELLE
UND KRITISCHE
UNTERSUCHUNGEN
ZUR...**

Leopold Löwenfeld



THE
NEWBERRY
LIBRARY,
CHICAGO.

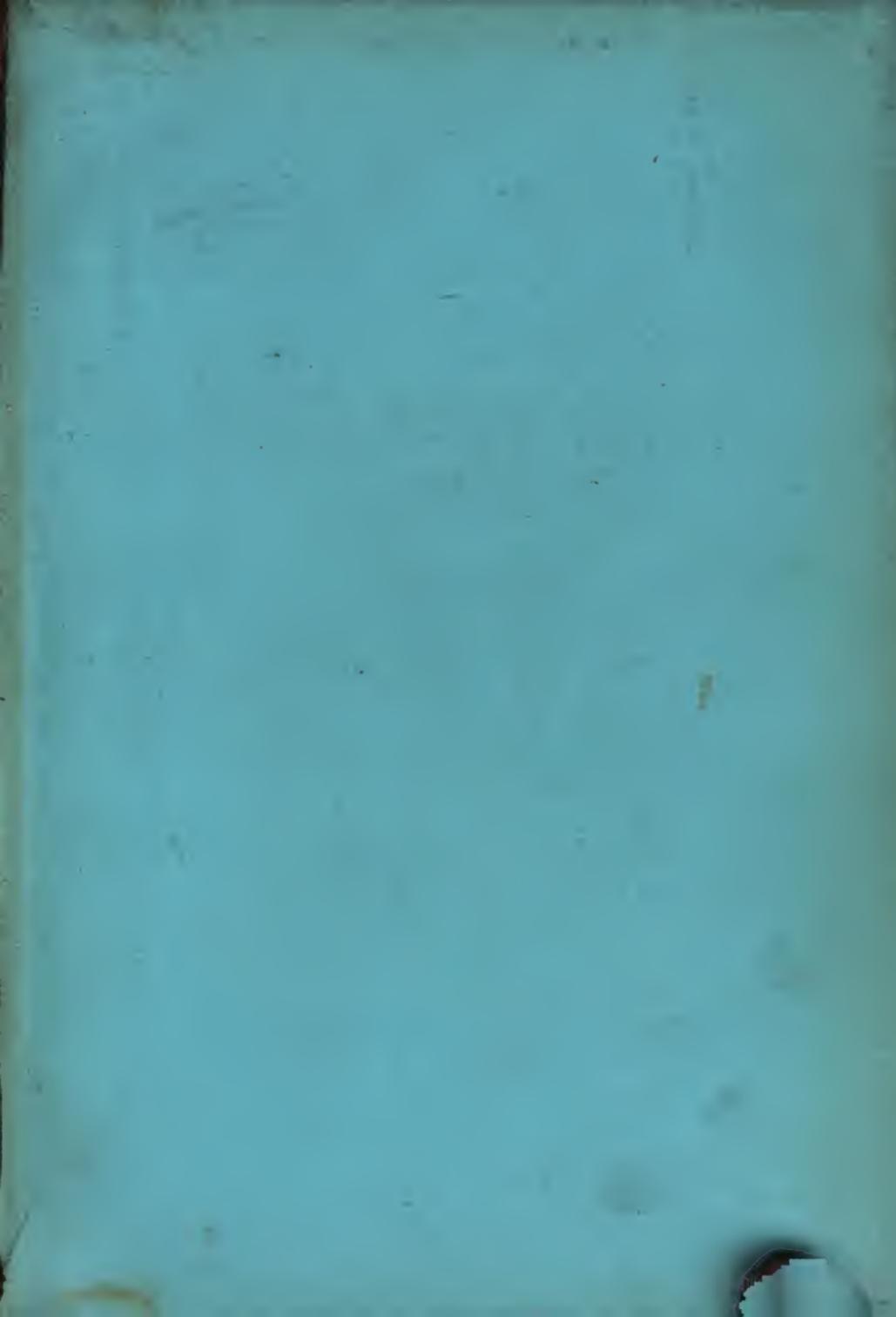
Q

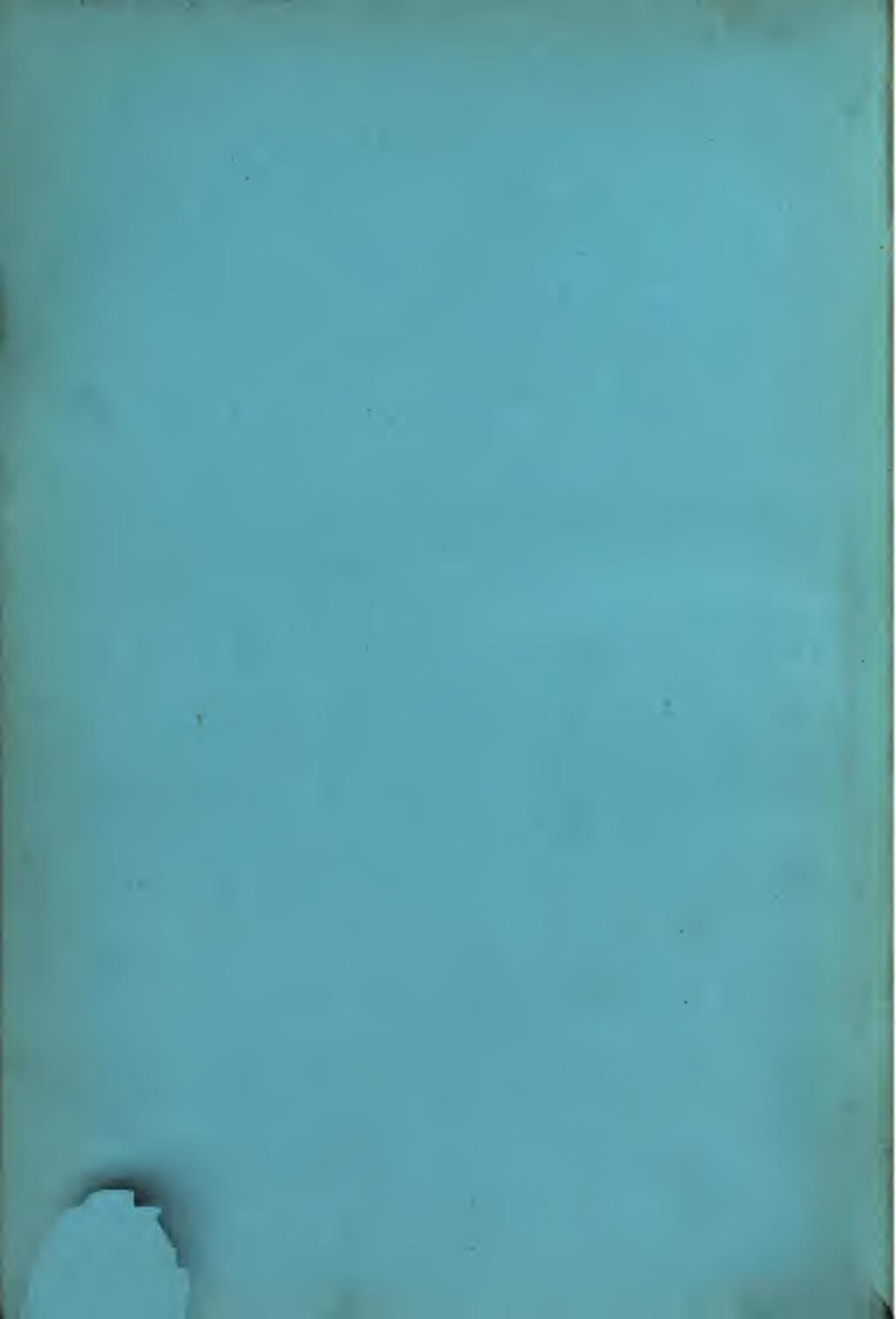
G 6

L 89

616.8







EXPERIMENTELLE UND KRITISCHE
UNTERSUCHUNGEN

LIBRARY
ZUR

ELECTROTHERAPIE DES GEHIRNS

INSBESONDERS

ÜBER DIE WIRKUNGEN DER GALVANISATION
DES KOPFES

VON

DR. L. LÖWENFELD

SPECIALARZT FÜR NERVENKRANKHEITEN UND ELECTROTHERAPIE
IN MÜNCHEN.

MÜNCHEN.

JOS. ANT. FINSTERLIN.

1881.

657

THE
HARVARD MUSEUM
OF
ARTH

Druck des Literar. Instituts von Dr. Max Huttler in München.

x

INHALTS-ÜBERSICHT.

Einleitung.

I. Abschnitt.

Seite.

1. Geschichtliches über die Anwendung electricer Ströme am Kopfe und zur Lehre von den Wirkungen derselben. Anschauungen der Zeitgenossen. 1—32.
2. Eigene Erfahrungen über die Wirkungen der Galvanisation des Kopfes. Untersuchungen über den Einfluss dieser Procedur auf die Erregbarkeit der peripheren Nerven. Versuche mit Reizung der Retina. Therapeutische Erfahrungen. 32—41.
3. Zusammenfassung des betreffs der Wirkung am Kopfe angewendeter electricer Ströme Festgestellten. Primäre und secundäre Wirkungen der Galvanisation des Kopfes. Wirkungen am Kopfe angewendeter faradischer Ströme. 41—45.

II. Abschnitt.

Physiologische Ergebnisse. Die Wirkungen electricer Reizung der Grosshirnrinde, des Hemisphärenmarkes, der Streifen- und Sehhügel, der Vierhügel, des Bodens des 3. Ventrikels und des Aquaeductus Sylvii, des Hirnschenkelfusses, der Bindearme und des Kleinhirns. 46—57.

III. Abschnitt.

Erklärung der primären (physiologischen) Wirkungen der Kopfgalvanisation. Zurückweisung der Althaus'schen und der Hinze'schen Reflextheorie. Erklärung der secundären (therapeutischen) Wirkungen. Ansichten der Autoren in diesem Betreff. 58—71.

IV. Abschnitt.

Eigene experimentelle Untersuchungen über die Wirkungen am Kopfe applicirter electricer Ströme auf die Circulationsvorgänge im Innern der Schädelhöhle.

1. Technik der Versuche. Verhalten der Piagefäße nach der Eröffnung der Schädelhöhle. Einfluss verschiedener Momente (Chloroformnarkose u. s. w.)

GGG
LB
200730

615.84
0101

2. Versuche zur Lösung der Frage, ob am Kopfe applicirte elektrische Ströme die Piagefäße überhaupt beeinflussen, Folgerungen aus diesen Versuchen. Wirkungen peripherer faradischer Reizung auf die Piagefäße.
3. Versuche über die Wirkungen insbesondere längs durch den Kopf geleiteter Ströme auf die Piagefäße. Schlüsse aus diesen Versuchen.
4. Versuche über die Einwirkung quer durch den Kopf geleiteter constanter Ströme. Schlüsse hieraus.
5. Wirkungen am Kopfe applicirter faradischer Ströme auf die Gehirngefäße. 72—108.

V. Abschnitt.

- I. Deutung der Versuchsergebnisse. a) Einfluss der Reizung der peripheren Kopfnerven. b) Einwirkung auf den Halssympathicus. c) Directe Beeinflussung der Gefässnerven etc. etc. der Piagefäße durch Stromschleifen. d) Einwirkung auf die vasomotorischen Apparate des Hals- und verlängerten Markes. 109—115.
- II. Praktische Folgerungen aus den Versuchsergebnissen. Wirkungsbereich und Indicationen der Galvanisation des Kopfes. Einfluss dieser auf die Erregbarkeit des Gehirns; sonstige Wirkungen derselben. 116—121.

VI. Abschnitt.

Technik der Galvanisation des Kopfes.

1. Die Bestimmung der anzuwendenden Stromstärke.
2. Die Sitzungsdauer.
3. Die Wahl der Stromrichtung.

Anhang. Bemerkungen über die therapeutische Verwerthbarkeit der Faradisation des Kopfes. 122—138.

Literaturverzeichniss. 139—146.

Allein wenn man uns frägt, in welcher Weise diese zum Theil merkwürdigen Erfolge zu Stande kommen, welche Vorgänge das electricische Agens bei seinem Durchströmen in den Nervencentren anregt, so wissen wir keinen einigermaßen genügenden Bescheid zu geben. Wir stehen hier vor einer Kluft, die man allerdings oft genug durch luftige Hypothesen auszufüllen gesucht, über die aber in der That bisher keine wissenschaftliche Brücke hinwegführte. So ist es denn erklärlich, dass über keinen Theil der Leistungen der Electrotherapie die Meinungen der ärztlichen Welt so getheilt sind als bezüglich ihrer Erfolge bei Gehirnkrankheiten. Auf der einen Seite Bewunderung und Anrühmen glänzender Resultate, auf der anderen Seite Misstrauen und Indifferenz. Einem Agens, dessen Wirkungsweise dunkel, dessen Wirkungen dagegen bei ungeeigneter Anwendung oft recht unangenehm fühlbar sind, glauben noch immer Viele kein Vertrauen schenken zu dürfen, wenn es sich um die Behandlung eines so leicht zu schädigenden Organs wie des Gehirns handelt. Von dem Mangel des Verständnisses und des Vertrauens bis zum Bezweifeln der von Anderen erzielten Resultate ist dann oft nur ein Schritt.*) Man vergisst dabei allerdings, dass

*) Und diess geschieht nicht bloss am dürren Zweige. So ist z. B. Alles, was der berühmte englische Kliniker Russel Reynolds, Professor of the principles and practice of medicine in University College etc. etc. zu London, in seinen lectures on the clinical uses of electricity, London 1873, bezüglich der centralen Behandlung von Gehirn- und Rückenmarkskrankheiten äussert, in folgendem Passus enthalten (l. c. S. 101): In some ca-

man täglich und ohne Zagen bei Leiden eben dieses subtilen Organes die verschiedensten Mittel — Jod, Arsen, Quecksilber — gebraucht, deren Wirkungen auf die Centralorgane sicher um nichts aufgehellter sind als die der Electricität.

Bei diesem Stande der Dinge war es wohl nicht verfrüht, wenn ich den Versuch unternahm, zunächst einmal festzustellen, was sich nach den bisherigen Erfahrungen der Aerzte bezüglich der Wirkungen am Kopfe angewendeter electricischer Ströme als erwiesen betrachten lässt. Hiemit war indess noch kein erheblicher Schritt vorwärts gethan. Wenn die vorhandenen Zweifel dauernd beseitigt und zur Anwendung des electricischen Stromes am Kopfe bei Behandlung von Gehirnleiden weitere Kreise angeregt werden sollten, so musste auch etwas geschehen, um einen Einblick in die Vorgänge zu eröffnen, durch welche die therapeutischen Leistungen des Stromes zu Stande kommen. Zu diesem Ende habe ich eine grössere Reihe von Versuchen an Thieren angestellt, in welchen die Wirkungen durch den Kopf geleiteter electricischer Ströme auf die Circulationsvorgänge im Innern der Schädelhöhle studirt wurden. Die Aufgabe, an welche ich hiemit herantrat, ist eine ausserordentlich compli-

ses of disease it has appeared that good results have followed the application of the continuous current to the central organs of the nervous system, the brain and spinal cord; and in other cases beneficial results have been witnessed after the galvanization of the sympathetic nerve; but the evidence upon these matters is of such sort that I think it better merely to allude to the application than to describe its method in detail.

cirte. Es konnten deshalb vorerst nur bezüglich einiger der wichtigsten hier in Betracht kommenden Fragen Aufschlüsse erlangt werden. Die neuen Gesichtspunkte, die hiemit für die Electrotherapie des Gehirns gewonnen waren, habe ich hauptsächlich nach zwei Richtungen hin zu verwerthen gesucht, einerseits die Indicationen für die Anwendung der Galvanisation des Kopfes schärfer, als es bisher möglich war, zu präcisiren, andererseits eine weitere Ausbildung der Methodik dieses Verfahrens anzubahnen.

I. ABSCHNITT.

I.

Geschichtliches über die Anwendung electricischer Ströme am Kopfe und zur Lehre von den Wirkungen derselben.

Anschauungen der Zeitgenossen.

Den ersten Versuchen einer Verwerthung des Galvanismus in der Therapie begegnen wir am Uebergange des verflorbenen in das gegenwärtige Jahrhundert. Es scheint Augustin¹ in Deutschland wenigstens derjenige gewesen zu sein, der den ersten praktischen Versuch bei Amaurosis — allerdings erfolglos — wagte; vordem hatte sich eine Anzahl zum Theil bedeutender Männer wie Creve², Behrends³, Reil⁴, Hufeland⁵, Humboldt⁶ u. A. mit mehr oder minder geistvollen Vorschlägen bezüglich der Verwendung des Galvanismus in verschiedenen Krankheiten befasst. Unter diesen ersten Versuchen therapeutischer Verwerthung des Galvanismus findet sich die Application dieses Agens an den Kopf schon vielfach vertreten. Es waren jedoch viel weniger Erkrankungen des Gehirnes als der Sinnesorgane — Auge und Ohr — wegen deren der Galvanismus versucht wurde; bei Gehirnkrankheiten, respektive den hiedurch bedingten Lähmungen wurde der Galvanismus gewöhnlich nur peripher, an den Nerven und Muskeln der gelähmten Gliedmassen oder diesen im Ganzen zur Anwendung gebracht. So kam es, dass den Aerzten, welche als die Bahnbrecher für die Galvanotherapie zu betrachten sind, wohl die bei Durchleitung galvanischer Ströme durch den Kopf auftretenden

Erscheinungen (Schwindel, Lichtblitze, Eingenommenheit des Kopfes, galvanischer Geschmack etc.) der Hauptsache nach geläufig waren, dass man auch manche »Kopfleiden« (Erkrankungen des Gehirnes oder von Gehirnnerven) mit Erfolg galvanisch behandelte, während man über die Art der Einwirkung des Galvanismus auf den Inhalt der Schädelhöhle, über die Entstehung der beobachteten Erscheinungen (Schwindel, etc.) sich zumeist wenig besondere Gedanken machte. So finden wir z. B. in den Schriften von Augustin⁷, von Bischoff⁸ und Hellwag-Jacobi⁹ eingehende Bemerkungen über die Anwendungsweise des Galvanismus bei Augen- und insbesondere Ohrenkranken (Amaurotischen, Harthörigen oder Tauben) aber nichts Näheres über die Art der Einwirkung dieses Agens auf das Gehirn. Gra pengiesser¹⁰ dagegen erklärt schon, dass der Galvanismus »als eine höchst reizende Potenz auf die Nerven wirkt, dass er dieselben sehr schnell durchringt und erschüttert.« Er erwähnt ferner, dass der Galvanismus, vorzüglich wenn er am Kopfe angewendet wird, ausser der Congestion nach dem Kopfe und den Zufällen, die hieraus entstehen, »Eingenommenheit desselben«, Zahnschmerzen, Schnupfen, allgemeine Müdigkeit und Schläfrigkeit bewirke.¹¹ Dass man aber selbst bei Application des Stromes am Kopfe auf das Gehirn direct nicht zu wirken vermeinte und wünschte, erhellt aus Gra pengiessers Bemerkungen¹², dass man bei höherer Wirksamkeit der Maschine behutsam sein müsse, »da es nicht unmöglich ist, dass der galvanische Strom durch den feuchten Schädel mittelst der ihn durchbohrenden Blutgefässe dringen und seinen Weg durch das Gehirn und Rückenmark als seine besten Leiter nehmen kann. Diess wäre doch wohl nur in verzweifelten Fällen zu wünschen und zu versuchen.« Eine sehr interessante Beobachtung über die Einwirkung des galvanischen Stromes auf die dura mater, respective das Gehirn des lebenden

Menschen, die an einem trepanirten Kranken von Reinhold gemacht wurde und bei Augustin¹³ mitgetheilt sich findet, gehört ebenfalls jener Zeit an.

Das Interesse, welches sich an diese in ihrer Art einzige Beobachtung knüpft, wird eine Mittheilung derselben in extenso rechtfertigen.

»Nach einem Sturz auf den Kopf,« erzählt Herr Reinhold, entstand durch den Trepan und die Wegnahme der eingedrückten Tafel des linken Seitenbeins hier eine Öffnung, welche in der Breite 3, in der Länge 5 Zoll hielt, wo die harte Hirnhaut frei und die Pulsationen des Gehirnes deutlich zu sehen waren. Ich setzte den dritten Tag nach dem Sturze eine Silber- und Zinkstange auf die Hirnhaut auf und verband sie, der Kranke äusserte indess nicht die mindeste Empfindung, sondern blieb wie vorher soporös liegen. Nach 8 Tagen als er mehr bei sich war, wiederholte ich den Versuch sowohl mit einfachem Galvanismus als mit verstärktem, (einer Kupfer-Zinkbatterie von 5 Lagen;) auch jetzt versicherte der Kranke nicht das Mindeste zu empfinden. Nach 4 Wochen als der Patient bei voller Besinnung war, wurde wieder ein Versuch mit einer Batterie von 10 Lagen gemacht, ein Conductor auf die harte Hirnhaut und der zweite auf die Zunge gebracht; der Kranke empfand den Geschmack, mit welchem ich ihn schon vorher bekannt gemacht hatte. Ich liess sie beide auf der dura mater ruhen; er gab ein periodisch wiederkehrendes Stechen und nicht unangenehmes Gefühl von Wärme an, dem ähnlich, als wenn die Sonne diesen Ort bescheine. Die Kette blieb 3 Minuten geschlossen, und ich hatte nun in der dritten Minute 109 Pulsationen des Gehirns, da ich in der ersten nur 90 zählte; sie waren also um 19 gewachsen. Merkwürdig war es, dass unmittelbar nach der Schliessung sich eine sehr bedeutende Vertiefung von gewiss $\frac{1}{2}$ Zoll genau zwischen beiden Conductoren bildete; die Hirnhäute waren hier wie eingefallen, obgleich die Berührung ungemain

leise geschah. Nach Entfernung der Zuleiter erhob und füllte sie sich sogleich wieder; die Häute und das Befinden zeigten ausser diesem nichts.«

Bei Aldini¹⁴, finden sich Mittheilungen über die Wirkung des galvanischen Stromes auf die Organe des Gesichts und Gehörs und die Selbstbeobachtung, dass der Strom in die Nähe des Ohres gebracht als ein mächtiger Stimulus wirkte, welcher mehrtägige Schlaflosigkeit zurückliess. Aldini berichtet auch von 2 Fällen von Melancholie, in welchen er allein durch Anwendung des Galvanismus die Heilung bewirkt haben will. Der Enthusiasmus für die Anwendung des galvanischen Stromes scheint in den nächsten Jahren gründlich verfliegen zu sein, woran sowohl die übertriebenen Erwartungen der ersten Jahre der Anwendung, als die Mangelhaftigkeit und Unzuverlässigkeit der Apparate und die überaus rohen Behandlungsmethoden Schuld trugen. Die weitere Forschung über die Wirkung des Galvanismus auf den menschlichen Organismus sistirte hiemit gleichfalls. Sundelin¹⁵, (1822) und Most¹⁶ (1823) beklagen, dass der Galvanismus, von dem man kurz nach seiner Entdeckung sich Wunderwirkungen versprach, als Heilmittel fast gänzlich vergessen sei. Die Methode der Galvanisation, wie sie Most übte, (z. B. in einem Falle von Melancholie u. A. 20 Minuten lang galvanische Strömung durch den Kopf und den ganzen Körper, indem der + Pol aus 60 Plattenpaaren an das os frontis der — P an die in ein Fussbad gesetzten Füße applicirt, der Körper selbst isolirt wurde, etc.¹⁷) oder Fabrè-Palapat¹⁸ an sich selbst practicirte (Einführen einer Nadel successive an beiden Seiten des Kopfes in der Gegend des Kleinhirns gegen den Knochen, eine andere Nadel an einer benachbarten Partie, Verbindung der Nadeln mit den beiden Polen einer Batterie, Unterbrechung des Stromes in sehr kurzen Intervallen, öfterer Wechsel der Stromrichtung) waren nicht geeignet, viele Verehrer zu finden.

Mit der Einführung der magnetelectrischen Rotationsapparate und der selbstthätigen electro-magnetischen Inductionsapparate in die ärztliche Praxis, mit der wesentlich von *Duchenne* begründeten localisirten Anwendung der Faradisation wurde die Behandlung der Nervencentren mit electricen Strömen sozusagen ganz beseitigt. Es war *Remak* vorbehalten, der therapeutischen Verwerthung des constanten Stromes überhaupt und hiemit auch bei Behandlung von Leiden der Centralorgane neuerdings Bahn zu brechen.

Nach *Remak*¹⁹ sind die Wirkungen, welche der constante Strom bei seiner Anwendung auf das erkrankte Centralorgan ausübt, dreierlei. 1. katalytische, 2. antiparalytische, 3. antispastische.

- 1) Die katalytischen Wirkungen, von den dreien die bedeutendsten, machen sich nach *Remak* bei entzündlichen Zuständen und deren Folgezuständen (*Exsudation* etc.) des Rückenmarks sowohl als des Gehirns geltend. Sie setzen sich aus einer Mannigfalt von Einzelwirkungen zusammen und umfassen im Wesentlichen neben den gewöhnlichen electrolytischen Leistungen des Stromes, d. h. dem electrolytisch chemischen Umsatz in den Geweben verbunden mit einem electrodynamischen Transport von Flüssigkeiten, Einwirkungen speziell auf die Blut- und Lymphgefäße, Erweiterungen dieser Gefäße und dadurch Erleichterung der Circulation in von Stasen heimgesuchten Theilen, verstärkte Bewegung des Säftestromes, Anregung der Resorption, hiedurch Beseitigung von Exsudaten, Blutextravasaten etc; es sind also »antiphlogistische«, »auflösende«, »zertheilende« Wirkungen. Hiebei legt *Remak* auf die angeblich gefässerweiternde Wirkung des Stromes ganz besonderen Nachdruck. Die Annahme der gefässerweiternden Wirkung des Stromes stützte *Remak* auf experimentelle Beobachtungen am Froschschenkel, «über

die Verdickung der Muskeln» unter Einwirkung des constanten Stromes.²⁰

- 2) Die antiparalytischen Wirkungen, neben den katalytischen einhergehend, beruhen auf Änderungen des molecularen Zustandes der Nervenfasern und Zellen, Erregungen dieser Elemente.²¹
- 3) Die antispastischen Wirkungen beruhen zum Theil in der Steigerung der Willensherrschaft über die in Krampf oder Zittern begriffenen Muskeln, zum Theil in Entfernung von Reizen (Reizzuständen) durch katalytische Vorgänge.

Aus den von Remak mitgetheilten Krankengeschichten (Galvanotherapie Seite 447—57) ist ersichtlich, dass dieser Beobachter mit der Annahme von Stasen im Gehirne nicht allzu scrupulös war und aus der Beseitigung der angeblich auf Stasis beruhenden Krankheitserscheinungen durch den constanten Strom eine Bestätigung seiner Annahme ableiten zu dürfen glaubte. Remak schrieb ferner, wie bekannt, dem constanten Strom noch eine andere Art der Einwirkung auf die Centralorgane zu, nämlich auf dem Wege des Reflexes bei Durchströmung peripherer Nerven (centripetale Wirkungen) auf welchem Wege insbesondere die sogenannten galvanatonischen Zusammenziehungen bei Reizung peripherer Nerven entstehen sollten.²²

Von den bei Galvanisirung des Kopfes gewöhnlich zu beobachtenden Erscheinungen, (Nebenwirkungen des Stromes)²³ erwähnt Remak ausser dem Metallgeschmack der Lichterscheinungen, ohne sich näher darüber zu äussern, wie, respektive wo α sich dieselben verursacht denkt, und des Schwindels, von welchem letzterem er meint, dass es sich hierbei um eine Behelligung des kleinen Gehirns handelt, »dessen Verletzung bekanntlich nach Florens' Entdeckung Drehbewegungen hervorruft.«²⁴ Auch der schlafmachenden Wirkungen des Stromes gedenkt Remak und bemerkt, dass dieselben

um so leichter eintreten, je näher dem Gehirne die Ströme einwirken.²⁵

Die Anschauungen Remak's bezüglich der Einwirkung des constanten Stromes auf Gehirn und Rückenmark wurden von v. Ziemssen in den früheren Ausgaben seines bekannten Werkes²⁶ bekämpft. v. Ziemssen bemerkt hierüber in der letzten Auflage S. 23: »Ich habe bis zum Jahr 1866 die Ansicht vertreten, dass die Centralorgane des Nervensystems durch die starke Umhüllung mit Weichtheilen und Knochen dem elektrischen Strome unzugänglich seien, solange derselbe in mässiger Stärke angewandt werde. Die bei der Galvanisation des Kopfes entstehenden Gehirnerscheinungen als Schwindel, Ohnmacht, Uebelkeit, glaubte ich als das Resultat der Galvanisirung der sensiblen und Sinnesnerven, auffassen zu müssen. Meines Erachtens könne deshalb, sagte ich Seite 58 der III. Auflage dieses Buches, von einer «methodischen Behandlung des grossen Gehirns» oder einer «direkten katalytischen Einwirkung auf das Rückenmark» (Remak) nicht die Rede sein, wenn man nicht den sichern Boden der Thatsachen verlassen und sich in gewagten Hypothesen ergehen wollte.«

v. Ziemssen sagt ferner: »Die Momente welche mich veranlassten, eine direkte Einwirkung des elektrischen Stromes auf das Gehirn und Rückenmark, wenn in mässiger Stärke angewendet, zu negiren, waren folgende:

Inductionsströme von relativ grosser, bis zur Grenze des Erträglichen gesteigerter Intensität am Kopf applicirt, haben heftige Reizungen der sensiblen, geringe der Sinnesnerven, aber keine Gehirnerscheinungen zur Folge.

Galvanische Ströme haben dagegen schon bei geringer Intensität (10—15 S. Elemente) ausser mässiger Reizung der sensiblen Nerven sehr lebhaft Reizung der Retina, resp. des Acusticus und Schwindel, sowie bei längerer Dauer Ohnmacht, Uebelkeit etc. zur Folge. Diese Erscheinungen treten

auch ein, wenn die Pole am Nacken oder am Unterkiefer in der Nähe des Kinnes angesetzt werden; in diesem Falle freilich mit geringerer Intensität. Da also starke Inductionsströme keine Gehirnerscheinungen und geringe Sinnesnervenreizung, der galvanische Strom dagegen schon bei geringer Intensität Gehirnerscheinungen, aber nie ohne gleichzeitige Licht- respektive akustische Phänomen zur Folge hat, so schien es mir wahrscheinlicher, dass die Einwirkung des galvanischen Stromes auf das Gehirn eine physiologische, durch die Sinnesnerven centrepetal übertragene Reizung, als dass sie eine physikalische, durch direkten Durchgang des Stromes durch die Schädeldecke bedingte sei.

Von besonderer Wichtigkeit erschien hiebei der grosse Leitungswiderstand des Knochens, wenn derselbe auch nach Friedleben's Analysen etwas wasserreicher sein mag, als es Stark früher angab.

Die von Remak, Benedikt u. A. beobachteten klinischen Erscheinungen, welche von diesen Beobachtern als Resultat der Galvanisirung des Gehirns betrachtet wurden, konnten, soweit sie zuverlässig waren, ganz wohl auf dem Wege des Reflexes gedeutet werden. —

Diese Anschauungen wurden jedoch von v. Ziemssen aufgegeben, nachdem durch Erb's, Burckhard's und v. Ziemssen's eigene Versuche dargethan war, dass bei den therapeutisch am Kopfe verwendbaren Stromstärken Stromschleifen das Gehirn durchziehen, welche in ihrer Intensität und Richtung dem Hauptstrom entsprechen. Von den bei Galvanisation des Kopfes beobachtbaren Erscheinungen erwähnt v. Ziemssen vor Allem der Lichterscheinungen, welche er auf galvanische Erregung der Retina bezieht; den Schwindel bezeichnet v. Ziemssen als Hauptsymptom der »galvanischen Erregung des Gehirns« und zwar als Symptom direkter Erregung, ohne sich näher darüber auszulassen, welche Theile der Gehirns er sich als Auslösungsort der

betreffenden Erregung denkt. Von den übrigen bei Galvanisation des Kopfes auftretenden Erscheinungen erwähnt v. Ziemssen aus eigener Erfahrung: einen geringeren oder höheren Grad von Betäubung, Hinterhauptschmerz, Uebelkeit bis zum Erbrechen sich steigernd.²⁷

Erb²⁸ wies bekanntlich nach, dass bei Application schwacher, therapeutisch am Kopfe anwendbarer galvanischer und inducirter Ströme an den Schädel von Leichen sich Stromschleifen in solcher Menge und Intensität in dem Gehirn vertheilen, dass der geringe, auf die Berührungstelle zwischen Froschnerven und Gehirn entfallende Antheil derselben im Stande ist, Zuckung im Froschnerven hervorzurufen. Erb zeigte ferner, dass die Verhältnisse beim Lebenden noch weit günstiger für das Eindringen des Stroms in das Gehirn liegen. Wir müssen darauf verzichten hier auf die betreffenden Ausführungen näher einzugehen. Erb glaubt, aus der in seinen Versuchen eingetretenen Reizung des Froschischadicus folgern zu dürfen, dass man mit den therapeutisch verwendbaren Stromstärken auf das Gehirn erregend wirken könne, betont aber zugleich, dass dem constanten Strome jedenfalls noch andere als einfache Reizwirkungen zukommen. Er erinnert an die durch schwache, noch keinerlei Reizerscheinungen hervorrufenden Ströme zu bewirkenden Erregbarkeitsveränderungen in den Nerven, an die Einwirkung auf die Gefäße und Gefässnerven an die electrolytischen und vielleicht auch electromechanischen Wirkungen des Stromes.

»Allein«, bemerkt Erb des Weiteren, »abgesehen von der Frage, ob zur Erzielung therapeutischer Effecte am Gehirn immer eine Erregung nothwendig sei, scheint es mir auch gar keinem Zweifel zu unterliegen, dass man durch Galvanisiren des Kopfes das Gehirn wirklich erregen oder wenigstens Erscheinungen von Störung der Hirnfunktion hervorrufen kann. Man wird als Erscheinungen der Gehirn-

erregung doch wohl nicht excentrische Schmerzen oder gar allgemeine Zuckungen oder Konvulsionen der Körpermuskeln erwarten, denn bekanntlich hat das Gehirn nur sehr wenig sensible und wahrscheinlich gar keine motorischen Theile*); allein ich denke, man darf die beim Galvanisiren des Gehirns eintretenden Erscheinungen: Schwindel, Betäubung, Uebelkeit, Ohnmacht, doch wohl unbedenklich als Gehirnerscheinungen ansehen. Besonders der Schwindel ist unzweifelhaft eine Gehirnerscheinung; mag er nun als Hallucination auftreten, oder durch Verstellungen erzeugt sein, die sich an bestimmte Sinnesbilder knüpfen, oder mag er von Störungen des Muskelgefühls und von abnormen Bewegungen herkommen — immer wird der Sitz des Schwindels, der Entstehungsort desselben im Gehirn zu suchen sein, er ist eine Function des Gehirns. Wenn wir also nachgewiesenermassen durch Application eines schwachen constanten Stromes auf den Schädel Schwindel erzeugen können, so muss dieser Schwindel einen centralen Ursprung haben, da die peripherischen Ursachen hier wegfallen. Denn von abnormen schwankenden Bewegungen des Körpers, wie sie von Immermann**) als Ursachen mancher Schwindelformen nachgewiesen sind, kann doch unmöglich hier die Rede sein, und es wird wohl Niemand ernstlich behaupten wollen, dass die hiebei vorhandenen Erregungen der peripherischen Endigungen der Sinnesnerven den Schwindel zu erzeugen im Stande sind. Dazu gehören ganz andere Erregungen der sensoriiellen Apparate, die auch auf das Verstellen wirken, und die einfachen Lichtempfindungen, die beim Schliessen und Oeffnen des Stroms eintreten, oder die Geschmacksempfindungen während seiner Dauer dürften dazu ohne Zweifel nicht hinreichen. Ueberdies steht die Intensität des

*) Vgl. Schiff, Physiol. Bd. I. S. 360 ff.

***) Immermann, über den Schwindel bei Erkrankungen der hintern Schädelgrube und seine Abhängigkeit von reellen Schwankungen des Rumpfes. Deutsches Archiv f. kl. Med. Bd. I. S. 595.

Schwindels gar nicht im Verhältniss zur Intensität der Reizung der Sinnesnerven; denn der Schwindel ist am heftigsten bei der Application des Stromes auf die Fossa mastoidea viel weniger bei Application auf die Schläfen oder die Stirn, während an diesen Stellen die Retina viel stärker gereizt wird als beim Aufsatz der Pole an den Warzenfortsätzen.

In ähnlicher Weise wie der Schwindel lassen sich auch die übrigen Erscheinungen wohl nur als Gehirnerscheinungen auffassen; besonders kann die Betäubung, welche bei Anwendung grösserer Stromstärken auf den Kopf eintritt und die sich bis zu momentaner Unfähigkeit des Denkens steigern kann, wohl nicht anders gedeutet werden.«

Bezüglich der katalytischen Wirkungen Remak's bemerkt Erb, dass dieselben eine Combination verschiedener Stromeswirkungen darstellen; eine Combination der Einwirkung des Stromes auf die Blutgefässe, der electrolytischen und ohne Zweifel auch der electromechanischen Wirkungen des Stromes.

Brenner²⁹ erwähnt als physiologische Erscheinungen, welche bei Galvanisirung des Kopfes auftreten, Uebelkeit, Betäubung, Ohnmacht und vor Allem Schwindel, ferner das häufig eintretende Schlafbedürfniss; an einer frühern Stelle³⁰ berührt er den oft lange anhaltenden Druck in der Mitte des Hinterhaupts über der Protuberantia occipitalis. Die Lichterscheinungen betrachtet Brenner als Folgen direkter galvanischer Reizung des Sehnervenapparates³¹. Brenner erörtert sehr eingehend den Einfluss der Stellung der Electroden auf das Zustandekommen des Schwindels, ohne aber im Uebrigen über den Ort und die Art der Auslösung dieser Erscheinung etwas Weiteres zu bemerken, als: »Der Schwindel ist übrigens von allen physiologischen Symptomen der galvanischen Hirnreizung das Sicherste.« Er scheint also denselben als durch directe galvanische Reizung des »Hirns« verursacht zu betrachten. Es geht dies auch aus Be-

merkungen an anderer Stelle³² hervor. Brenner ist mit der centralen Behandlung cerebraler Lähmungen, wie sie von R e m a k geübt und von B e n e d i k t empfohlen und cultivirt wurde, nicht einverstanden. « »Vor allen Dingen«, sagt Br., ist diese Methode keine Methode, denn es fehlt ihr jede zu Grunde liegende klare Anschauung; es fehlt ihr jede auf exact beobachtete Thatsachen gegründete Technik. Von der Galvanisation des Gehirns wissen wir bis jetzt nur, dass die Hüllen desselben es nicht vor dem galvanischen Strome isoliren, und dass bei Durchleitung des letzteren durch den Kopf gewisse Erscheinungen auftreten, welche wir auf Hirnreizung beziehen müssen. « Und weiter unten: »Es ist ferner keineswegs gewiss, ja man darf es als sehr zweifelhaft ansehen, dass wir beim Aufsetzen der Electroden an den Kopf alle einzelnen Theile des Gehirns in einer zur Erreichung therapeutischer Effecte hinreichenden Stromdichte zu treffen vermögen; und ebenso sind wir noch in hohem Grade unsicher in Bezug auf die Localisation des Stromes in den einzelnen treffbaren Theilen des Gehirns. Schon hieraus folgt, dass man von einer centralen Behandlungsmethode der Hirnkrankheiten, welche ja die verschiedensten Punkte einnehmen können, im Allgemeinen nicht reden dürfe. « B r e n n e r hält aber auch die »Galvanisation des Gehirns« erkrankten Gehirnen gegenüber für eine bedenkliche und gefährliche Sache. Er führt einen ihm mitgetheilten Fall an, in welchem durch Galvanisation des Kopfes (welche der Beschreibung nach jedoch nicht mit der nöthigen Vorsicht ausgeführt wurde) eine Hirnhämorrhagie veranlasst worden sein soll, und theilt ähnliche schlimme Erfahrungen anderer Beobachter (Benedict, Duchenne, Hiffelsheim) als Folgen der Galvanisation am Kopfe mit.³³ Dagegen hält er die von andern Electrotherapeuten (R e m a k und B e n e d i c t insbesondere) behauptete Thatsache von erzielten Erfolgen, insbesondere unmittelbarer Besserung der Lähmung

bei Hirnpoplektikern durch Galvanisation am Kopfe für noch nicht genügend festgestellt. Die Möglichkeit therapeutischer Erfolge der »Hirngalvanisation« hält Brenner indess für wohl gegeben.³⁵

Moritz Meyer³⁵ befasst sich mit den physiologischen Erscheinungen der Kopfgalvanisation nicht näher. In Bezug auf die therapeutischen Wirkungen des Stromes huldigt er den Anschauungen Remaks. Bei den apoplectischen Lähmungen schreibt er der directen Durchströmung des Gehirns den Nutzen zu, dass dadurch die den apoplectischen Herd umgebende Gehirnpartie, welche durch Hyperämie, seröse Durchfeuchtung u. s. w. funktionsunfähig geworden ist, wieder functionirend und so den anatomischen Veränderungen vorgebeugt wird, welche secundär durch das Extravasat absteigend bis zu den Nerven und Muskeln bedingt werden.³⁶

Fieber³⁷ bemerkt, dass Betäubung, Schwindel, Ueblichkeit bis zum Erbrechen bei centraler Application des Stromes beobachtet worden sind, und dass diese Erscheinungen zuweilen erst dann auftreten, wenn die electriche Behandlung bereits vorüber ist, zuweilen selbst dann, wenn während derselben vom Strome gar nichts gefühlt wurde. Fieber will diess u. A. auch bei einer Epileptischen beobachtet haben, bei welcher nur schwache Ströme angewendet worden waren. Diese Erscheinungen sollen auch bei Anwendung des faradischen Stromes vorkommen.³⁸

Althaus³⁹ bemerkt, dass der constante Strom die einzige Art der Electricität sei, welche in mässiger Stärke angewandt eine deutliche physiologische Wirkung auf das Gehirn des lebenden Menschen habe. Als Erscheinungen, welche nur durch directe Einwirkung des Stromes auf die Gehirnsubstanz selbst erklärt werden können, erwähnt er: Schwindel, Uebelkeit, Ohnmacht, Erbrechen und selbst Convulsionen. Die Licht-, Schall-, etc. Empfindungen, welche bei Application des constanten Stromes am Kopfe wahrgenommen

werden, betrachtet er ebenfalls als Beweise der Fortleitung des Stromes in die Gehirns substanz und zwar glaubt er, da diese Sensationen auch bei Application der Electroden in einer Entfernung von den betreffenden Sinnesorganen wahrgenommen werden, dass die betreffenden Sinnesnerven von dem galvanischen Einflusse an der Basis des Gehirns betroffen werden. Dem Einwande, dass die in das Gehirn eindringenden Stromschleifen, möglicherweise zu schwach seien, um therapeutische Effecte zu erzielen, begegnet Althaus mit den Bemerkungen, dass diese Stromschleifen durchaus nicht so schwach seien, als man sich vorstellen möchte, und dass es nicht erwiesen sei, dass nur starke Ströme Nutzen bringen könnten, dass eine derartige Vorstellung vielleicht bezüglich des Inductionsstromes berechtigt sei, der nur ein mächtiges Reizmittel darstelle, während der constante Strom nicht bloß reizende, sondern auch katalytische, electrolytische und electroendosmotische Wirkungen habe. Trotz alledem nimmt Althaus nicht eine directe Uebertragung und hiemit auch Einwirkung des Stromes auf das Gehirn an, sondern hält dafür, dass die Reflexfunction der N. Trigemini das Hauptmedium sei, durch welches der Strom auf das Gehirn fortgepflanzt werde, dass also die Uebertragung oder Fortleitung des Stromes auf das Gehirn nicht physikalisch, sondern physiologisch durch Nervenerregung geschehe. Althaus stützt diese Annahme auf die Beobachtung eines Falles von doppelseitiger Quintusanästhesie, in welchem die Application intensiver Ströme keine der gewöhnlichen physiologischen Erscheinungen bei Galvanisiren des Kopfes hervorrief, und erst sehr mächtige Ströme Andeutungen dieser Erscheinungen (geringen Schwindel, etc.) zu produziren im Stande waren. Mehrere ähnliche Beobachtungen, wurden in neuerer Zeit publicirt (von Rosenthal, Buzzard); es handelte sich hierbei zumeist um Fälle von hysterischer Hemianästhesie, in welcher durch Application mächtiger Ströme an der einen

Kopfhälfte kein Schwindel etc. erzeugt wurde. Wir müssen die Erörterung der Frage, wie sich diese Beobachtungen deuten lassen, auf eine spätere Stelle versparen, an welcher wir des Näheren darauf eingehen werden, wie weit sich die dunklen Pfade der Reflexe zur Erklärung der Erfolge der Kopfgalvanisation herbeiziehen lassen. Vorläufig müssen wir uns begnügen, auf den Widerspruch in den Althaus'schen Anschauungen hinzuweisen. Auf der einen Seite wird von A. zugestanden, als durch die Erb'schen Versuche erwiesen, dass bei der therapeutischen Application des Stromes an den Kopf Stromfäden in die Gehirnschicht eindringen, wird auch von einer directen Einwirkung des Stromes auf das Gehirn gesprochen, auf der andern Seite wird wieder als erwiesen betrachtet, dass die Fortleitung des Stromes auf das Gehirn keine physikalische, sondern eine durch Nerven-thätigkeit vermittelte ist. Wie sich diese beiden Anschauungen miteinander vereinigen lassen, ist uns einigermaßen räthselhaft. Bezüglich der therapeutischen Effecte des constanten Stromes huldigt Althaus im Allgemeinen den Remak'schen Anschauungen (katalytische, antispasmodische, antiparalytische Wirkungen). Ob bei hämorrhagischen Gehirnherden der Prozess der Wiederherstellung selbst und die Bildung der Cyste (die Abkapselung des Herdes) gefördert oder beschleunigt werden kann durch den Gebrauch des constanten Stromes, hält A. für zweifelhaft; aber, sagt er, es scheint gewiss, dass durch Gehirngalvanisation die Theile in der Nachbarschaft der paralyisirenden Läsion, welche durch Hyperämie, serösen Erguss, oder Shock zur Erfüllung ihrer Function untauglich geworden sind, zuweilen durch den galvanischen Reiz zur Wiederaufnahme ihrer Function befähigt werden.⁴⁰ An einer andern Stelle⁴¹ bezeichnet er als Wirkungen des Stromes: Hemmung der entzündlichen Reizung, Förderung der Aufsaugung von Ergüssen, Wiederherstellung der vitalen Energie in Theilen, welche derselben durch Druck von Er-

güssen oder durch die Erschütterung während des apoplectischen Anfalles beraubt wurden.

Beard und Rockwell⁴² sind nicht der von nahezu allen übrigen Electrotherapeuten getheilten Ansicht, dass der Inductionsstrom am Kopfe applicirt die vom constanten Strome erzielten physiologischen und therapeutischen Wirkungen nicht herbei zu führen vermag, sie schreiben beiden Stromesarten im wesentlichen gleiche, nur dem Grade nach verschiedene Effecte zu. Den constanten Strom halten sie für indicirt, um mit besonderer electrolytischer Kraft auf das Gehirn oder andere Theile des Nervensystems einzuwirken.⁴³ Die Electrification des Kopfes verursacht nach ihnen durch Reizung der Retina Lichterscheinungen, sowie Schwindel, bei zu langer Application des Stromes Kopfweh, Schlaflosigkeit, allgemeines Missbehagen; sie erwähnen ferner Congestion Convulsion und Hämorrhagie als Folgen zu langer Applicationen. Die Lichterscheinungen betrachten diese Autoren als Ausdruck reflectorischer Erregung des Sehnerven (vom N. trigeminus oder von anderen Nerven am Halse aus). Sie gedenken auch des Umstandes, dass in manchen pathologischen Fällen die Lichterscheinungen ebenso der Schwindel bei Galvanisation des Kopfes nicht oder nur durch sehr starke Ströme hervorgerufen werden.⁴⁴ Bezüglich der therapeutischen Effecte der Electrification des Kopfes unterscheiden sie wie bei der von ihnen cultivirten und in die Praxis eingeführten allgemeinen Electrification primäre, secundäre und permanente Wirkungen. »Application auf das Gehirn und das sympathische System können primär Linderung der Schmerzen, einen leichten Grad von Erheiterung, ein Gefühl von Wärme oder Schläfrigkeit im Gefolge haben; secundäre Ermattung, Kopfweh oder Muskelschmerz, oder Verschlimmerung der Krankheitssymptome; permanent in Folge von besserem Schlaf, Kräftigung und vermehrte Arbeitstähigkeit. Aber diese Aufeinanderfolge der Wirkungen der localisirenden Electrification

ist eine ausnahmsweise, selbst bei Applicationen auf den Kopf. Viel häufiger bemerkt man die permanenten Wirkungen ohne den primären, oder sowohl die permanenten als die secundären, zuweilen blos die letzteren.«

Bezüglich der Behandlung cerebraler Lähmungen ausschliesslich mit Galvanisation des Kopfes äussern Beard und Rockwell, dass die Resultate derselben nicht befriedigende seien; sie führen einen Fall an, in welchem ein sehr rascher Rückfall (fast auf Hämorrhagie deutend), durch zu starke Galvanisation des Kopfes »möglicherweise« verursacht wurde.⁴⁵

Arndt⁴⁶ glaubt durch Herbeiziehung der an peripheren Nerven nachgewiesenen Erscheinungen des Anelectrotonus und des Katelectrotonus die Remak'schen Lehren von der Wirkung des galvanischen Stromes »ebenso einfach als ungewungen« erklären zu können. Der Anelectrotonus, in welchem die Erregbarkeit des galvanisirten Nerven herabgesetzt, soll die antispastische, der Katelectrotonus, in dem die Erregbarkeit gesteigert ist, die antiparalytische Wirkung ergeben. Durch letzteren soll sich auch nicht minder leicht die katalytische Wirkung erklären. »Durch Reizung der Gefässnerven nämlich wird die Resorption angeregt, gerade so, wie durch Jod und seine Präparate, durch Cantharidenpflaster, das Glüheisen und die Moxen. In Folge der gesteigerten Resorptionsfähigkeit der betreffenden Organe werden nun die Exsudate aufgesogen und entfernt, nicht aber dadurch, dass dieselben einfach mechanisch in der Richtung des Stromes fortgeschleppt werden.« Arndt hält für den geeignetsten Ort, um auf das Gehirn durch die Electricität einzuwirken, das Rückenmark und die peripheren Nerven, welche er in den Zustand des Anelectrotonus versetzen will, um Reizzustände in denselben zu beseitigen und hiedurch wiederum günstig auf das Gehirn einzuwirken. Von der Galvanisirung des Kopfes glaubt er, dass sie auf die Fälle zu beschränken sei, »in denen man nur vorübergehend be-

ruhigend oder anregend wirken will, ohne durch Einwirkung auf die nächstliegenden ursächlichen Momente eine dauernde Besserung zu erzielen.«⁴⁷

Eine eingehendere Untersuchung »über die beim Galvanisiren des Kopfes entstehenden Störungen der Muskelinnervation und der Vorstellungen vom Verhalten im Raume« verdanken wir Hitzig.⁴⁸ Wir können aus dieser eine Fülle interessanter Details bietenden Arbeit nur das uns hier zunächst Berührende hervorheben. Nach Hitzig treten bei stärkeren Strömen neben den bekannten als Schwindel bezeichneten Störungen des Sensoriums (des Verstellens) Scheinbewegungen der Gesichtsobjekte ein; hie und da bei gleich starken, immer aber bei noch stärkeren Strömen »schwankt die Versuchsperson bei der Kettenschliessung mit dem Kopfe oder dem ganzen Körper nach der Seite der Anode und bei der Kettenöffnung nach der Seite der Kathode.« Ferner treten bei Anwendung stärkerer Ströme unwillkürliche und unbewusste Bewegungen der Augen ein, die auch während der Stromdauer anhalten und ihrem Character nach bei Gesunden fast immer associirte (nystagmusähnliche) sind. Die Bulbi erfahren zunächst eine ruckweise Drehung nach der Seite der Anode, während des Geschlossenseins der Kette bewegen sie sich langsam nach der Kathode hin. Bei starken Strömen bleibt letztere Drehung aus, so dass die Bulbi mit schwachen Oscillationen nach der Anode hin fixirt bleiben.⁴⁹ Von diesen Augenbewegungen weist nun Hitzig nach, dass sie nur durch Beeinflussung centraler Gebilde zu Stande kommen können.*) Hitzig bestätigt ferner die schon von Brenner gemachte Beobachtung, dass das Zustandekommen des Schwindels verhindert wird, wenn man beide Schädelhälften mit der gleichnamigen Electrode reizt, während solcher sogleich eintritt,

*) Wundts⁵⁰ Angaben über den gleichen Gegenstand weichen in manchen Punkten von denen Hitzig's ab und sind zum Theil unter sich widersprechend.

wenn man eine der beiden gleichnamigen Electroden entfernt. Er glaubt hieraus schliessen zu dürfen, dass die durch den constanten Strom ausgelösten Reizerscheinungen (Schwindel, Augenbewegungen etc.) auf analoge Erregbarkeitsveränderungen zurückzuführen sind, wie die nach den Untersuchungen von Pflüger an den electrotonisirten Nerven vorhandenen. Inducirte Ströme bewirken nach Hitzig weder Schwindel noch Augenbewegungen, ebenso Kettenschliessungen und Oeffnungen von ganz kurzer Dauer, woraus Hitzig schliesst, dass der Galvanismus bei Auslösung des Schwindels in der Art einer Summirung von Reizen wirkt. Der optische Theil der Schwindelempfindungen (die Scheinbewegungen der Gesichtsobjecte) ist nach H. auf die galvanischen Augenbewegungen zurückzuführen, der andere Theil der Schwindelempfindungen, insoferne sie den eignen Körper betreffen, von einer directen Beeinflussung des Gleichgewichtsorganes abhängig. Dieses Organ scheint Hitzig in dem Kleinhirn anzunehmen, von welchem er durch Versuche an Kaninchen nachweist ⁵¹ »dass man alle die beim Galvanisiren durch den Kopf eintretenden, und als Schwindelerscheinungen zu betrachtenden Störungen der Muskelinnervation in ihrer Gesammtheit oder einzeln hervorbringen kann, je nachdem man die normalen Zustände des Kleinhirns allgemein oder local ändert.« Was nun die Art des Zustandekommens der vorstehend erwähnten Reizerscheinungen bei Galvanisation des Kopfes (resp. den Ort der Einwirkung des Stromes) anlangt, so verwarft sich Hitzig dagegen, dass es sich um Reflexwirkungen handle, ebenso lehnt er ein Heranziehen des Sympathicus entschieden ab. Dagegen will er es nicht in Abrede stellen, »dass mancherlei für eine Vermittlung durch die vasomotorischen Nerven des Gehirns spricht.« Er hält es für möglich »dass eine electrotonisirende Wirkung auf die Nervensubstanz des Gehirns überhaupt nicht oder nur

in untergeordnetem Masse stattfindet, und dass direct nur die das Gefässcaliber beherrschenden Nerven beeinflusst werden.«^{52*})

An einem anderen Orte⁵³ berichtet Hitzig, dass er von der Einwirkung des Galvanismus auf die medulla oblongata und den oberen Theil des Rückenmarkes unzweifelhafte, aber vorübergehende Erfolge in der progressiven Paralyse der Irren gesehen habe, und dass sich insbesondere die Sprachstörungen noch während der Sitzung besserten. (Aehnliches berichtet Schüle, v. Ziemssen's Handbuch, 16. Band, S. 682).

Legros und Onimus gehen in ihrem Werke (*traité d'électricité médicale*, Paris 1872) auf die bei Galvanisation des Kopfes beim lebenden Menschen zu beobachtenden physiologischen Erscheinungen (Schwindel etc.) wenig ein. Sie legen grosses Gewicht auf die angewandte Stromrichtung und schreiben auf Grund einer experimentellen Beobachtung am Hunde den beiden Stromrichtungen (absteigend und aufsteigend) sehr verschiedene Wirkungen betreffs der Circulation in der Schädelhöhle zu. Die betreffende Beobachtung ist folgende:

»Sur un chien robuste, nous avons trépané le crâne, afin d'examiner l'état des vaisseaux cérébraux, sous l'influence des courants continus. En mettant le pôle positif sur la portion du cerveau mise à nu et le pôle négatif sur une plaie du cou près du ganglion cervical supérieur (dix éléments, Remak) on déterminait un resserrement des vaisseaux, et le cerveau s'affaisait légèrement, mais d'une manière

* In Parenthesi sei erwähnt, dass Hitzig als Nachwirkungen der galvanischen Reizung des Gehirns mit starken Strömen anführt: Empfindung dumpfen Druckes, namentlich im Hinterkopf, Uebelkeit, manchmal auch Schwindelempfindungen. Dass übrigens die Anwendung starker Ströme selbst bei der von Hitzig geübten Methode nicht so harmlos ist, wie H. anzunehmen scheint, beweist die Erfahrung, welche H. an sich selbst machte, (Einschlafen der Glieder, pelzige Empfindungen, Unfähigkeit zu geistiger Arbeit bei Electricisirwerden mit starken Strömen.)

visible. En mettant, au contraire, le pôle positif sur le cou et le pôle négatif sur le cerveau, on observait une injection des capillaires cérébraux, et le cerveau faisait hernie à travers l'ouverture pratiquée sur la vôte crânienne.«⁵⁴

Sie glauben, dass man demzufolge nach Belieben die Circulation in dem Gehirne steigern oder verringern kann. Die nach Galvanisation des Kopfes oft eintretende Neigung zum Schläfe wird von der durch die Galvanisation bewirkten Verengerung der Gehirngefäße abgeleitet.⁵⁵ Die direkte Electricisirung (constanter oder inducirter Strom) der Gehirnwindungen bei Thieren hat nach diesen Beobachtern keine Schmerzensäusserung und keinerlei Bewegung, nur eine Neigung zum Schlafen, eine Art Stupor und grosser Ruhe zur Folge.⁵⁶ Der Beeinflussung der Circulation im Gehirne durch den constanten Strom schreiben diese Autoren auch die günstigen therapeutischen Resultate zu, die sich, nach ihnen bei Gehirnhämorrhagieen und andern auf Circulationsstörungen im Gehirne beruhenden Leiden erzielen lassen. Bei der Congestion sowohl als der Anaemie des Gehirns soll der constante Strom sich gleich nützlich erweisen.*)

Nach Rosenthal⁵⁹ sind Eingenommenheit des Kopfes, Erzeugung von Schlaf, Schwindel, Sinnesreizung Erschein-

*) Legros und Onimus polemisieren gegen Remak's Ansicht von der Einwirkung des constanten Stromes auf die Circulation; «il ad mettait une dilatation passive sans faire a ce point de vue d'experiences physiologiques.»⁵⁷ Bekanntlich stützte aber Remak wesentlich auf physiologische Beobachtungen am Froschschenkel seine Annahme von den gefässerweiternden Wirkungen des constanten Stromes. Nach den eigenen Beobachtungen der beiden Autoren werden durch Inductions- und constante Ströme von kurzer Dauer die Gefäße verengt und die Circulation verlangsamt und selbst vollständig gehemmt, während constante Ströme von längerer Dauer je nach ihrer Richtung die Circulation beschleunigen oder verlangsamen. Der centrifugale, absteigende Strom soll die Gefäße erweitern, die Circulation beschleunigen; der centripetale, aufsteigende Strom, die entgegengesetzte Wirkung haben.⁵⁸

ungen, welche auf das Eindringen electricischer Ströme in die Hirnsubstanz deuten, dem inducirten Strome soll diese Reizkraft nur in ganz geringem Grade eigen sein. »Der Schwindel ist das bezeichnendste Symptom galvanischer Hirnreizung.« »Insbesondere ist er bei vorhandener Reizung in der cerebralen oder spinalen Sphäre, ebenso auch bei nervösen, hysterischen, blutleeren Personen durch geringe Stromstärken zu erzeugen; er kann bisweilen durch mehrere Stunden, ja selbst über den Tag dauern.« R. führt einen Fall an, in welchem eine nach leichter Apoplexie zurückgebliebene Kopfneuralgie mittelst starker galvanischer Ströme (durch den Kopf) behandelt wurde, und Patient sofort über starken Schwindel klagte, der sich auch am nächsten Tage nicht verlor und in der zweiten Nacht einen neuen tödtlich verlaufenden Anfall zur Folge hatte. Ferner bemerkt R., dass nach der Galvanisation des Kopfes nervöse Kranke bisweilen hochgradige Blässe des Gesichts, Uebelkeit, selbst Ohnmachtsanwandlung, zeigen. Nach Rosenthal äussert die Galvanisation des Kopfes auch auf die Erregbarkeit der peripheren Nerven einen Einfluss. Bei länger fortgesetzter, vorsichtig gesteigerter Erzeugung von Schwindel soll die Erregbarkeit der Nervenstämmen der Ober- und Unterextremitäten eine merkliche Erhöhung zeigen, derart, dass bei Reizung des Medianus oder Peroneus K S Z, ebenso A S Z und A O Z bei geringeren Stromstärken erfolgen, die sonst keine Contractionen auslösen. Die Beobachtung wurde seither von keiner Seite bestätigt (und, wie ich vorläufig bemerke, meine Nachversuche haben abweichende Resultate ergeben). Die Galvanisation des Kopfes bei apoplectischen Lähmungen wird von Rosenthal nicht verworfen, wohl aber vor starken Strömen und längeren Sitzungen gewarnt, die nebst Reizung der Netzhaut nicht unbedenkliche Congestivbeschwerden erzeugen sollen. Die Ansichten Remak's bezüglich der therapeutischen Wirkungen des con-

stanten Stromes in solchen Fällen werden da gegen von Rosenthal nicht getheilt. »Wissen wir doch zur Stunde noch immer so viel wie nichts über die gepriesene katalytische Einwirkung des constanten Stromes auf die Centralorgane, wissen nicht, ob und wie er auf die Resorption von Exsudaten und Extravasaten wirkt, ob er auf vorhandene Stasen Einfluss nimmt, ob er eine Anregung der Ganglienzellen oder eine günstige Wirkung auf den molecularen Zustand der Hirnmasse irgendwie zu erzielen im Stande sei. Die mehr üblichen als verständlichen Galvanisationen am Kopfe (der Länge oder Quere nach) sowie am Halsympathicus sind in einzelnen Fällen empirisch zu verwerthen.«

Benedict weist auf den Umstand hin, dass schon innerhalb der Schädelhöhle von den Gehirnnerven Fasern zu den Gefässen abgehen und dass nach Meynert und Beetz innerhalb der Gehirnmasse auch Fasern zu den Gefässen sich begeben, welche überhaupt nie in eine Wurzel eintreten. Diese Verhältnisse sollen die Wichtigkeit der Galvanisation des Kopfes illustriren. »Eintretender Schwindel, congestive Zustände mahnen die Dauer und Intensität der Application zu verringern, weil man sonst grosse Beschwerden, selbst eklamptische Anfälle und Haemorrhagia cerebri, wie ich es sah, hervorrufen kann.« »Ausfallen der Zähne und Blindheit (Duchenne) sind ebenfalls Erscheinungen, die auf zu starke electriche Reizung im Gesichte und im Kopfe eintreten können.« Die Erregung der Sinnesnerven durch den Strom hielt Benedict früher für eine reflectorische, weil »die subjective Licht- und Gehörsempfindung immer ceteris paribus der sensiblen Empfindung proportional ist;« ferner in pathologischen Fällen durch Druck auf die Zitzenfortsätze oder die Halswirbelsäule auf die Schwerhörigkeit, auf das Ohrensausen und die Amblyopie verschlimmernd oder bessernd sich einwirken lässt. Diese Auffassung wurde von

Brenner & Ziemssen mit Erfolg angegriffen und neuerdings von Benedict selbst aufgegeben,⁶² der nunmehr ebenfalls von der directen Erregbarkeit der Sinnesnerven überzeugt ist, ohne übrigens die von Brenner und H. v. Ziemssen vorgebrachten Beweismomente alle zu acceptiren. Nach durch längere Zeit fortgesetzter Behandlung durch den Kopf sah B. in einigen Fällen ein Sinken der faradomuskulären Contractilität, (wozu B. vorsichtig bemerkt, dass möglicherweise die beiden Umstände nicht in dem Verhältnisse von Ursache und Wirkung stehen.)⁶⁹ In Bezug auf die Erklärung der therapeutischen Wirkungen des constanten Stromes tritt B. bekanntlich in die Fussstapfen Remak's. Die Einwirkung auf die Circulation, die trophischen Vorgänge im Nervensystem steht ihm obenan. »Weit wichtiger als die directe Einwirkung des Stromes auf die Nerven- und Muskelsubstanz ist der katalytische Effect des Stromes, d. h. seine Einwirkung auf die trophischen Vorgänge im Nervensystem.

Wenn wir eine Tabes, eine progressive Lähmung der Gehirnnerven heilen, so geschieht es gewiss nicht, weil der Nerv gereizt wird. Derselbe würde beim Vorwärtsschreiten des Processes gewiss ebenso gut untergehen, wie bei Durchschneidung des Nerven derselbe atrophirt trotz aller elektrischen Reizung. Wenn wir mit diesen Krankheiten behaftete Patienten heilen, so geschieht dies, weil wir auf den Prozess einwirken. Die Art dieser Einwirkung auf Hyperämie und Entzündung nennen wir nach Remak Katalyse.

Die Hauptrolle spielt dabei gewiss die Einwirkung auf die Gefässnerven. Soweit wir durch Erfahrungen an Gesunden wissen, wird wesentlich durch die Reizung der Gefässnerven arterielle, nach Beard und Rockwell in der Retina auch venöse Hyperämie erzeugt; seltner kommen dadurch Gefässcontractionen zu Stande. Demnach würde der electrische Strom ähnlich wie leichte Aetzmittel wirken,

i. e. Resorption durch reactive Hyperämie. Ob nicht auch lebhaft und dauernde Gefäßcontractionen durch die elektrische*) in pathologischen Fällen vorkommen, ist bis jetzt nicht nachgewiesen, aber aus der klinischen Erfahrung wahrscheinlich, da die besten Heilresultate zu Stande kommen, wenn wir allen Grund haben, ein bloß hyperämisches Stadium des pathologischen Processes anzunehmen.«⁷⁰ Demnach spielt bei Benedict die Galvanisation des Kopfes bei den verschiedensten auf Circulations- und Ernährungsstörungen beruhenden und mit solchen einhergehenden Leiden des Inhalts der Schädelhöhle (Hyperämie, Entzündung des Gehirns und der Gehirnhäute, Gehirnhamorrhagie, Thrombosis, Embolic, progressiver Bulbärparalyse, Psychosen. eine bedeutende Rolle und ist es insbesondere die electricische Beeinflussung der intracraniellen vasomotorischen Bahnen und Centren, welche Benedict hiebei im Auge hat.

Richter (Sonneberg)⁷¹ ist von der Wirksamkeit der Galvanisation des Kopfes bei Gehirnleiden überzeugt. Er erinnert an die Versuche Erb's, Burkhardt's v. Ziemssens und glaubt, dass schon die täglich bei Anwendung des Stromes am Haupte Lebender beobachteten Erscheinungen, Schwindel, Eingenommenheit des Kopfes und Reizung der Sinnesorgane auf directe Einwirkung hinweisen. Ein ferneres Dokument hiefür soll das öfters bei der ersten Application des Stromes an den Kopf beobachtete Wegbleiben central bedingter peripherer Störungen oder centraler Störungen selbst sein. Wie diese Wirkungen zu Stande kommen, halt R. für eine heikle Frage, »da es schwer fällt, den Beweis zu führen, auf welche Weise der electricische Strom im Stande ist, corrigierend auf gesetzte Veränderungen der Nervencentra, sowie resorbierend auf wirkliche Exsudate einzuwirken, ob und wie eine Beseitigung der Leitungs- und Circulationshindernisse, des

*) Behandlung? Es fehlt hier ein Wort im Benedict'shen Texte.

Drucks, eine Reizung der Ganglienzellen und eine Regulirung der Anordnung der electricischen Molecule durch denselben ermöglicht wird. »Leichtere und nicht zu veraltete und zu vorgeschrittene Hirnerkrankungen in Folge von Hyperämie, Anämie, Hysterie, Tabes, Apoplexie« hält R. für günstige Objecte der electricischen Hirnbehandlung.

Runge⁷² glaubt, dass man aus den Ergebnissen der bekannten Experimente Burkhardt's und Ziemssen's nicht folgern dürfe, die bei Galvanisation des Kopfes ausgelösten Erscheinungen beruhen auf directer Reizung der Centralorgane. »Die Stromschleifen, welche die einzelnen Gehirntheile treffen, sind wie die physikalische Rechnung leicht ergibt, so schwach, dass es unmöglich erscheint, alle Erscheinungen von Erregung des Gehirns durch den constanten Strom von directer Reizung abzuleiten. Bei Application schwacher Ströme, welche z. B. vom Halse nach dem Rumpfe gehen und bei sensiblen Personen bei Schluss-Oeffnung Schwindel erzeugen, liegt es doch gewiss nahe genug, nur eine Reizung des Halssympathicus anzunehmen und den Schwindel als Effect der vasomotorischen Schwankung, eines ungleichen Blutdruckes in beiden Gehirnhälften anzusehen. »Nach meinen Beobachtungen entsprechen die Stellen am Kopfe, von denen aus am leichtesten Schwindel etc. entsteht, durchweg dem Verlaufe grösserer Gehirnarterien.« Des Weiteren meint Runge, man könne erst dann, wenn einmal die durch Erweiterung und Verengerung der Gefässe einzelner Hirnpartieen bewirkten Erscheinungen genau bekannt sind, daran gehen, die auf diesem Wege nicht erklärbaren Erscheinungen von direkter Reizung des Gehirnes abhängig zu machen. Wie aber Schwankungen der Blutvertheilung einzelne der bei Kopfgalvanisation zu beobachtenden Wirkungen zu erklären im Stande sind, hierüber unterlässt Runge jegliche Andeutung.

Emminghaus⁷³ sah bei der Galvanisation des Kopfes und zwar insbesondere bei querer Durchleitung des Stromes

durch die Zitzenfortsätze sofortige Besserung bei zwei Fällen hysterischer Aphonie, in dem einen der beiden Fälle nach 4 Sitzungen völlige Heilung eintreten.

Hinze⁷⁴ glaubt auf Grund der älteren und neueren Ermittlungen über den Einfluss der Bogengänge auf die Aufrechterhaltung des Körpergleichgewichts, dass der galvanische Schwindel auf einer Reizung der Bogengänge, speciell der Ampullarnerven beruhe. Wie er sich den Vorgang des Näheren vorstellt, interessiert uns hier nicht. Eine im wesentlichen gleiche Auffassung hatte bereits Breuer⁷⁵ geäußert, und Hitzig⁷⁶ nach eingehender Kritik zurückweisen zu müssen geglaubt, einer Kritik, an deren Schluss er bemerkt, dass die Lösung der Aufgabe leichter gelingen wird, wenn man nicht plötzlich Alles auf Rechnung der modern gewordenen Canäle setzen will, sondern dem doch auch nothwendigen Centralorgane sein bescheiden Stück Function lässt.«

Erdmann⁷⁷ erwähnt, dass bei Querdurchleitung des Stromes durch den Kopf Schwindel, Schmerz, Betäubung und bisweilen Uebelkeit bis zum Erbrechen sich steigend, bei vielen Versuchspersonen länger andauerndes Eingenommensein des Kopfes und nicht selten Schläfrigkeit eintritt. Näher geht Erdmann auf diese Erscheinungen nicht ein. In der Erklärung der therapeutischen Wirkungen des Stromes schliesst sich Erdmann an Remak und Benedict an, (antispastische, antiparalytische, katalytische Wirkungen) spricht hierbei von Reizung der vasomotorischen Nerven und Gefässe (Centren?), durch welche die katalytischen Wirkungen indirect zu Stande kommen. Die Möglichkeit, dass die das Gehirn treffenden Stromschleifen katalytische Wirkungen äussern und hiemit die Resorption von Blutergüssen, Exsudaten und selbst von Neubildungen anregen und fördern können, scheint Erdmann zweifellos.

Weniger sicher äussert sich in dieser Richtung Nothnagel:⁷⁸ »Dass Stromschleifen das Gehirn durchsetzen,«

bemerkt N. gelegentlich der Besprechung der Therapie bei Gehirnämorrhagie, wird heute im Angesichte verschiedener klinischer Symptome und directer experimenteller Thatsachen (Erb) nur von Wenigen noch bezweifelt; ob aber damit auch wirklich ein resorptionsbefördernder Einfluss auf das Extravasat verbunden ist, bedarf noch durchaus des Beweises. Indessen steht es empirisch fest, wie Remak zuerst angegeben hat und seitdem von verschiedenen Seiten bestätigt ist, dass zuweilen durch die erwähnte Behandlung allein eine entschiedene Besserung im Zustande der Lähmung wie Contractur herbeigeführt wird. —

Neftel⁷⁹ berichtet von günstigen therapeutischen Erfolgen, die bei verschiedenen Erkrankungen (Neurasthenie des Gehirns, Geistesstörung mit Schlaflosigkeit, Diabetes mellitus, Hysterie u. s. w.) lediglich durch »Galvanisation des Gehirns« erzielt wurden. Seine Methode der Galvanisation des Gehirns besteht darin, dass er eine Elektrode stabil am Nacken aufsetzt und die andere über die Augen, Stirn und fossa auriculo-maxillaris langsam verschiebt. Er betont die Nothwendigkeit der Vermeidung grösserer Dichtigkeitsschwankungen des Stromes, des Beginnens mit sehr schwachen Strömen und des allmählichen Steigens mit der Stromstärke bis zum Auftreten schwacher Geschmacksempfindung und der optischen Reaction. Andere cerebrale Erscheinungen wie Schwindel, Uebelkeit, Schläfrigkeit, Ohnmacht etc. sollen sorgfältig vermieden werden. Indess gestattet Neftel auch Ausnahmen von dieser Regel. So soll unter Umständen Schläfrigkeit absichtlich durch längeres Durchleiten des Stromes oder Anwendung höherer Stromstärken hervorgeufen werden. Starkes Brennen begleitet von Schwindelgefühl soll zuweilen ausgezeichnete Dienste bei Hemicranie mit geröthetem Gesichte leisten, was uns nicht recht verständlich klingt. Es mag wohl sein, dass ein diese Erscheinungen hervorrufender Strom bei Hemicranie sich nützlich er-

weist, wie aber die Sensation des Brennens begleitet von Schwindelgefühl die Hemicranie beeinflussen soll, ist nicht zu ersehen. Nach N e f t e l scheint die Anode auf die Augen, Stirn und Schläfen applicirt eine angenehmere und wohlthätigere Wirkung auf das Gehirn auszuüben, als die Kathode. Anlangend die Erklärung der Wirkungen der Gehirngalvanisation bedauert N e f t e l den Mangel sicherer Anhaltspunkte, glaubt jedoch vorläufig die Deutung acceptiren zu dürfen, »dass der galvanische Strom einen natürlichen adäqualen Reiz auf das Gehirn ausübe, wodurch schliesslich eine Verbesserung der Ernährung des Gehirns, dieses Centralorganes sämtlicher Funktionen des Körpers, erzielt wird.«

Eulenburg⁸⁰ hat von der Galvanisation durch den Kopf und am Halse (Sympathicus) bei Hirnhämorrhagie niemals einen entschiedenen Nutzen gesehen und bekennt, dass er gegen die Anwendung dieser ihrer Wirkungsweise nach so dunklen Verfahren der centralen Galvanisation bei ausgesprochenen und schweren cerebralen Destructionen überhaupt eine gewisse Abneigung empfinde.

Clemons⁸¹ hält sich für berufen, bei Behandlung der Sinnes- und Gehirnnerven vor dem Gebrauche kleiner Elemente zu warnen, »welche sich in ihren Effecten der wegen allzugrosser Spannung verlassenen Volta'schen Säule wieder unbewusst (!) nähern«. Es ist durchaus nicht gesagt, meint Clemons, »dass Ströme, welche in die Quere durch den Kopf geschlossen, Schwindel und Neigung nach der Seite veranlassen, durch solche heftige Reactionen sich besonders als Heilmittel bei Kopfkrankheiten empfehlen, und ebensowenig dürfen wir einen Strom ganz unwirksam nennen, von dessen Schliessung Patient sozusagen nichts fühlt. Ich habe mit fusshohen Bunsen'schen Elementen (jedes Element enthielt 2 Kohlen- und 2 Zinkcylinder) Gehirnaffectationen wie Krankheiten der Sinnesnerven geheilt, ohne dass meine Patienten Schwindel bekamen oder gar

umfielen und sie wurden dennoch geheilt, ohne dass besondere Reactionserscheinungen aufgetreten waren.« Clemens gedenkt ferner der individuellen Verschiedenheit der Reactionserscheinungen bei Galvanisation des Kopfes und glaubt, dass die Versuche von Fritsch und Hitzig mit ganz schwachen Strömen (Siemens'sche Elemente) wenigstens dargethan hätten, dass wenn wir auf den Kopf mit feuchten Electroden und mit Vermeidung von starker Spannung mit grossen Elementen wirken, wir auf eine allgemeine Erregung des Gehirns rechnen können, welche weder Schwindel noch sonstige bedenkliche Symptome zur Folge haben.«

Letourneau theilt in einem »D'électrisation céphalique« betitelten Aufsatz⁸² mehrere experimentelle Beobachtungen an Thieren mit. Er sah u. A. bei einem Hunde, welchem ein constanter Strom von der Stirne zum Nacken geleitet wurde (— Pol Stirn, + Pol Nacken) Erweiterung der Pupille, Exophthalmus und eine bedeutende Verengung der Retinagesässe bei jeder Unterbrechung (recte Wendung, nicht während des Fliessens) des Stromes eintreten. Zur Unterbrechung des Stromes bediente sich L. des Trouvé'schen Unterbrechers, welcher die Stromrichtung umkehrt; »mais ce fait n'a eu sur les resultats obtenus aucune influence,« glaubt L., eine gewiss eigenthümliche Anschauung. Beim Menschen beobachtete L. bei Application des + Pols an den Nacken, des — Pols hinter den hinteren Rand des aufsteigenden Unterkieferastes alsbald nach Schliessung eines Stromes von 10 Elementen (von Trouvé's Elementen au sulfate de cuivre) allmälige Verengung der Retinagesässe, nach Verlauf von $\frac{1}{2}$ Minute eine allmälige sehr mässige Erweiterung und eine starke Verengung im Momente der Unterbrechung des Stromes. Diese, auch für das Gehirn supponirte Contraction der Gefässe soll den Schwindel erklären, den die Electrisirung des Kopfes gewöhnlich hervorruft. Der Schwindel soll auf Gehirnanämie beruhen.

Die Verengerung der Gefässe soll ferner die oft unüberwindliche Schlafneigung nach Electricisirung des Kopfes verursachen. L. glaubt daher die Electricisirung des Kopfes bei Geisteskrankheiten, besonders bei nicht veralteten empfehlen zu können. In einem späteren Aufsätze⁸³ theilt L. folgenden unter Beihilfe von Laborde unternommenen Versuch mit. Einem 1 Monat alten Kätzchen wird ein beträchtlicher Theil des Schädeldaches abgetragen und hierauf ein Strom von 18 Elementen (Onimus—Brewer) derart durch den Kopf geleitet, dass der + Pol hinter den aufsteigenden Ast des Unterkiefers, der — Pol an die Stirn über die Augen applicirt wird. 10—15 Secunden nach Schliessung des Stromes wurden die feinen arteriellen Verzweigungen der Dura mater (?) weniger sichtbar und etwas später erblassten auch die venösen. Bei jeder Unterbrechung (Wendung?) des Stromes verengerten sich die Gefässe für einen Augenblick noch mehr, um hierauf sich wieder etwas zu erweitern. An der später blossgelegten Pia Mater konnte man nach Belieben die gleiche Verengerung der Gefässe herbeiführen. L. glaubt daher, dass es nicht bloss möglich, sondern sogar leicht sei, beim Menschen durch eine geeignete Electricisation eine temporäre Gehirnämie herbeizuführen und dass man durch häufige (tägliche) Herbeiführung dieser temporären Anämie congestive Zustände des Gehirns beseitigen könne.

Berger⁸⁴ wandte in Fällen von Tic convulsif u. Chorea minor von der Annahme ausgehend, dass möglicherweise ein Reizungszustand der entsprechenden motorischen Grosshirnrindencentren den Störungen zu Grunde liege, die Galvanisation des Kopfes in der Weise an, dass er die Anode an die Scheitelregion ansetzte, die Kathode dagegen an die Hand oder den Rücken applicirte. Er sah von dieser Methode bei den genannten Leiden, ferner in Fällen von partieller, halbseitiger Epilepsie (sogen. Rindenepilepsie) günstige Resultate, bei letzteren Erkrankungen allerdings nur vorübergehende.

Schiel⁸⁵ untersuchte mit dem Burg'schen federnden Dynamometer, wie sich die Kraftleistung des Arms während der Galvanisation des Gehirns durch einen vom Nacken zur Stirn gerichteten Strom verhält. Er fand, dass hiebei die Kraftleistung des Arms normal bleibt, aber die während dieser Zeit durch einen Inductionsstrom an Rumpf und Extremitäten ausgelösten Zuckungen in manchen Fällen einen deutlichen, wenn auch geringen Unterschied erkennen lassen. Ferner constatirte er, dass bei einem ziemlich kräftigen Kopfstrom die Reflexe ungehindert fortbestehen, die Iris dabei in gewöhnlicher Weise auf Licht und Schatten reagirt. »Bemerkenswerth ist,« sagt Sch. »dass weder die Willensleistung durch eine Stromesrichtung, noch die seelischen Functionen des Centralorgans überhaupt, selbst durch einen ziemlich starken Kopfstrom ganz und gar nicht betroffen zu werden scheinen.« *)

Eigene Erfahrungen über die Wirkungen der Galvanisation des Kopfes.

Indem ich nun zu meinen eigenen Erfahrungen übergehe, muss ich zunächst bemerken, dass ich hier nur auf einige von den übrigen Electrotherapeuten wenig oder gar nicht berührte Punkte einzugehen gedenke. Meine Beobachtungen bezüglich der am häufigsten bei Kopfgalvanisation beim Menschen auftretenden Erscheinungen stimmen im Wesentlichen mit denen der vorstehend angeführten Autoren überein. Von diesen Erscheinungen: Schmerz an der Applicationsstelle der Electroden, insbesondere der negativen, Licht- und Farbenercheinungen, Schwindel (wobei ich unter Schwindel alle Störungen des Sensoriums von dem leisesten Gefühle der Unsicherheit, der leichtesten Be-

*) Wörtliches Citat. Schiel meint wohl das Gegentheil dessen, was er sagt. —

nommenheit bis zum Fallen nach der Seite und der Betäubung zusammenfasse) fand ich, dass die Leichtigkeit oder Schwierigkeit ihres Hervorgerufenwerdens nicht bloß bei verschiedenen Individuen sondern bei einem und demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten sehr erheblich schwankt und dass diese Schwankungen im Allgemeinen mindestens eben so sehr wie von dem Verhalten der Schädeldecken (d. h. der Stromwiderstände) von dem Grade der Reizbarkeit des Nervensystems abzuhängen scheinen. So ist z. B. nach einer schlaflos zugebrachten Nacht, nach einer heftigen gemüthlichen Erregung eine Stromstärke, welche den Tag zuvor leicht ertragen wurde, nur mässiges Brennen und schwache Lichterscheinungen oder geringen Schwindel erzeugte, geradezu unerträglich, weil sehr heftige Schmerzen, Lichterscheinungen von beängstigender Stärke, allgemeine Aufregung etc. verursachend. Die Erscheinung des Schwankens des Kopfes nach der Seite der Anode habe ich bei einem $\frac{1}{2}$ jährigen Kinde, das schlafend auf dem Schoosse seiner Mutter ruhte, bei Querleitung eines sehr schwachen Stromes beobachtet, ein Beweis, dass diese Erscheinung von irgend welchen Vorstellungen über das Verhalten des Körpers oder der äusseren Objecte im Raume ganz unabhängig ist, *) wenn sie auch bei Erwachsenen gewöhnlich von Störungen in diesen Vorstellungsbereichen begleitet ist. Gehörs- oder Geschmackssensationen werden nach meinen Beobachtungen, gleichgiltig welche Stromrichtung man anwendet, bei den mittleren der anwendbaren Stromstärken selten bei Kopfgalvanisation wahrgenommen oder wenigstens angegeben. Es ist diess einigermassen

*) Ebenso habe ich häufig bei Kaninchen, welche sich in Chloroformnarkose befanden, diese Neigung des Kopfes nach der Seite (Seitenzwangslage, Hitzig) insbesondere bei Durchleitung des Stromes quer durch den Kopf beobachtet, hie und da plötzlich eintretend, ohne dass hiebei das Thier irgendwie ein Erwachen aus dem Chloroformschlaf bekundete.

auffallend, wenn man berücksichtigt, dass bei Galvanisation des Rückens, bei Application einer Electrode an die unterste Partie der Halswirbelsäule schon ganz gewöhnlich Metallgeschmack eintritt. Ueber Hinterhauptsschmerz hörte ich nur selten und nur bei querer Durchleitung des Stromes klagen. Zur Lösung der Frage, ob sich durch die Galvanisation des Kopfes eine nachweisbare Aenderung in den Erregbarkeitsverhältnissen der peripheren Nerven herbeiführen lasse, habe ich eine Anzahl von Versuchen an mehreren Personen angestellt und bin hiebei zu im Wesentlichen übereinstimmenden Resultaten gelangt. Nach meinen Ermittlungen wird durch die Galvanisation des Kopfes die Erregbarkeit der peripheren Nerven nicht in merklicher Weise beeinflusst. Ich will zur Illustrirung die Ergebnisse einiger meiner Versuche mittheilen:

Nr. 1.

Herr von 50 Jahren, bei welchem die Galvanisation des Kopfes schon sehr oft angewendet worden war:

Stromstärke am Kopfe applicirt: 7 Siemens'sche Elemente;
 Durchströmungsdauer: 1 Minute;
 Prüfungsstrom: Inductionsstrom*);
 Prüfungsstelle; Nervus medianus am Vorderarm;
 Stromstärke (Rollenschiebung), nöthig zur Auslösung von
 Zuckungen;
 vor der Galvanisation des Kopfes: 3 Centimeter;
 während der Galvanisation des Kopfes: 3 Centimeter.

Nr. 2.

Derselbe Mann:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 7 Siemens'sche Elemente;
 Prüfungsstrom: Inductionsstrom;

*) Es wurde bei allen diesen Versuchen ein Dubois'scher Schlittenapparat, getrieben von 2 Leclanché-Elementen und mit Millimeterscala versehen, angewendet. Die für einen bestimmten Reizeffect erforderliche Stromstärke wurde immer erst nach wiederholten Prüfungen notirt.

Prüfungsstelle: Nervus radialis am Oberarm;
 Rollenverschiebung nöthig zur Reizung;
 vor der Galvanisation des Kopfes: 3 Centimeter;
 während der Galvanisation des Kopfes: 3 Centimeter.

Nr. 3.

Derselbe Mann:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 5 Siemen'sche Elemente von
 Schläfe zu Schläfe;
 Prüfungsstrom: Inductionsstrom;
 Prüfungsstelle: Nervus facialis;
 Rollenverschiebung nöthig zur Reizung;
 vor der Galvanisation des Kopfes: $2\frac{1}{2}$ Centimeter;
 während der Galvanisation des Kopfes: $2\frac{1}{2}$ Centimeter.

Nr. 4.

Mann von 30 Jahren:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 10 Siemens'sche Elemente
 in der Hauptschliessung, 90 Siem. E. in der Nebenschlies-
 sung des Rheostaten. Leitung längs durch den Kopf (Pole
 an Stirn und Nacken);
 Prüfungsstrom: Inductionsstrom;
 Prüfungsstelle: Nervus facialis;
 Rollenverschiebung nöthig zur Reizung;
 vor der Galvanisation des Kopfes: 2,7 Centimeter;
 während der Galvanisation des Kopfes: 3 Centimeter.

Nr. 5.

Mann von 22 Jahren:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 5 Elemente Stöhrer. Pole
 an Stirn und Nacken. Stromdauer: 2 Minuten;
 Prüfungsstrom: Inductionsstrom;
 Prüfungsstellen: Nervus facialis und Nervus accessorius;
 Rollenverschiebung nöthig zur Reizung;
 vor der Galvanisation des Kopfes:
 Nervus facialis: $2\frac{1}{2}$ Centimeter;
 Nervus accessorius: 1 Centimeter;
 nach der Galvanisation des Kopfes:
 Nervus facialis: $2\frac{1}{2}$ Centimeter;
 Nervus accessorius: 1 Centimeter.

Nr. 6.

Person von Versuch 1, 2 und 3:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 4 Elemente Stöhrer (ganz frische Füllung, sehr kräftig wirkend);

quer durch den Kopf. Stromdauer: 2 Minuten. Starke Lichterscheinungen, lebhafter Schwindel, Annäherung von Uebelkeit;

Prüfungsstrom: Constanter Strom;

Prüfungsstelle: Nervus medianus in der Nähe des Handgelenkes; vor der Galvanisation des Kopfes:

7 Elemente (Stöhrer): KSZ

AOZ;

nach der Galvanisation des Kopfes:

7 Elemente (Stöhrer): KSZ

AOZ.

Nr. 7.

Mann in den 50er Jahren:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 4 Elemente Stöhrer;

quer durch den Kopf. Stromdauer: 2 Minuten. Starker Schwindel (Neigung des Kopfes nach der Anode, Scheinbewegung der Gesichtsobjecte, anfänglich auch Lichterscheinungen);

Prüfungsstrom: Constanter Strom;

Prüfungsstelle: Nervus medianus in der Nähe des Handgelenkes; vor der Galvanisation des Kopfes:

6 Elemente (Stöhrer): KSZ;

nach der Galvanisation des Kopfes:

6 Elemente (Stöhrer): KSZ.

Nr. 8.

Mann in den 20er Jahren:

Stromstärke am Kopfe angewendet: 6 Elemente (Stöhrer);

quer durch den Kopf. Stromdauer: 2 Minuten. Gefühl, wie wenn das Hinterhaupt durch eine Schraube zusammengepresst würde, später sehr intensiver Schwindel;

Prüfungsstrom: Constanter Strom;

Prüfungsstelle: Nervus medianus in der Nähe des Handgelenkes; vor der Galvanisation des Kopfes:

6 Elemente (Stöhrer): KSZ;

nach der Galvanisation des Kopfes:

6 Elemente (Stöhrer): KSZ.

Wie ersichtlich, stimmen die Ergebnisse meiner Versuche mit denen Rosenthal's nicht überein, welcher letzterer Beobachter wie oben angeführt wurde, nach Galvanisation des Kopfes gesteigerte Erregbarkeit der Nervenstämme der Ober- und Unterextremitäten beobachtet haben will. Es ist mir dies um so auffallender, als ich eine Steigerung der Erregbarkeit nicht einmal an den von mir geprüften Kopfnerven (Facialis und Accessorius) constatiren konnte, bei welchen eine Beeinflussung vom Gehirne aus jedenfalls viel näher liegt (und nebenbei bemerkt, bei Galvanisation des Kopfes auch durch Stromschleifen möglich wäre.) Dagegen harmonirt das von mir Beobachtete mit den oben mitgetheilten Erfahrungen Schiel's*), dass durch Galvanisation des Kopfes an der normalen Kraftleistung des Armes nichts geändert, d. h. die Erregbarkeit der Armnerven für den Willensreiz nicht nachweisbar beeinflusst wird. Allerdings will Schiel in mehreren Fällen in den durch den Inductionstrom am Rumpf und Extremitäten ausgelösten Zuckungen einen deutlichen, wenn auch geringen Unterschied erkannt haben; allein nach welcher Richtung hin dieser angebliche Unterschied statthatte (ob Erhöhung oder Herabsetzung der Erregbarkeit) und wo derselbe zu constatiren war, an den Nerven, oder Muskeln, oder beiden, hierüber gibt Schiel keinerlei Aufschluss. Derartigen Beobachtungen kann also vorläufig kein Gewicht beigelegt werden. Hievon abgesehen, bedarf es, wie ich glaube, für jeden einigermassen Competenten kaum des Hervorhebens, dass geringfügige, hie und da beobachtete Unterschiede bei derartigen Untersuchungen von verschiedenen Zufälligkeiten abhängen mögen, auf die ich nicht näher einzugehen brauche. Ein Beispiel derartigen Unterschiedes habe ich oben mitangeführt (4. Beispiel.) Bei der nicht zu leugnenden grossen Tragweite der

*) Die betreffenden Versuche wurden von mir geraume Zeit vor der Publication des Schiel'schen Aufsatzes angestellt.

Angelegenheit wäre es sehr wünschenswerth, wenn diese Versuche von einer Anzahl weiterer Beobachter in grösserem Massstabe angestellt würden.

Geringfügigen Schwindel, kurze Zeit nach Entfernung der Electroden noch anhaltend, und länger dauernde (selbst Tage lange) Eingenommenheit des Kopfes habe ich als Nachwirkungen in einigen Fällen constatiren müssen. Wirklich üble Zufälle während oder nach Galvanisation des Kopfes war ich glücklicherweise nie in der Lage zu beobachten.

Betreffs der durch den constanten Strom hervorzurufen- den optischen Erscheinungen habe ich einige Beobachtungen notirt, die ich, obgleich schon eine erhebliche Anzahl von Untersuchungen über diesen Gegenstand und zwar von bewährten Forschern vorliegen, dennoch der Mittheilung werth erachte. Ich konnte in einer Anzahl von Fällen die von vielen Beobachtern schon gemachte Wahrnehmung bestätigen, dass sich vom Nacken aus sehr leicht die fraglichen Lichterscheinungen hervorrufen lassen; die Region, von welcher aus diese Erregung möglich ist, reicht sogar oft noch weiter herab, bis zum 4. Brustwirbel etwa. Es ist diess ein Umstand, der dem Patienten und mir oft bei der Galvanisation des Rückens sehr lästig wurde. Ich benützte denselben bei mehreren Personen, um über das Verhalten der Retina gegenüber der Einwirkung der beiden Pole bei steigenden Stromstärken einigen Aufschluss zu erlangen; ich glaube hiebei eine für die Retina viel minder bedenkliche Procedur in Anwendung gebracht zu haben als die Erregung durch Ströme ist, wobei ein oder beide Pole in der Nähe des Auges angebracht werden. Hiebei ergab sich in der weitaus grössten Zahl von Fällen ein Verhalten der Retina gegenüber dem Strom, das dem Verhalten des motorischen Nerven und Muskels ganz analog ist.

Ich führe nur einige Beispiele an, genau in der Reihenfolge, in welcher dieselben notirt wurden.

I.

14 Siem. Elemente am Rücken:	17 Elemente S., gleiche Person:
A Schl. —	A Schl. Blitz
A O —	A O —
K Schl. Blitz	K Schl. Blitz
K O —	K O —

17 Elemente Siem., gleiche Person,
einige Zeit später:

A Schl. —
A O —
K Schl. Blitz
K O —

II. Andere Versuchsperson.

20 Elemente (Siemens):	24 Elemente (Siemens):
K Schl. Blitz	K Schl. Blitz
K O —	K O —
A Schl. —	A Schl. Blitz
A O —	A O —

III. Versuchsperson von I.

14 Elemente (Siemens):	Eine Electrode höher ob. am Nacken:
A Schl. —	A Schl. schwacher Blitz
A O schwacher Blitz	A O schwacher Blitz
K Schl. stärkerer Blitz	K Schl. starker Blitz
K O —	K O sehr schwacher Blitz.

IV. Versuchsperson nicht notirt.

18 Elemente (Siemens):	Gleiche Zahl Elemente:
K Schl. Blitz	K Schl. Blitz
K O Blitz	K O —
A Schl. —	A Schl. Blitz
A O —	A O —

Die vorletzte Beobachtung stimmt wie wir sehen, mit den übrigen nicht überein. Eine Erörterung darüber wodurch diese Divergenz vielleicht zu erklären wäre (unrichtige Angabe der Versuchsperson u. s. w.), muss ich mir versagen, da ich diese Beobachtungen hier sozusagen nur einschalte.

Anmerkung. Die Forscher, welche sich bisher mit dem Studium der Wirkungen galvanischer Retinareizung befassten, beschäftigten sich zum

grössten Theile mit den Farben des Lichtbildes, das durch die Reizung der Retina hervorgerufen wird, so schon kurze Zeit nach der Entdeckung der galvanischen Lichterscheinung durch Volta, Ritter,⁸⁶ Grapengiesser,⁸⁷ Purkinje,⁸⁸ Helmholtz,⁸⁹ Brunner,⁹⁰ Brenner,⁹¹ Neftel⁹² u. A. Eine Verschiedenheit in der Intensität der Wirkung beider Pole wurde schon von Ritter wahrgenommen; er fand den Silberpol schwächer als den Zinkpol wirkend, und dass die Farbenercheinungen beim Oeffnen und Schliessen des Stromes verschieden. Eingehendere Untersuchungen über die Reihenfolge, in welcher bei steigenden Stromstärken und wechselnder Stromrichtung die Schliessungs- und Oeffnungsreaction des Schapparates eintritt, ebenso über die relative Intensität dieser Reactionen liegen meines Wissens nur von Brunner vor. Indess war die von Brunner angewandte Untersuchungsmethode (Strom vom Auge zum weichen Gaumen oder Nacken, Grove'sche Elemente, Steigen um 1 solches Element) meines Erachtens eine viel zu rohe, um die Differenzen sowohl als die Reihenfolge der Retinareactionen genügend hervortreten zu lassen. Trotzdem stimmen seine Ergebnisse in der Hauptsache mit den von mir erhaltenen überein.

Er fand bei Anwendung von 1 Grove und Application des — Poles am weichen Gaumen, des + Poles an den Augenlidern:

A Schl. Blitz
 A O —
 K Schl. Blitz
 K O —

Bei 2 Grove'schen Elementen und gleicher Anordnung:

A Schl. starker Blitz
 A O schwächerer Blitz
 K Schl. Blitz stärker als bei A Schl.
 K O Blitz schwächer als bei K Schl

4 Grove, + Pol Auge, — Pol Nacken:

A Schl. Blitz
 A O Blitz
 K Schl. Blitz
 K O Blitz (schwächer).

Bezüglich der therapeutischen Wirkungen der Kopfgalvanisation gestatten meine bisherigen Erfahrungen kein so präcises Urtheil, wie ich es wünschte. Ich theile in dieser Beziehung das Geschick vieler Collegen. Ich habe die Kopfgalvanisation wohl in einer grösseren Anzahl von Fällen angewendet, aber selten allein, meist in Verbindung mit noch

andern electrotherapeutischen Proceduren, welche geeignet sind, den Ernährungszustand des Gehirns zu beeinflussen (Galvanisation des Rücken- speziell des Halsmarkes, Galvanisation am Halse (sogenannte Sympathicusgalvanisation.) Am entschiedensten schien mir die Galvanisation des Kopfes günstige Wirkungen bei Leiden zu äussern, welche auf leichteren Circulations- und Ernährungsanomalien des Gehirns beruhen (Neurasthenie des Gehirns, habitueller Kopfschmerz, Migräne, leichtere Formen geistiger Störung, insbesondere Melancholie, und ich glaube daher, diese Methode den Psychiatern angelegentlichst empfehlen zu können. Günstige Erfolge beobachtete ich ferner bei Gehirnhämorrhagie, und zwar nicht blos Besserung der Lähmungssymptome, in einem Falle von gemischt annestisch-atactischer Form der Aphasie auch Verringerung der Sprachstörung. Entschiedene ungünstige Wirkungen (i. e. Verschlimmerung vorhandener Krankheitszustände) habe ich in keinem Falle beobachtet. —

Zusammenfassung des betreffs der Wirkung am Kopfe angewendeter electricischer Ströme Festgestellten.

Wenn wir nun zunächst von allen Theorien über die Art der Einwirkung der Kopfgalvanisation abstrahirend, einen Blick auf die im Vorstehenden angeführten That-sachen werfen, so ergibt sich, dass bezüglich der Wirkungen der Kopfgalvanisation Folgendes zur Zeit als festgestellt betrachtet werden kann.

Die Wirkungen, welche Application des constanten Stromes am Kopfe hervorruft — wir sehen hier von der Stromrichtung ganz und gar ab, ob längs oder quer durch den Kopf und ziehen auch nur therapeutisch verwendbare Stoffe in Betracht — lassen sich in 2 Gruppen scheiden:

- 1) In solche, die sich während der Application zeigen, pri-

märe Wirkungen. 2) In solche, die nach Unterbrechung des Stromes auftreten, secundäre Wirkungen. Die grosse Mehrzahl der therapeutischen Effecte gehört zu letzteren.

Zur Gruppe der primären Wirkungen gehören:

- 1) Der Schmerz an der Applicationsstelle der Electroden.
- 2) Die Licht- und Farbenerscheinungen.
- 3) Die verschiedenen Störungen des Sensoriums, respect. Grade des Schwindels, von der leichten Benommenheit des Kopfes bis zum Fallen nach der Seite und zur Betäubung.
- 4) Die seltener auftretenden Geschmacks- und Gehörssensationen.
- 5) Unwillkürliche Augenbewegungen.
- 6) Die noch seltener und nur bei nervösen Personen oder übergrosser Stromstärke auftretenden Erscheinungen der Gesichtsbässe, Ohnmachtsanwandlung, Uebelkeit bis zum Erbrechen.
- 7) Hinterhauptsschmerz. (Gefühl, wie wenn das Hinterhaupt durch eine Schraube zusammengepresst würde.)

Das Vorkommen von Convulsionen bei Anwendung bedeutender Stromstärken wird von einer ganzen Reihe von neueren Autoren erwähnt, indess scheint diese Angabe von den meisten derselben nur nacherzählt, resp. nachgeschrieben zu sein. Benedict⁹³ ist der Einzige unter den neueren Autoren, der behauptet, das Auftreten eklamptischer Anfälle selbst gesehen zu haben. Es ist jedoch sehr fraglich — wenigstens bis zum Beweise des Gegentheiles — ob an dem Auftreten dieser Anfälle die Galvanisation direkt Schuld trug, ob hier nicht Angst, heftiger Schmerz bei nervösen, zu Convulsionen disponirten Personen Hauptursache war. Indess möchte ich durchaus nicht in Abrede stellen, dass bei sehr unvorsichtiger Anwendung beträchtlicher Stromstärken und insbesondere bei jähen Wendungen Convulsionen eintreten

können. Ich habe, wie ich hier vorläufig bemerken will, bei meinen Thierversuchen beim Durchleiten starker Ströme durch den Kopf und insbesondere nach jäher Wendung des Stromes allgemeine Convulsionen sogar häufig eintreten und bis zur Verringerung der Stromstärke anhalten sehen.*)

8) Zu den primären Wirkungen gehören ferner die therapeutischen Effecte, welche sich während der oder in unmittelbarem Anschlusse an die Galvanisation des Kopfes zeigen: Linderung von Schmerzen, von Gefühlen von Druck, Schwere u. dergl. im Kopfe, Verringerung von Lähmungserscheinungen, z. B. von Sprachstörungen bei progressiver Paralyse (Hitzig, Schüle), von Aphonie (Emminghaus) bei Hysterischen, von Lähmungssymptomen an den Extremitäten in Folge von Gehirnämorrhagie (Benedict ⁹⁷).

Als secundäre Wirkungen der Kopfgalvanisation sind festgestellt:

- 1) Aenderungen in vorhandenen Krankheitszuständen, therapeutische Effecte. Hieher sind zu zählen: günstige

*) Es scheint mir, dass seit der Zeit Remak's und dem Gebrauche der gegenwärtig verwendeten Batterien der Eintritt von Convulsionen ein höchst seltenes Vorkommniss ist. Dagegen ist es sehr wahrscheinlich, dass in den ersten Zeiten der therapeutischen Verwerthung des Galvanismus, bei dem Gebrauche der Volta'schen Säule, Convulsionen öfters vorkamen; hievon finden wir z. B. einen Fall in der Schrift von Hellwag-Jacobi ⁹⁴ mitgetheilt: Bei einem Manne von grosser Reizbarkeit und zartem Körperbau wurde wegen langwieriger Augenschwäche und krankhafter Spannung in den Augenmuskeln eine Batterie von 6 Schichtungen, der Zinkpol auf der Vereinigung des Thränenbeines mit dem processus nasalis oss. maxill. sup. der Kupferpol auf dem foramen supraorbit. des Stirnbeines der gleichen Seite, angewendet. »Gleich bei dem ersten Schliessen der Kette entstanden heftige Zuckungen in beiden Armen und starke Blitze vor den Augen.« Verminderung der Zahl der Schichtungen verringerte die Heftigkeit der Wirkungen keineswegs.

Siehe auch Augustin (vom Galvanismus und dessen medic. Anwendung. Berlin 1801. S. 58).

Wirkungen bei verschiedenen Functionsstörungen des Gehirns, die nicht auf gröbere Läsionen dieses Organs oder seiner häutigen Umhüllungen zurückzuführen sind, so Neurasthemic des Gehirns, geistige Störungen, habitueler Kopfschmerz, Migräne, bei congestiven Zuständen des Gehirns, ferner bei Neurosen insbesondere bei Chorea, aber auch bei Epilepsie (s. Althaus⁹⁸; Berger⁹⁹ bei halbseitiger Rindenepilepsie) und Hysterie, desgleichen bei Tic convulsif; bei Hirnhämorrhagien und Embolien der Hirnarterien, resp. deren Folgezustände, bei chronischen Entzündungs- und Degenerationszuständen des Gehirns und der Gehirnhäute (progressive Paralyse der Irren, progressive Bulbärparalyse, Gehirnsyphilis) endlich bei Erkrankungen der Gehirnnerven.

- 2) Eine Anzahl verschiedenartiger Vorkommnisse: Schläfneigung, Eingenommenheit des Kopfes, Congestionen nach diesem, länger anhaltenden Schwindel (insbes. bei Tabetikern); Erblindung (Duchenne¹⁰⁰) Gehirnhämorrhagien (Fälle von Benedict¹⁰¹, Brenner¹⁰², Rosenthal¹⁰³). Indess dürften letztere Vorkommnisse ausschliesslich auf ungeeignete Applicationen, zu intensive Ströme oder zu lange Sitzungsdauer zurückzuführen sein.

Ich habe es im Vorstehenden unterlassen, die Ansichten der Autoren betreffs der Wirkungen am Kopfe angewendeter Inductionsströme ähnlich wie bezüglich der Wirkungen der Kopfgalvanisation vorzuführen. Es wäre dies nahezu auf eine ständige Wiederholung hinausgelaufen. Es ist gegenwärtig allgemein zugegeben, dass am Kopfe applicirte faradische Ströme folgende Wirkungen hervorrufen:

- 1) Reizung der sensiblen Kopfnerven, entsprechend dem Grade der angewendeten Stromstärke (daneben natürlich je nach der Stromstärke und Applicationsstelle auch Muskelcontractionen).

- 2) Lichterscheinungen, diese jedoch nur selten und selbst bei bedeutenden Stromstärken in viel geringerer Intensität als bei Anwendung constanter Ströme.*)
- 3) Schwindel, gleichfalls nur ausnahmsweise und zwar bei hiezu besonders disponirten Individuen. In pathologischen Fällen hat man dagegen den Eintritt der beiden letztgenannten Reizerscheinungen schon bei Anwendung schwacher Inductionsströme beobachtet. Gehörssensationen werden durch die Einwirkung der gewöhnlichen schnellschlägigen Inductionsströme am Kopfe nicht hervorgerufen (Brenner).
- 4) In therapeutischer Hinsicht sind festgestellt: günstige Resultate bei verschiedenen Formen von Kopfschmerz, neuralgischen Affectionen des Kopfes, Migräne, beim Kopfschmerze Anämischer und Hysterischer (hier insbesondere bei Application vermittelt der befeuchteten Hand).

*) Duchenne⁹⁸ schrieb dem secundären Inductionsstrome (courant de la deuxième hélice) eine weit kräftigere Wirkung auf die Retina zu als dem primären Strome. Der von Duchenne beobachtete Unterschied hat, wie Becquerel, Rosenthal und Onimus nachwiesen, in der Construction des Duchenne'schen Apparates seinen Grund, bei welchem Apparate die secundäre Rolle aus sehr zahlreichen Windungen eines sehr dünnen Drahtes besteht. Hiedurch entstehen in der secundären Rolle Ströme von viel stärkerer Spannung als in der aus einem kürzeren und dickeren Drahte bestehenden primären Spirale. Inducirte Ströme von stärkerer Spannung dringen leichter in die Tiefe und erregen desshalb auch die Retina stärker als Ströme von geringerer Spannung. Bei gleicher Spannung äussern der primäre und der secundäre Strom die gleiche physiologische Wirksamkeit.⁹⁹

II. ABSCHNITT.

Physiologische Ergebnisse.

Die Wirkungen der Galvanisation des Kopfes sind, wie wir sehen, mannigfaltig; mannigfaltig sind auch die Theorien, welche zur Erklärung dieser Wirkungen herangezogen werden. Directe Reizung des Gehirns und der Sinnesnerven durch den Strom, reflectorische Erregung, Beeinflussung der vasomotorischen Nerven und Centren und directe Einwirkung auf die Gefäße. Es ist naheliegend, dass wir zunächst zusehen, was die physiologische Forschung betreffs der Wirkungen des electricischen Reizes auf die Organe der Schädelhöhle ergeben hat, bevor wir an eine Würdigung dieser Theorien gehen.

Es ist bekannt, dass bis vor kaum mehr als einem Decennium der Satz von der Unerregbarkeit der Grosshirnhemisphären für die electricische wie für jede andere Art künstlicher Reizung von den Physiologen als eine der bestbegründeten Lehren ihrer Wissenschaft betrachtet wurde. Die gleichlautenden Erfahrungen einer Reihe der zuverlässigsten Forscher schienen denselben zu einem unantastbaren Dogma gemacht zu haben. Und heutigen Tages ist durch eine imposante Reihe unangreifbarer, an den verschiedensten Thierarten angestellter Versuche die Unbegründetheit dieses Dogma's nachgewiesen, ist festgestellt, dass bei allen Wirbelthieren vom Affen bis zum Frosche und Fische herab durch electricische Reizung der Grosshirnlappen sich Bewegungen auslösen lassen.

Das Verdienst die Irrthümlichkeit der bis dahin allgemein acceptirten Lehre nachgewiesen zu haben, gebührt in erster Linie Fritsch und Hitzig.¹⁰⁴ Diese Forscher zeigten zuerst, dass an der Grosshirnconvexität des Hundes eine Zone sich findet, deren electricische Reizung combinirte Muskelcon-

tractionen an der gegenüberliegenden Körperhälfte auslöst. Sie fanden ferner, dass diese Muskelcontractionen bei Anwendung ganz schwacher Ströme auf bestimmte, engbegrenzte Muskelgruppen sich localisiren, dass bei Anwendung stärkerer Ströme bei Reizung der gleichen oder sehr benachbarten Stellen sofort andere Muskeln und zwar auch Muskeln der correspondirenden Körperhälfte sich betheiligen, dass endlich die Möglichkeit isolirter Erregung einer begrenzten Muskelgruppe bei Anwendung ganz schwacher Ströme auf sehr kleine Stellen beschränkt ist.¹⁰⁵ Die Frage der electricischen Erregbarkeit der Grosshirnrinde, die Lagerung und Ausdehnung der einzelnen Stellen, von welchen aus sich isolirte Contraction bestimmter Muskelgruppen u. s. w. durch den electricischen Reiz erzielen lässt, beschäftigte alsbald eine grosse Reihe von Forschern, vor Allen neben Hitzig von deutschen Forschern Schiff,¹⁰⁶ Wundt,¹⁰⁷ Herrmann,¹⁰⁸ Braun,¹⁰⁹ Külz,¹¹⁰ Fürstner,¹¹¹ Obersteiner,¹¹² Eulenburg,¹¹³ Langendorff,¹¹⁴ Soltmann;¹¹⁵ von französischen Carville und Duret,¹¹⁶ Dupuy,¹¹⁷ Bochefontaine¹¹⁸ und Lépine,¹¹⁹ Franck und Pitres,¹²⁰ Couty,¹²¹ von englischen und amerikanischen vor allen Ferrier,¹²² Burdon-Sanderson,¹²³ Mc. Kendrick,¹²⁴ Beard,¹²⁵ Putnam,¹²⁶ Lautenbach¹²⁷ von italienischen Lussana und Lemoigne,¹²⁸ Luciani und Tamburini,¹²⁹ Albertoni und Michieli,¹³⁰ Bufalini,¹³¹ Marcacci,¹³² ferner Balogh,¹³³ Pasternacki¹³⁴ u. A. Es würde uns zu weit führen und auch unserm Thema ferne liegen, wollten wir auf Details der Untersuchungen all' der erwähnten Forscher eingehen. Die wichtigsten der bisher erzielten Ergebnisse lassen sich in Folgendem zusammenfassen: Durch Reizung circumscripiter Rindenpartieen in dem die fissura Rolando begrenzenden Hemisphärenbezirke (gyrus centralis anterior und posterior, hinteres Ende der beiden oberen Stirnwindungen und labu-

lus parietalis superior) lassen sich beim Affen Bewegungen bestimmter Muskelgruppen der gegenüberliegenden Körperhälfte (der Extremitäten, des Gesichtes, Rumpfes, Schwanzes), von mehreren Stellen aus bilaterale Bewegungen — Öffnen des Mundes und Vor- und Rückwärtsbewegung der Zunge, Bewegungen der Augen und Lider direct hervorrufen.*) Ähnliche, aber minder mannigfaltige Bewegungen lassen sich von correspondirenden Stellen des Grosshirns anderer Säuger auslösen und zwar ist die Mannigfaltigkeit der anzuregenden Bewegungen im Allgemeinen um so geringer, je niedriger die Stellung des Thieres. Es scheint ferner der Fall zu sein, dass je mehr die Bewegung einer Muskelgruppe (oder eines Körpergliedes) an intellectuelle Vorgänge — Vorstellungsacte — geknüpft ist, um so leichter sich dieselbe von der Rinde aus anregen lässt und um so grösser das derselben zugehörige Rindenterritorium ist. (Obersteiner.) Bei neugeborenen Thieren lassen sich durch electricische Reizung der betreffenden Rindenpartien noch keine Bewegungen erzielen.

Electricische Reizung von Partien der Grosshirnrinde wirkt ferner modificirend auf eine Reihe vegetativer Vorgänge ein. Es können dergestalt beeinflusst werden: Die Herzthätigkeit, der Contractionszustand der Arterien, der Rhythmus der Respiration, die Bewegungen des Magens, Darmes, der Blase, die Tuben, das Volumen der Milz, die Temperatur peripherer Theile, die Secretionsthätigkeit der Speicheldrüsen, der Leber und der Darmschleimhaut. Von diesen Effecten sind jedoch fast sämmtliche von mehreren Rindenstellen oder ausgedehnten Rindengebieten aus hervorzurufen, zum grossen Theil sind sie sogar von den gleichen Rindenstellen aus zu erzielen. Diese Vorgänge lassen sich ferner zum Theil (so Drucksteigerung und Speichelsecretion)

*) Nicht reflectorisch; es existiren nach Ferrier auch Stellen, von welchen aus reflectorisch Bewegungen sich auslösen lassen. —

durch Reizung der Dura mater, zum Theil auch durch Reizung des centralen Stumpfes des durchschnittenen Ischiadicus auslösen. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass dieselben auf reflectorischer Beeinflussung tiefer gelegener Centren, Auslösung von Erregungs- oder Hemmungsvorgängen in diesen beruhen.

In Betreff der Lagerung der einzelnen Rindenstellen (Centren), von welchen aus sich bestimmte Muskelgruppen in Contraction versetzen lassen, sowie betreffs der Ausdehnung der überhaupt electricisch erregbaren Region existiren zwischen den beiden Hauptforschern auf diesem Gebiete, Hitzig und Ferrier erhebliche Meinungsdivergenzen. Diese rühren wohl wesentlich von der Verschiedenheit der von beiden Forschern angewendeten Reizmethoden her.

Hitzig bediente sich bei seinen Versuchen vorzugsweise des 'constanten Stromes und zwar einer Kette von 10 Siemens-Halske'schen Elementen, die nicht ganz die electromotorische Kraft eines Daniell und je einen Widerstand von etwa 5 S. E. hatten. Die Abstufung der durch diese Batterie gelieferten Stromstärke geschah durch einen in Nebenschliessung angebrachten Rheostaten von 0—2100 S. E. Widerstand, von welchen jedoch nur eine geringe Anzahl, nämlich 30—40 S. E. in der Regel eingeschaltet wurden. Die hiedurch gelieferte Stromstärke genügte eben bei metallischer Schliessung eine Gefühlssensation auf der Zunge hervorzurufen.¹³⁵ Ferrier dagegen erklärte, dass in Anbetracht der durch verschiedene Umstände bedingten Schwankungen in den Erregbarkeitsverhältnissen der Grosshirnrinde es unmöglich sei, ein feststehendes Maass für die Minimalstärke des Stromes anzugeben, welche nothwendig sei, um irgend einen Theil des Gehirnes an irgend einem Thiere zu erregen.¹³⁶ Er verwendete bei seinen Versuchen den Strom der secundären Spirale eines Dubois'schen Schlittenapparates, der von

einem Elemente von der Kraft eines Daniell getrieben wurde. Der Rollenabstand von 8 cm, welcher meist zur Erzielung der gewünschten Wirkungen genügte, ergab einen Strom, der an der Zungenspitze eine stechende, aber noch leicht erträgliche Empfindung verursachte. Ferrier führt ein Beispiel an, aus welchem in treffender Weise erhellt, von welcher Bedeutung die angewandte electricische Reizmethode und insbesondere die Reizstärke für die zu erlangenden Resultate ist. »Nachdem ich am Gehirn eines Affen jene Region freigelegt hatte, in welcher ich früher das Centrum des Biceps localisirt hatte, also eine Stelle, von welcher aus Supination und Flexion des Vorderarmes erzeugt werden kann, so suchte ich die genaue Stärke des für jenen Effekt erforderlichen inducirten Stromes zu bestimmen und dessen Wirkung mit der des galvanischen Stromes zu vergleichen. Bei Anwendung des oben (S. 141) erwähnten Elementes und bei einem Rollenabstande von 13 cm konnte ich kein Resultat bemerken; ebenso bei 12 cm; bei 11 cm leichte Auswärtsrollung des Handgelenkes, bei 10 cm merkbare Supination der Hand, bei 9 cm leichte und langsame Supination und Flexion des Vorderarmes, und erst, wenn die Rollen einander bis auf 8 cm. genähert waren, kam es zu ausgesprochener Supination und Flexion des Vorderarmes ohne irgend eine Complication mit anderen Bewegungen. Ich versuchte nun, den galvanischen Strom von 6 Smee'schen kleinen Elementen. Bei der Schliessung des Stromes kam es ebenso wenig wie bei langsamer Unterbrechung desselben zu einem Resultate. Mit acht Elementen und bei langsam wiederholter Unterbrechung bemerkte ich ein plötzliches krampfhaftes Schleudern der Hand und des Vorderarmes, ohne deutliche Supination und Flexion. Dasselbe geschah, wenn ich zehn Elemente nahm; doch nur dann, wenn der Strom rasch geschlossen und geöffnet wurde, verwandelte sich das krampfhaftes Schleudern in eine andauernde Supination und

Flexion des Vorderarmes. Auf der Zunge erzeugte dieser Reiz eine Empfindung, die sicherlich ebenso stark, wenn nicht noch stechender war, als die des inducirten Stromes. Hingegen zeigte sich an der Contactstelle der Electroden eine deutliche electrolytische Zersetzung und beginnende Entwicklung von Gasblasen.¹³⁷

Dass die Art der Reizung für den motorischen Effect nicht gleichgültig, erkannten auch Fritsch und Hitzig. Reizung durch einfache metallische Schliessung des Kettenstromes ergibt nach ihnen eine einfache ziemlich schnell vorübergehende Zuckung, während Reizung durch Aufsetzen der Elektroden zur Erzielung des gleichen Effectes grössere Stromstärken erheischt. Sie fanden ferner, dass metallische Wendung *ceteris paribus* einen grösseren Reizeffect als blosser Schliessung und jede Electrode an dem Orte ihrer Application eine erhöhte Erregbarkeit für die andere, und eine verringerte für die gleiche hervorruft, dass ferner die Wirkung der Anode vorwiegt und bei minimalen Stromstärken nur die Anode Zuckungen auszulösen scheint.¹³⁸ Reizung mit tetanisirenden Inductionsströmen ergibt nach Fritsch und Hitzig keine constanten Effecte, oft erst nach längerer Zeit nachlassende tonische Contractionen der betreffenden Muskelmassen, oft gleich nach Beginn der Reizung fast ganz wieder schwindende Contractionen u. s. w. Bei einer Reizung von wenig Secunden treten nach Öffnung des tetanisirenden Stromes Nachbewegungen ein, die sich mehrmals wiederholen können.

In den Extremitäten treten diese Bewegungen als klonische Krämpfe, im Gebiete des Facialis als zitternde Bewegungen auf. Aus diesen Nachbewegungen können sich, wie Fr. und H. an zwei Thieren beobachteten, wohlcharacterisirte epileptische Anfälle herausbilden.*)

*) Gleichfalls allgemeine Convulsionen habe ich bei Kaninchen bei Leitung starker Ströme durch den Kopf beobachtet.

Die Reactionsfähigkeit der Grosshirnrinde für den electricen Reiz wird noch von einigen weiteren Umständen erheblich beeinflusst. So sinkt nach Hitzig mit der Verblutung die Erregbarkeit des Gehirns ungemein schnell, um schon vor dem Tode fast ganz zu erlöschen. Unmittelbar nach dem Tode ist durch die stärksten Ströme kein Effect mehr zu erzielen.¹⁸⁹ Nach Lussana und Lemoigne¹⁴⁰ erlischt auch im Zustande des Asphyxie die electriche Erregbarkeit der Grosshirnrinde. Das Gleiche soll im Zustand der Apnöe nach Schiff der Fall sein, was jedoch von Hitzig¹⁴¹ bestritten wird. Von grossem Belange ist auch die Narkose. Chloroform beseitigt nach Schiff¹⁴² die Erregbarkeit. Nach Hitzig findet sich bei Thieren im Zustande der tiefsten Aetherisirung die Erregbarkeit theils erhalten, theils erloschen.¹⁴³

Es ist endlich auch festgestellt, dass die Grosshirnrinde bei verschiedenen Thieren selbst der gleichen Gattung nicht gleich erregbar ist und die einzelnen erregbaren Stellen (Centren vieler Autoren) wiederum verschiedene Grade der Ansprechbarkeit für den electricen Reiz aufweisen. So fanden Lussana und Lemoigne,¹⁴⁴ dass nicht bei allen Hunden durch electriche Reizung der betreffenden Rindenpartieen sich Bewegungen auslösen lassen. Ein Strom, der deutliche Contraction des Orbicularis oculi hervorruft, erzeugt nach Ferrier¹⁴⁵ häufig keine Bewegung der Glieder. Die Rindenstellen der Vorderextremitäten lassen sich nach Obersteiner¹⁴⁶ beim Kaninchen und bis zu einem gewissen Grade auch beim Hunde leichter erregen als die für die Hinterextremitäten.

Nach den Ergebnissen der Thierversuche war die Annahme wohl berechtigt, dass auch beim Menschen an der Hemisphären-Convexität eine Region sich finden müsse, deren Reizung Bewegungen zur Folge hat. Den kühnen Versuch, einen direkten Beweis für diese Annahme zu liefern, unter-

nahm der amerikanische Arzt Bartholow. Er reizte bei einer Kranken, bei welcher eine carcinomatöse Erkrankung des Schädels einen Theil des Gehirns blossgelegt hatte, die Rinde des lobulus parietalis superior (P¹ Ecker) mit dem constanten und inducirten Strome und zwar vermittelt nadel-förmiger Electroden und sah convulsivische Bewegungen des Armes und Beines der gegenüberliegenden Seite eintreten.¹⁴⁷ Genaueres betreffs Lage und Umfang der erregbaren Rindenzone beim Menschen erhellt indess aus Beobachtungen anderer Art. Die klinische Forschung der letzten Jahre, insbesondere die Untersuchungen Charcots und seiner Schüler haben beim Menschen ein Rindengebiet abgegrenzt, dessen totale oder sehr ausgedehnte Zerstörung vollkommene halbseitige Lähmung, dessen partielle Zerstörung partielle Bewegungsstörungen gewöhnlich zur Folge hat. Dieses Rindengebiet — von Charcot und Pitres¹⁴⁸ als Zone motrice corticale bezeichnet — umfasst nach diesen Autoren die beiden Centralwindungen, die hintern Enden der drei Stirnwindungen und den lobulus paracentralis, entspricht also in der Hauptsache dem Rindengebiete beim Affen, dessen electriche Reizung direct (nicht reflectorisch) Muskel-contractionen hervorruft. Pathologische Reizzustände innerhalb dieses Gebietes können, wie zahlreiche klinische Erfahrungen (Hughlings, Jackson,¹⁴⁹ Hitzig,¹⁵⁰ Wernher¹⁵¹ und A.) lehren, einseitige localisirte Convulsionen produciren. Man wird demnach kaum die Annahme ablehnen können, dass die Zone motrice corticale Charcot's mit dem electriche erregbaren Rindengebiete beim Menschen zusammenfällt. Ob bei den vorstehend besprochenen Reizversuchen die motorischen Wirkungen durch Erregung der Ganglienzellen der Rinde oder der in dieser verlaufenden Nervenfasern ausgelöst werden, diese Frage ist zur Zeit noch nicht spruchreif. Wir haben an dieser Stelle keinen Anlass näher hierauf einzugehen. Sicher ist, dass Reizung der erregbaren Rinden-

zone unterliegende Markmasse ebenfalls Bewegungen auslöst, (Hitzig,¹⁵² Carville und Duret,¹⁵³ Braun,¹⁵⁴ Herrmann,¹⁵⁵ Glicky,¹⁵⁶ u. A.,) dass ferner die electricisch erregbaren Fasermassen aus dem Hemisphärenmarke in die innere Linsenkapsel und von dieser aus direct in den Hirnschenkel sich fortsetzen. (Glicky, Braun, Soltmann.)¹⁵⁷ Die grauen Massen des Streifenhügels sind für den electricischen Reiz unerregbar (Franck und Pitres,¹⁵⁸ Glicky,¹⁵⁹ Soltmann¹⁶⁰ gegen Burdon-Sanderson,¹⁶¹ Carville Duret¹⁶² und Ferrier.¹⁶³ Ebenso ergibt Reizung des Thalamus opticus nur negative Resultate (Ferrier¹⁶⁴). Anders verhält es sich mit den Vierhügeln. Electricische Reizung eines vorderen Zweihügels producirt nach Ferrier¹⁶⁵ bei Affen, Hunden, Katzen und Kaninchen: Pupillenerweiterung und zwar zuerst an dem Auge der gegenüberliegenden Seite (nach Knoll¹⁶⁶ tritt dieselbe bei Kaninchen vorwaltend auf dem gleichseitigen Auge ein) weite Öffnung der Augen und Drehung dieser nach aufwärts und der gegenüberliegenden Seite. Der Kopf wird in der Richtung der Augen bewegt, die Ohren stark zurückgezogen; bei weiterer Andauer der Reizung treten Contractionen in den Kaumuskeln (Trismus) und in den Extremitätenmuskeln, Zurückziehen der Mundwinkel und schliesslich vollkommener Opisthotonus ein. Nach Adamük's¹⁶⁷ Versuchen ergibt Reizung eines vorderen Zweihügels: Drehung beider Augen nach der entgegengesetzten Seite, bei Reizung am vorderen Umfange mit horizontalen Blicklinien, bei Reizung des mittleren Theiles mit nach oben gerichteten Blicklinien, zugleich Erweiterung der Pupillen, bei Reizung des hinteren Theiles mit nach unten gerichteten Blicklinien, zugleich Verengerung der Pupillen. Electricische Reizung der hintern Zweihügel verursacht nach Ferrier¹⁶⁸ dieselben motorischen Effecte wie die der vorderen Hügel, ausserdem noch Ausstossen von Schreien verschiedener Art und zwar letztere schon bei der leichesten

Berührung der Electroden. Hensen und Völkers¹⁶⁹ fanden bei Hunden den hintern Theil des Bodens des 3. Ventrikels, vorne über den Corp. mammillaria beginnend, und den Boden des Aquäeductus Sylvii electricisch erregbar. Sie beobachteten bei Reizung

- a) Des vordersten Abschnittes: Accomodation.
- b) Des folgenden Abschnittes: Iriscontraction.
- c) Des Grenztheiles zwischen Aquaeductus und 3. Ventrikel: Contraction des Rectus internus.
- d) Dann der Reihe nach folgend: Contraction des Rectus superior, Levator palpebrae super., Rectus inferior, endlich des Obliquus inferior (des letzteren Centrum unter den hinteren Vierhügeln).

Electricische Reizung des Hirnschenkelfusses (fascio basilare, strato inferiore del peduncolo cerebrale) hat nach Albertoni und Michieli¹⁷⁰ bei Hunden, Kaninchen und Meerschweinchen Bewegungen der contralateralen Hinterextremität zur Folge. Dieselben Autoren sahen bei electricischer Reizung der Bindearme (Processus cerebelli ad corpora quadrigemina) Pleurosthotonus nach der gegenüberliegenden Seite, bei gleichzeitiger electricischer Reizung beider Bindearme Opisthotonus eintreten.

Versuche mit electricischer Reizung des Kleinhirns wurden in neuerer Zeit von Ferrier¹⁷¹ an Affen, Hunden, Katzen und Kaninchen, an Tauben und Fischen, von Hitzig¹⁷² an Kaninchen angestellt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind namentlich wegen der erheblichen experimentellen Schwierigkeiten noch sehr unvollkommen und in manchen Beziehungen sehr der Klärung bedürftig; doch wurde durch dieselben zur Genüge dargethan, dass entgegen den Behauptungen älterer Forscher (Flourens, Bouillaud, Hertwig, Longet etc.) nach welchen das Kleinhirn für jede Art künstlicher Reizung sich unerregbar erweisen sollte, nmschriebene Partieen des Kleinhirns auf den elektrischen Reiz mit be-

stimmten, unter sich variirenden motorischen Effecten antworten.

Am Affenkleinhirn ergibt nach Ferrier Reizung des hintersten Abschnittes des Mittellappens (pyramis vermis): Drehung beider Augen nach der Linken oder Rechten in einer horizontalen Ebene, je nachdem die Electroden an der linken oder rechten Seite dieses Abschnittes applicirt werden.

Am hinteren Abschnitte des Oberwurms (Declive monticuli) bei Reizung in der Mittellinie dieser Partie: Bewegung beider Augen gerade nach abwärts; bei Reizung an der linken Seite: Bewegung beider Augen nach abwärts und zur Linken; an der rechten Seite: Bewegung nach abwärts und rechts. Die Augenbewegungen werden von einer entsprechenden Bewegung des Kopfes nach vor- oder abwärts begleitet.

Vorderer Abschnitt des Oberwurms (monticulus cerebelli Ferrier, den Abbildungen nach der oft als culmen monticuli bezeichnete Theil). Reizung in der Mittellinie: Bewegung beider Augen gerade aufwärts; links: Bewegung beider Augen diagonal aufwärts und zur Linken (ohne Rotation) rechts: Bewegung beider Augen diagonal aufwärts und rechts (ohne Rotation). Die Aufwärtsbewegungen der Augen werden von einer Bewegung des Kopfes nach rückwärts, gelegentlich auch von Streckung der Beine und Bewegungen der Arme begleitet.

Reizung am hinteren Oberlappen (lobulus superior posterior s. semilunaris superior). Links: Bewegungen beider Augen nach aufwärts mit Drehung nach links. Rechts: Bewegung beider Augen nach aufwärts mit Drehung nach rechts.

Flocculus: Rotation beider Augen um ihre sagittalen Achsen.

Die Auf- und Auswärtsbewegung der Augen bei Reizung des lobulus sup. post. ist mit einer Bewegung des Kopfes nach hinten und nach rechts oder links verbunden, je nach Application der Electroden rechts oder links. Bei Reizung

des Kleinhirns tritt ferner Contraction der Pupillen ein und zwar besonders deutlich auf dem Auge der gereizten Seite, hier auch nach Unterbrechung des Stromes noch einige Zeit persistirend.

Beim Hunde und der Katze lassen sich nach Ferrier von correspondirenden Stellen des Kleinhirns aus die gleichen Augenbewegungen wie beim Affen erzielen. Am Kleinhirn des Kaninchens, an welchem die Seitenlappen von Ferrier genau untersucht wurden, ergab sich bei electrischer Reizung Folgendes :

1. Mittellappen.

- a) Oberer Theil (1): beide Augen horizontal nach rechts gedreht.
- b) Mittlerer Theil (2) } beide Augen horizontal nach links
- c) Unterer Theil (3) } gedreht.

2. Seitenlappen (links).

- a) Oberes Läppchen (4): linkes Auge nach oben und innen, rechtes Auge nach unten und aussen gedreht.
- b) Mittleres Läppchen (5): linkes Auge nach oben und aussen, rechtes Auge nach unten und innen gedreht.
- c) Unteres Läppchen (6): beide Augen drehen sich um ihre sagittale Axe nach rechts.
- d) Vorderes unteres Läppchen (7); Aus einem einzigen Versuche scheint hervorzugehen, dass die Augen sich in entgegengesetzter Richtung (wie bei 6) bewegen.«

III. ABSCHNITT.

Erklärung der Wirkungen der Kopfgalvanisation.

Es tritt an uns nunmehr die Aufgabe heran zuzusehen, inwieweit die vorstehend angeführten experimentellen Erfahrungen ausreichen, die Wirkungen der Kopfgalvanisation zu erklären, respective auf Beeinflussung bestimmter Gehirnteile zurückführen zu lassen. Hier ist es zunächst auffallend, dass von den bei Galvanisation des Kopfes auftretenden Erscheinungen keine auf Affection bestimmter Grosshirnrindenabschnitte mit Sicherheit hinweist. Die optischen Erscheinungen erklären sich am einfachsten durch Reizung der Retina, respective des Sehnerven durch Stromschleifen, nachdem die vortreffliche Leistungsfähigkeit der Bulbi durch von Ziemssen¹⁷³ nachgewiesen ist; ebenso lassen sich die Gehörs- und Geschmackssensationen auf Reizung der betreffenden Sinnesnerven durch Stromschleifen anstandslos beziehen. Auch die galvanischen Augenbewegungen lassen sich nicht auf Reizung eines Rindengebietes zurückführen. Ferrier¹⁷⁴ konnte in seinen zahlreichen Versuchen an Affen ein selbstständiges Centrum für die Bewegungen der Augen an der Grosshirnrinde nicht nachweisen. Es existiren nach diesem Beobachter mehrere Stellen an der Grosshirnrinde des Affen, von welchen aus sich Bewegungen der Augen produziren lassen, aber nur in Combination mit anderen Bewegungen. So an der hintern Hälfte der oberen und mittleren Stirnwindung. Reizung dieser Stelle verursacht: Oeffnen der Augen mit Dilatation der Pupillen, Kopf und Augen werden nach der anderen Seite hingewendet. Aehnliche Bewegungen des Kopfes und der Augen traten bei Reizung des Gyrus angularis und der oberen Temporo-Sphenoidalwindung ein. Hitzig vergass, am Affenhirn die Untersuchung der Augenbewegungen vorzunehmen, am Hundehirn fand er¹⁷⁵ das Centrum für iso-

lirte Augenbewegungen zusammenfallend mit einem Theile vom Facialiscentrum. Die Bewegungen, welche Reizung dieses Centrum's ergab, (Bewegungen nach einer Richtung, manchmal 2 schnell auf einander folgende Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen) sind verschieden von den Bewegungen bei Kopfgalvanisation. Als Organe, von welchen aus combinirte Bewegungen der Augen ausgelöst werden, sind die Vierhügel, das Kleinhirn und die medulla oblongata nachweisbar. Hitzig selbst glaubt durch seine Versuche am Kleinhirn nachgewiesen zu haben, dass dieser Theil Ausgangspunkt der galvanischen Augenbewegung sei,¹⁷⁶ (so fasse ich wenigstens seine Worte auf). Auch Ferrier¹⁷⁷ bezieht die Neigung des Kopfes und der Augen auf Reizung des Kleinhirns auf der Seite der Anode. Zu Gunsten des Kleinhirns spricht auch der Umstand, dass auch mechanische Reizungen desselben sowohl als der Brückenschenkel combinirte Augenbewegungen hervorruft, wie von Hitzig und älteren Forschern nachgewiesen wurde. Indess ergibt auch Reizung der Vierhügel combinirte Augenbewegungen und bei der Nähe dieses Gehirntheiles lässt sich wohl die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, dass dasselbe bei electricischer Reizung des Kleinhirns von wirksamen Stromschleifen mitbetroffen wird. Eckhard¹⁷⁸ endlich macht darauf aufmerksam, dass einseitige Läsionen des verlängerten Markes ebenfalls Nystagmus und Ablenkungen der Augen (das Auge der verletzten Seite nach vorn und unten, das der andern Seite nach hinten und oben) hervorrufen, u. dass Curschmann¹⁷⁹ u. Schwahn¹⁸⁰ bei Verletzung der Kleinhirnhemisphären und Stiele diese Ablenkungen nicht beobachteten, wenn die Brücke und das verlängerte Mark gänzlich unbehelligt geblieben waren. Eckhard schliesst hieraus, dass im verlängerten Marke eine eigenthümliche, die Augenbewegung beherrschende Vorrichtung von einer gewissen Ausdehnung liegt. Man muss bei diesem Stande der Dinge vorerst wohl darauf verzichten, die bei Galvanisation

des Kopfes auftretenden Zwangsbewegungen der Augen auf Reizung eines genau begrenzten Gehirntheiles zurückzuführen. Vierhügel, Kleinhirn und verlängertes Mark sind die Gebilde, die in Frage kommen; weitere Aufschlüsse müssen künftige Untersuchungen ergeben.

Die Erscheinungen des Schwindels lassen sich in zwei Gruppen, in subjective und objective sondern. Zu den subjectiven Schwindelsymptomen gehören die Scheinbewegung der äussern Objekte, und das Gefühl der Verwirrung in Bezug auf das räumliche Verhalten des eigenen Körpers, das Gefühl des Gedrehtwerdens, des Versinkens nach einer Seite, der aufgehobenen Schwere auf einer Seite u. s. w. Die Scheinbewegungen der Objecte sind, wie Hitzig zeigte, von den Zwangsbewegungen der Bulbi abhängig. Zu diesen stehen dagegen die den eigenen Körper betreffenden Schwindelsensationen in keinem Causalnexus. Diese müssen durch eine besondere Affection der psychischen Nervencentra, i. e. der Grosshirnrinde zu Stande kommen. Es ist gegenwärtig wohl jedem Zweifel entrückt, dass das Vorstellungsleben sich in der Grosshirnrinde abspielt, sohin auch die Momente, welche dasselbe beeinflussen, in letzter Instanz auf die Grosshirnrinde einwirken müssen. In irgend einer Weise muss also auch beim Schwindel (als subjectivem Vorgang) die Grosshirnrinde afficirt sein. In welcher Weise nun diese Einwirkung auf die Grosshirnrinde zu Stande kommen mag, hierauf wollen wir erst des Näheren eingehen, nachdem wir die objectiven Schwindelsymptome besprochen haben. Dass diese letzteren — das Wanken mit dem Kopfe oder dem ganzen Körper nach der Anode bei Schliessung, das Wanken nach der Kathode bei Öffnung des Stromes, ebenso die Neigung des Kopfes und Körpers nach der Seite während der Stromdauer — von allen subjectiven Vorgängen unabhängig sind, wurde bereits von Ferrrier¹⁸¹ nachgewiesen. Dasselbe geht aus meinen Erfahrungen hervor. Ich habe bei in tiefster

Chloroformnarkose befindlichen Kaninchen die Drehung des Kopfes, seltener die des Körpers nach der Seite bei Leitung electricischer Ströme quer durch den Kopf beobachtet; auch beim schlafenden Säuglinge habe ich, wie erwähnt, die Drehung des Kopfes nach der Seite wahrgenommen. Von Hitzig¹⁸² wurde nachgewiesen, dass die gleichen Bewegungen durch mechanische, thermische und electriche Einwirkungen auf das Kleinhirn sich hervorrufen lassen; von einer grossen Reihe anderer Forscher (Rolando,¹⁸³ Magendie,¹⁸⁴ Lafargue und Longet,¹⁸⁵ Bernard,¹⁸⁶ Schiff,¹⁸⁷ Renzi,¹⁸⁸ Lussanna und Lemoigne¹⁸⁹ etc.) wurden bei Durchschneidung und Reizung des Kleinhirns und der Brückenschenkel Bewegungen der operirten Thiere um deren Längsachse — Rollungen — beobachtet, während nach Curschmann¹⁹⁰ allerdings nur Zwangslage auf der Läsionsseite bei Verletzung der Kleinhirnstiele eintreten soll. Berücksichtigt man ferner den Umstand, dass bei Application der Electroden an die Zitzenfortsätze oder deren nächste Umgebung am leichtesten Schwindel eintritt, so muss man wol zugestehen, dass die derzeit vorliegenden Erfahrungen auf das Kleinhirn und dessen Schenkel als den Auslösungsort der objectiven Schwindelsymptome hinweisen. Ob nun die Reizung dieser Theile bei der Galvanisation des Kopfes eine durch den Strom direct ausgelöste oder auf dem Wege des Reflexes vermittelte ist, oder ob dieselbe, wie z. B. Hitzig für möglich hält, durch Beeinflussung der das Gefässcaliber beherrschenden Nerven zu Stande kommt, ist nunmehr des Näheren zu untersuchen. Wir wollen aus äusserlichen Gründen zunächst die Reflextheorien einer Würdigung unterziehen.

Es wurde oben erwähnt, dass Althaus die Erscheinungen bei Galvanisation des Kopfes der Hauptsache nach auf Reizung des N. trigeminus durch den Strom zurückführen will (reflexfunction of the fifth pair chiefmedium by which the current is propagated to the brain). Er stützt diese

Annahme hauptsächlich auf einen Fall von doppelseitiger Trigemusanästhesie, wobei kräftige Ströme, welche bei Gesunden all' die bekannten Erscheinungen hervorriefen, keinerlei Sensation erzeugten und erst durch sehr intensive Ströme (30 Daniell'sche Elemente, 72° Galvanometerauschlag), welche bei Gesunden unerträgliches Brennen, unerträglichen Schwindel, Uebelkeit etc. producirten, eine geringe Empfindung von Wärme und Stechen, ein geringer kupferiger Geschmack, ein geringer Phosphorgeruch und ein wenig Schwindel bewirkt wurden.¹⁹⁰ Es lässt sich nicht leugnen, dass dieser Fall, für sich betrachtet, für die Althaus'sche Theorie ein gewichtiges Argument zu bilden scheint. Herr von Ziemssen¹⁹¹ hat zwar schon gegen Althaus bemerkt, dass der Nachweis der Wiederkehr der galvanischen Reaction mit der Wiederkehr der Sensibilität des Trigeminus in dem fraglichen Falle fehle, und daher der Einwurf bestehen bleibe, dass hier ungewöhnliche Dicke der Epidermis, grosse Torpidität der Sinnesnerven u. s. w. vorgelegen habe. Indess erhellt die Unhaltbarkeit der Althaus'schen Annahme mit Sicherheit erst aus einigen neueren Beobachtungen. M. Rosenthal¹⁹² constatirte in mehreren Fällen von hysterischer Hemianästhesie, dass Leitung starker galvanischer Ströme durch die gleichseitige (anästhetische) Kopfhälfte keine der gewöhnlich bei Galvanisation des Kopfes auftretenden Erscheinungen hervorrief, während diese (Schmerz, Schwindel, Blitzen) auf der anderen Seite schon durch schwache Ströme ausgelöst wurden.*) Rosenthal erklärt diesen Umstand nicht in ähnlicher Weise wie Althaus, sondern bezieht die galvanische Unerregbarkeit auf halbseitigen Hirntorpor, welcher auch die Erscheinungen der Hemianästhesie erklären soll. Rosenthal hat hiebei übersehen, dass, wenn ein Hirntorpor in diesen Fällen vorhanden war, er

*) Eine analoge Beobachtung wurde von Rosenthal in einem Falle von Syphilom der Brücke mit Lähmung des linken Quintus gemacht¹⁹³.

nach den bekannten physiologischen Gesetzen für die Leitung sensibler Eindrücke an der der hemianästhetischen Körperseite gegenüberliegenden Hirnhälfte sich finden musste, dass eine rechtsseitige Hemianästhesie z. B. nur durch Torpor der linken Hirnhälfte sich erklären liesse. Dass in diesen Fällen die Trigemusanästhesie in keinem causalen Zusammenhange mit dem Mangel der Reaction bei galvanischer Durchströmung des Kopfes stand, erhellt aus der weiteren Beobachtung Rosenthals, dass bei beginnender Besserung auf starke Ströme und Voltaische Alternativen durchfahrende Stiche und später auch Schwindel und Blitze wieder wahrgenommen wurden, während die galvanische Unerregbarkeit der Stirn- und Gesichtshaut unverändert fortbestand. Wenn Mader¹⁹⁴ trotzdem sich zu der Ansicht bekannte, dass die Rosenthal'schen Beobachtungen für eine Abhängigkeit der Reizerscheinungen bei Galvanisation des Kopfes von Erregungen der peripheren sensiblen Kopfnerven sprächen, so wird diese Ansicht durch eine von Buzzard¹⁹⁵ mitgetheilte Wahrnehmung wohl zur Genüge widerlegt. Buzzard beobachtete einen Fall von linksseitiger hysterischer Hemianästhesie, in welchem bei Durchleitung eines Stromes von 15—20 Sme'e'schen Elementen von der linken Schläfe zum Nacken (—Pol Nacken) links nichts gefühlt wurde, während bei Durchleitung des Stromes von der rechten Schläfe zum Nacken (+ Pol rechte Schläfe) rechts Stechen und schmerzhaftes Brennen empfunden wurde. Application eines Stromes von 30 Sme'e'schen Elementen (unterbrochen durch ein Zahnrad) an die linke anästhetische Kopfhälfte verursachte hier heftigen Schwindel und Shock, Application an die rechte normal empfindliche Kopfhälfte dagegen nur wenig Schwindel. Dieser Fall zeigt wohl in unwiderleglicher Weise, dass die Entstehung des galvanischen Schwindels von Erregungen der peripheren sensiblen Kopfnerven unabhängig ist. Das Gleiche lässt sich nun wohl auch bezüglich der übrigen bei Galvanisation des

Kopfes auftretenden Erscheinungen (Lichtblitze etc.) annehmen. Die Trigemusanästhesie und den Reactionsmangel bei Galvanisation des Kopfes werden wir daher in dem Althaus'schen Falle sowohl als in den Rosenthal'schen Fällen als einfach neben einander bestehende, des ursächlichen Zusammenhanges entbehrende Anomalien betrachten müssen.*)

Die Althaus'sche Reflextheorie dürfte somit bis auf Weiteres ausser Betracht kommen. Wir müssen indess noch einer anderen Reflextheorie wenigstens in Kürze gedenken, nämlich jener Theorie, welche den galvanischen Schwindel auf Reizung der Ampullennerven bei der Galvanisation des Kopfes und hiedurch bewirkte reflectorische Erregung des Kleinhirns bezieht. Es ist bekanntlich durch eine grosse Anzahl von Forschern constatirt worden, dass Reizungen und Läsionen der Bogengänge eigenthümliche Bewegungsstörungen bewirken, die den bei Reizung und Verletzung des Kleinhirns zu beobachtenden sehr ähnlich sind. Gegenwärtig scheint denn auch die Annahme ziemlich allgemein acceptirt zu sein, dass wir in den Bogengängen Sinnesorgane besitzen, durch welche die Orientirung über das Verhalten unseres Körpers im Raume wesentlich beeinflusst wird, Sinnesorgane, durch deren Erregung besondere Lage- und Gleichgewichtsempfindungen — statische Empfindungen — ausgelöst werden. Bei den bekannten Beziehungen des N. acusticus zum Kleinhirn (Meynert¹⁹⁶) legt sich der Gedanke nahe, dass die in den Bogengängen durch die Einwirkungen der Endolymphe ausgelösten Erregungen in der Bahn des N. acusticus dem Kleinhirn zuströmen. Da bei den Schwindel erregenden Applicationen des Stromes am Kopfe eine directe Beeinflussung der Bogengänge, respective der Ampullennerven nicht sicher auszuschliessen ist, wäre sohin die Mög-

*) Ein weiteres Eingehen auf das immerhin interessante Thema, wie sich etwa der fragliche Reactionsmangel erklären liesse, müssen wir uns an dieser Stelle versagen.

lichkeit vorhanden, dass Reizung der Ampullennerven die Schwindelsensationen und zugleich durch reflectorische Beeinflussung des Kleinhirns die objectiven Schwindelsymptome, das Wanken des Kopfes und Körpers nach der Seite hervorruft. Indess ist es wenn auch möglich, so doch durchaus unerwiesen, dass die anzunehmende Reizung des Kleinhirns auf diesem Wege geschieht. Es ist dies sogar sehr unwahrscheinlich, weil in den meisten Fällen von Kopfgalvanisation bei Anwendung mässiger Stromstärken Erscheinungen von Reizung des eigentlichen Hörnerven fehlen, und kein Beweis dafür vorhanden ist, dass die Ampullennerven dem Strome in dem Masse leichter zugänglich sind als die Erdausbreitungen des Acusticus in der Schnecke, dass bei Durchleitung eines Stromes durch den Kopf lediglich die ersteren und nicht die letzteren gereizt werden könnten. Brenner¹⁹⁷ betont, dass der Schwindel von den in den Sinnesnerven entstehenden Reizerscheinungen vollkommen unabhängig ist.

Hiemit stimmen meine Erfahrungen vollkommen überein. Der Schwindel kann als ausschliessliche Reizerscheinung bei Kopfgalvanisation auftreten. Ich kann daher der Annahme nicht beipflichten, dass die Erregung des Kleinhirns durch Vermittlung der Ampullennerven zu Stande kommt. Es erübrigt nun noch, zu erörtern, ob die Einwirkung des Stromes auf die betreffenden centralen Apparate eine directe ist, ob der anzunehmende Reizzustand durch unmittelbare Einwirkung des Stromes auf die Nervenmasse oder durch Beeinflussung vasmotorischer Apparate und hiedurch bedingte Aenderungen in der Blutvertheilung in den betreffenden Centralorganen zu Stande kommt (Vergl. Hitzig's, Runge's, Letourneaus Ansicht).

Berücksichtigen wir den Umstand, dass Erscheinungen, welche auf directe Reizung irgend welcher Centren der Grosshirnrinde und der basalen Ganglienmassen des Streifen- und

Sehhügels hinweisen, bei der Galvanisation des Kopfes mangeln, so wird es an sich schon auch für das Kleinhirn sehr unwahrscheinlich, dass dessen Erregung durch den Strom durch directe Beeinflussung seiner Nervenmasse geschieht. Auf der anderen Seite liegt eine Reihe von Momenten vor, welche sehr zu Gunsten einer auf vasomotorischem Wege bewirkten Erregung des Kleinhirns sprechen. Diese Momente bestehen in Erfahrungen, welche einerseits dem elektrischen Strome eine Einwirkung auf die Circulationsverhältnisse in den einzelnen Gehirntheilen zuzuschreiben gestatten, andererseits auf eine Entstehung von Schwindel durch Aenderungen in den Blutzufuhrverhältnissen im Gehirn hinweisen. Auf erstere Momente werden wir an späterer Stelle näher eingehen; von letzteren wollen wir hier anführen: Entstehung von Schwindel durch Galvanisation am Halse (sogenannte Sympathicusgalvanisation), wodurch die Circulationsvorgänge im Gehirn jedenfalls beeinflusst werden, ferner durch Verringerung der Blutzufuhr zum Gehirn in Folge von Erlahmung der Herzaction, bedeutenden Blutverlusten etc., u. endlich durch abnorme Steigerungen (Fluxionen) der Blutzufuhr zum Gehirn. Es erscheint uns deshalb bei dem gegenwärtigen Stand der Untersuchung die Annahme am begründetsten, dass die Erregung derjenigen centralen Apparate, von welchen die objectiven Schwindelsymptome abhängen, durch Aenderung in ihren Blutzufuhrverhältnissen herbeigeführt wird.*)

Die Erklärung des Entstehens der subjectiven Schwindelsymptome macht weniger Schwierigkeiten. Das Zustande-

*) Wir haben oben des öfteren lediglich vom Kleinhirn als Auslösungs-ort der objectiven Schwindelsymptome gesprochen. Es geschah di:ss der Kürze halber. Wie wir sahen, kommen hiebei auch die Kleinhirnstiele in Betracht. Indess werden die centralen Apparate, von welchen die fraglichen Erscheinungen abhängen, wohl nur einen Theil, vielleicht nur einen sehr kleinen Theil der genannten Gehirntheile umfassen.

kommen der Scheinbewegungen erklärt sich, wie erwähnt, nach Hitzig aus den Zwangsbewegungen des Bulbus. Das Gefühl des Gedrehtwerdens, Leichterwerdens etc. auf einer Seite dürfte einfach dadurch zu Stande kommen, dass die in den Gleichgewichtscentren (um einen kurzen Ausdruck für diejenigen Centralgebilde zu haben, von welchen die Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes abhängt, und deren Beeinflussung die erwähnten Störungen in dem Ablaufe der zur Erhaltung des Gleichgewichtes nöthigen motorischen Impulse zu Tage fördert) ausgelösten Erregungen, respective gesetzten Zustandsänderungen sich nach oben, nach den Grosshirnhemisphären mittheilen, wenn man will reflectorisch fortpflanzen und dort Erregungen — Signale — auslösen, deren subjectives Correlat Schwindelempfindungen sind. Der subjective Vorgang, respective die Grosshirnerregung kann alsdann, wie es in vielen Fällen geschieht, willkürliche motorische Acte auslösen, durch welche die Schwindelerscheinungen verringert werden. (Stützen des Körpers, Anhalten an festen Gegenständen etc.) Die an den Schwindel sich gelegentlich anreihenden Erscheinungen der Uebelkeit und des Erbrechen könnte man geneigt sein, ebenfalls auf Reizung des Kleinhirns zurückzuführen, da vielfach in Fällen von Erkrankung des Kleinhirns Erbrechen beobachtet wurde. Indess hat Nothnagel¹⁹⁸ gezeigt, dass das Erbrechen bei Kleinhirnleiden als eine nicht von der Kleinhirnläsion unmittelbar, sondern von einer auf Nachbartheile und zwar speciell die medulla oblongata ausgeübten Einwirkung abhängige Erscheinung anzusehen ist. Da auch von physiologischer Seite (Schiff¹⁹⁹) nachgewiesen ist, dass das Centrum des Brechactes in der Medulla oblongata sich befindet, so wird das fragliche Erbrechen und der der Uebelkeit primär zu Grunde liegende Vorgang (die Sensation der Uebelkeit hängt natürlich vom Grosshirn ab) auf Beeinflussung der medulla oblongata durch den electricischen Reiz beruhen. Das

Gleiche dürfte mit dem Erblässen des Gesichtes, ebenso wie mit den hie und da auftretenden Congestionserscheinungen nach dem Kopfe der Fall sein. Es ist bekanntlich durch Owsjannikow²⁰⁰ und Dittmar²⁰¹ in der medulla oblongata und zwar am Boden des 4. Ventrikels ein ausge dehntes vasomotorisches Centrum nachgewiesen worden. Benedict²⁰² meint, dass dasselbe nur ein vasomotorisches Centrum für die Carotis sei.

Die Erscheinung des Hinterhauptschmerzes — Gefühl des Zusammengesstwerdens des Hinterhauptes — dürfte ebenfalls auf vasomotorische Einflüsse (Circulationsänderungen in den Hirnhäuten) zurückzuführen sein. Auch der Eintritt von Convulsionen bei Galvanisation des Kopfes liesse sich auf vasomotorische Einflüsse — Reizung des Nothnagel'schen Krampfcentrums im Pons durch Verringerung der Blutzufuhr in Folge Erregung der vasomotorischen Apparate im verlängerten Marke — zurückführen. Indess ist dieses Vorkomm niss nach den bisherigen Beobachtungen beim Menschen ein so exceptionelles, dass es sich nicht verlohnt, näher darauf einzugehen.

Wenn wir nun zu den sekundären Wirkungen der Kopf galvanisation übergehen, so finden wir ein nicht sehr leicht abzugrenzendes Gebiet vor. Die therapeutischen Wirkun gen, die hier zunächst und wesentlich in Betracht kommen, sind in vielen Fällen nicht abzusondern von den Wirkungen, welche andere electrotherapeutische Proceduren oder Einwirk ungen anderer Art hervorrufen. Immerhin liegen jedoch auch Beobachtungen vor, und unsere eigene Erfahrung weist deren einige auf, in welchen Galvanisation des Kopfes allein bestimmte therapeutische Effecte erzielte oder wenigstens zu erzielen schien.

Wenn wir nun zusehen, in welcher Weise man sich das Zustandekommen der therapeutischen Erfolge, insbeson dere in den Fällen von Hirnhämorrhagic die Besserung der

Lähmungserscheinungen u. s. w. vorstellte, so zeigt sich, dass, wenn auch Einzelne, wie Brenner und Rosenthal sich den der Kopfgalvanisation nachgerühmten Wirkungen gegenüber sehr skeptisch verhalten und deshalb auch die von Remak als katalytische bezeichneten Wirkungen des Stroms auf die Centralorgane in das Bereich des Unerwiesenen, Dunklen verweisen, die Remak'schen Anschauungen von der Beeinflussung der Circulations- und Ernährungsvorgänge durch den constanten Strom immerhin noch von den meisten Electrotherapeuten zur Zeit acceptirt sind. Indess ist man verschiedenerseits bei den Remak'schen Annahmen nicht stehen geblieben. So gelangt Benedict zu der Ansicht, dass man mit der Annahme einer gefässerweiternden, circulationsbeschleunigenden Wirkung des Stromes, die nach Remak doch die Hauptsache bei den katalytischen Effecten ausmachen soll, zur Erklärung der therapeutischen That-sachen nicht ausreicht, dass man dem Strome auch gefässerengernde Wirkungen zuerkennen müsse. Legros und Onimus glauben auf Grund ihres oben angeführten Versuches an einem Hunde, dass man nach Belieben die Circulation im Gehirne wie in jedem andern Organe beschleunigen oder verringern kann. Letourneau stützt auf seine oben mitgetheilten experimentellen Beobachtungen die Ansicht, dass es möglich und sogar leicht sei, beim Menschen eine temporäre Gehirnämie durch Kopfgalvanisation zu erzielen, und dass es hiedurch möglich sei, mit ein wenig Ausdauer über die verschiedenen congestiven Zustände des Gehirns zu triumphiren.

Wenn wir nun, von allen Meinungsverschiedenheiten absehend, lediglich das vorliegende thatsächliche Material berücksichtigen, so müssen wir zugestehen, dass ein vollkommen stichhaltiger Beweis dafür nicht vorliegt, dass die Durchleitung constanter Ströme durch den Kopf in der gegenwärtig in der Therapie fast ausschliesslich üblichen Weise

— percutan längs und quer durch den Kopf — einen Einfluss auf die Circulationsvorgänge im Gehirn, sei es im befördernden, sei es im verringernden Sinne ausübt. Denn den beiden vereinzelt Versuchen von Legros und Onimus am Hunde und von Letourneau am Kätzchen kann, auch wenn wir davon absehen, dass in beiden Versuchen die Art der Durchleitung des Stromes durch den Kopf, respective das Gehirn von der bei den genannten therapeutischen Prozeduren üblichen erheblich sich entfernte, unmöglich genügende Beweiskraft nach der einen oder andern Richtung hin zuerkannt werden. Für Jeden, der selbstständige Erfahrung auf dem Gebiete der experimentellen Gehirnphysiologie besitzt, bedarf diese Behauptung kaum eines besonderen Beweises. Es wird indess aus den Bemerkungen, welche ich der Mittheilung meiner eigenen Versuche vorzuschicken genöthigt bin, für Jedermann zur Genüge erhellen, welch' grossen Schwierigkeiten die Deutung der an den Hirnhautgefässen trepanirter Thiere zu beobachtenden Caliberänderungen unterliegen, und dass es deshalb ganz unzulässig erscheint, aus dem in einem einzelnen Falle Beobachteten allgemeine Gesetze ableiten zu wollen. Den therapeutischen Effecten dagegen, wenn sie auch in vielen Fällen die Annahme einer durch den Strom bewerkstelligten Aenderung in den Circulations- und Ernährungsverhältnissen des Gehirns oder einzelner seiner Theile nahe legen, haftet namentlich bei dem über vielen Krankheitszuständen des Gehirns noch schwebenden Dunkel nicht jener Grad von Unzweideutigkeit an, dass man sie als unanfechtbare Beweise für die Wirkung des Stromes als eines gefässerweiternden oder verengernden, eines die vasomotorischen Bahnen und Centren nach der einen oder anderen oder nach beiden Richtungen hin beeinflussenden Agens betrachten könnte. Unbefangene Beobachter erkennen diesen Stand der Dinge rückhaltslos an. So bemerkt ein gewiss kompetenter Autor, Erb²⁰³, indem

er von den Erfolgen der Anwendung des electricen Stromes bei Rheumatismen, Blutextravasaten, organischen Erkrankungen des Nervensystemes spricht: »dass der electriche, besonders der galvanische Strom solche Erfolge hat, kann nicht geläugnet werden; auf welchem Wege und in welcher Art und Weise er sie aber erzielt, ist uns trotz aller theoretischen Auseinandersetzungen noch unbekannt. Meiner Meinung nach ist es sehr wahrscheinlich, dass dabei uns noch ganz unbekannte Wirkungen des Stroms in Frage kommen: möglich, dass der Strom die chemische Constitution der organischen Elementartheile modificirt; möglich, dass er durch Steigerung der electromotorischen Vorgänge im Nervensystem und andern Geweben, oder irgendwie sonst die Vorgänge des Stoffwechsels belebt, neue Umsatzungen, Ausgleichungen und dergleichen bewirkt; möglich, dass er durch Einwirkung auf die Blutgefäße die Zufuhr des Nahrungsmaterials steigert, die Resorption von Exsudaten, Extravasaten und dergleichen bewirkt; möglich, dass er durch reflectorische Einwirkungen die Ernährung und Circulation verändert — alles das ist möglich, aber durchaus nicht sicher bewiesen, wenn auch die therapeutischen Erfolge noch so fest stehen.»

IV. ABSCHNITT.

Eigene experimentelle Untersuchungen über die Wirkungen am Kopfe applicirter electricischer Ströme auf die Circulationsvorgänge im Innern der Schädelhöhle.

Um etwas mehr Klarheit in der vorliegenden Frage zu schaffen, um den vorhandenen empirischen Thatsachen und den darauf gebauten Annahmen, wenn möglich, zu einer breiteren physiologischen Unterlage zu verhelfen, hielt ich es für nöthig, den experimentellen Weg einzuschlagen. Ich habe deshalb eine erhebliche Anzahl von Versuchen an Thieren, vorzugsweise an Kaninchen angestellt und hiebei neben den Wirkungen des constanten Stromes auf die Gehirngefäße auch die des inducirten Stromes und die peripher einwirkender electricischer Reize möglichst in Betracht gezogen. Die Zahl der einzelnen von mir angestellten Reizversuche beträgt in die Hunderte. Wenn trotzdem die Ergebnisse meiner Versuche den von mir und auch wohl von Anderen gehegten Erwartungen in manchen Punkten nicht ganz entsprechen, so wird man dies bei Berücksichtigung der hier obwaltenden, zum Theil unüberwindlichen Schwierigkeiten erklärlich finden. Diese Schwierigkeiten sind von früheren Experimentatoren schon eingehend berührt worden; und dennoch will es mich bedünken, dass dieselben bisher noch nicht in ihrem vollen Umfange gewürdigt wurden. Es benöthigt deshalb, auf diese Verhältnisse näher einzugehen.

Die Eröffnung der Schädelhöhle lässt sich bei Kaninchen, insbesondere bei älteren ohne erhebliche Schwierigkeiten und ohne Verletzung der Dura mittelst des Trepanns ausführen. Ich habe meist durch stärkeres Andrücken des Trepanns auf einer Seite an einer kleinen Stelle nur den Knochen ganz durchsägt und durch Einführen der Spitze

eines starken Skalpells und nach Aussendücken des Knochens das Trepanstück entfernt. Die weitere Vergrößerung der Knochenlücke geschah mit der Knochenzange. Nicht narkotisirte Kaninchen äussern während dieser Eingriffe wohl Unruhe, schreien aber nicht, was sie dagegen z. B. bei Reizung eines Körperteiles mit starken faradischen Strömen immer thun. Die Blutung aus den Diploefässen ist selten erheblich, aber oft wenn auch geringfügig, doch hartnäckig, die Beobachtung sehr störend und hiemit den Versuch gefährdend. Es gelingt bei älteren Thieren jedoch in der Regel dieselben zu stillen, durch Anpressen von Leinwand, Fließpapier, Schwamm und dergleichen. Die in den meisten Fällen sehr dünne, und anfänglich wenigstens durchsichtige Dura mater lässt neben ihren eigenen Gefässen die der Pia mater wahrnehmen. Man sieht von letzteren die Venen durch die Dura hindurchschimmernd als meist beträchtliche dunkelblau-rothe Stränge mit zahlreichen Verästelungen, von welchen sich die Arterien als viel schmalere, deutlich hellrothe Gefässe in markanter Weise unterscheiden. Auch in ihrem Verlaufe differiren beide Arten von Gefässen. Die Venen sammeln sich medianwärts, gegen den Sinus longitudinalis zu, zu stärkeren Stämmchen, bei den Arterien liegen die Stämme lateral, und die oft gabelig sich abzweigenden Äste streben der Mittellinie zu. Indess gewährt die Betrachtung durch die Dura hindurch kein vollständiges und für alle Fälle genügendes Bild der Injectionsverhältnisse der Pia. Das Verhalten der feineren Verzweigungen lässt sich sehr oft nur bei directer Betrachtung der Pia feststellen, durch die Dura mater hindurch gesehen gaben die feineren Verzweigungen oft Anlass zu Täuschungen. So schien mir bei erhaltener Dura öfters ein Blutextravasat an einer Stelle der Pia vorhanden zu sein, während sich nach Entfernung der Dura an der betreffenden Stelle der Pia nur eine stärkere Injection zeigte. Die Betrachtung der Gefässe mit freiem Auge ist

ungenügend und unzuverlässig. Es wurden deshalb in allen meinen Versuchen nur mit der Lupe gemachte Beobachtungen notirt. Die Anwendung stärkerer Vergrößerungen schien mir jedoch in den meisten Fällen undurchführbar, weil hiebei die geringste Bewegung des Kopfes des Thieres schon das Objekt, auf welches man einstellt, der genauen Beobachtung entrückt.

Das Verhalten der Gefäße der Hirnhäute unmittelbar nach Eröffnung des Schädels ist kein gleichmässiges; meine Beobachtungen weichen hierin von denen verschiedener früherer Experimentatoren ab. Gleichgültig ob man Narkose anwendet oder nicht (ich wandte als Narcoticum nur Chloroform an), die Injection der Hirnhäute, die sich sofort nach Eröffnung der Schädelhöhle zeigt, ist eine wechselnde, bald stärkere, bald geringere. Ich habe meine ersten Versuche durchgehends an narkotisirten Thieren angestellt. An einigen dieser Thiere zeigten sich die Gehirnhäute unmittelbar nach der Blosslegung sehr wenig injicirt, das ganze blossliegende Gehirn blass, in anderen hinwiederum sehr stark hyperämisch, mitunter sogar ganz dunkelroth. Die betreffenden Thiere zeigten während des Inhalirens in der Regel schon schnarrende, laut hörbare Respiration und hörten oft plötzlich zu respiriren auf — starben — bevor man etwas mit ihnen unternehmen konnte. In anderen Fällen wiederum, in der Mehrzahl wohl, war die Injection eine mittlere.*) Ich halte diese Beobachtungen für nicht ganz unerheblich, weil über die Wirkungen des Chloroforms auf die Gehirngefäße unsre Kenntnisse noch sehr mangelhaft sind, und noch allerlei unerwiesene Ansichten cursiren. In den ersten Minuten nach der Blosslegung des Gehirns zeigen die beobachtbaren Gefäße ebenfalls verschiedenes Verhalten. Mitunter konnte ich an denselben keinerlei erhebliche Kaliberänderungen wahr-

*) Vergl. hiezu Schüller's Beobachtungen, Berl. klin. Wochenschrift, 1874, Nr. 25 u. f.

nehmen. Oft war dagegen abwechselnd Ab- und Zunahme und wieder Abnahme zu beobachten und erst nach längerer Zeit der Eintritt eines annähernd gleichbleibenden mittleren Injectionszustandes zu constatiren. In vereinzeltten Fällen zeigte sich auch eine stetig bis zu einer gewissen Grenze zunehmende Erweiterung der Gefässe, die alsdann längere Zeit anhält. Diese Kaliberveränderungen sind wohl hauptsächlich durch den Reiz der Luft, in spezie den thermischen Reiz der Temperatur-Differenz zwischen Blut- und Luftwärme und der hiedurch bewirkten Abkühlung bedingt. Die mit den Respirationsphasen zusammenhängenden Injectionsveränderungen gehen dabei natürlich nebenher. Insbesondere an den Rändern der Wunde und die grösseren Gefässe entlang sieht man das Ab- und Zufluthen der Cerebrospinalflüssigkeit sehr hübsch, das oft ein Pulsiren der Venen vortäuscht. Es ist nichts weniger als leicht den Zeitpunkt des Eintrittes der Accomodation der Piagefässe an die neuen Verhältnisse, unter welchen sie sich nunmehr befinden, zu bestimmen. Es kann natürlich nur mit einer gewissen Reserve überhaupt von einer solchen Accomodation gesprochen werden. Ein vollständig normales Verhalten, d. h. ein Verhalten vollständig gleich dem bei geschlossenen Schädel wird man den Gefässen der blossgelegten Hirnpartie wohl kaum zuschreiben dürfen. Diese Periode relativer Accomodation der Piagefässe dauert verschieden lange, häufig genug jedoch nur sehr kurze Zeit, (5, 10, 15—30 Minuten); es beginnt alsdann schon eine weitere Gruppe von Veränderungen, in erster Linie die des Eintrocknens der Pia. Die arteriellen Gefässe zeigen alsdann auf einwirkende Reize wenig und schliesslich gar keine Reaction mehr. Es machen sich auch nach dem Eintritte dieser 3. Periode wohl längere Zeit noch Änderungen in den Injectionsverhältnissen bemerklich; diese sind aber meist auf rein mechanische Verhältnisse zurückzuführen, wie z. B. stärkere Anschwellung der venösen Gefässe

in Folge forcirter Expirationen (Schreiens) oder sonstiger heftiger Bewegungen. Die Erhaltung der Dura hilft über diese Schwierigkeiten nicht hinweg. Die Dura büsst bei längerem Blossliegen häufig erheblich an Durchsichtigkeit ein, andererseits zeigen die Piagefässe unter derselben nach einiger Zeit verminderte und später ebenfalls keine Reaction mehr.

Krauspe²⁰⁴ ist der Ansicht, dass die äussere Luft als Entzündungsreiz auf die Gehirnhäute einwirke. Für einzelne Fälle scheint diese Ansicht nach meinen Erfahrungen eine Berechtigung zu haben. Ich habe des öfteren sehr geringfügige, selbst völlig mangelnde Reaction der Piagefässe wahrgenommen, ohne dass an der Pia die Zeichen von Vertrocknung sichtbar gewesen wären. In anderen Fällen hinwiederum zeigen sich die Piagefässe durch lange Zeit hindurch von vorzüglicher Reactionsfähigkeit. Es scheinen hier individuelle Dispositionen der Thiere im Spiele zu sein, in Folge deren bei einzelnen derselben der Reiz der Verletzung des Schädels und der Einwirkung der äusseren Luft in der ersten Zeit nach Blosslegung des Gehirns von keinem merklichen Einflusse auf die Gehirngefässe sich erweist, während bei anderen Thieren diese Reizmomente sofort eine mächtige Wirkung zu äussern scheinen. Es erhellt aus dem Vorstehenden, dass meist nur während eines verhältnissmässig kurzen und dabei nicht genau abzugrenzenden Zeitraumes, und keineswegs in jedem Falle brauchbare Beobachtungen über das Verhalten der Piagefässe unter Einwirkung verschiedener Reize gemacht werden können. Hiezu kommt aber noch eine Anzahl complicirender Momente, welche bei meinen Versuchen oft genug in störender Weise sich geltend machten. Die Bewegungen des Thieres, insbesondere heftige Expirationen verursachen mehr minder starkes Hervortreten des Gehirns aus der Knochenlücke, wobei die Injection der blossliegenden Hirnpartie gewöhnlich bedeutend zunimmt. Hie und da wird

aber dieselbe auch geringer, die Hirnoberfläche blasser, was dadurch bedingt zu sein scheint, dass gelegentlich durch das Anpressen des Gehirns an die Knochenränder die arteriellen Stämmchen comprimirt werden. Es ist auf diesen Umstand schon von Riegel und Jolly²⁰⁵ aufmerksam gemacht worden. Bei Durchleitung eines Stromes durch den Kopf tritt selbst bei Anwendung geringer Stromstärken bei plötzlicher metallischer Schliessung öfters auch bei Oeffnung nahezu regelmässig bei Wendung des Stromes entweder im Momente des Schliessens etc. des Stromes oder einige Augenblicke später Zusammenfahren des Thieres oder wenigstens eine Bewegung des Kopfes (oft auch Zuckungen der Schädelmuskulatur) ein, wodurch die Beobachtung des Theiles, auf welchen man einstellt, entweder sehr beeinträchtigt oder ganz unmöglich gemacht wird. Die Benützung des Czermak'schen Kopfhalters hilft über diesen Uebelstand nicht hinweg. Ich bin der Ansicht, dass diese Erschütterung des Gesammthirnes, dieses Zusammenfahren weniger directe Wirkung des Stromreizes auf das Gehirn, als Folge des psychischen Eindruckes, des Schreckens ist, den die dem Thiere fremdartigen Sensationen bei Durchströmung des Kopfes verursachen. Bei stärkeren Strömen treten noch Schreien, heftige Abwehrbewegungen und Convulsionen hinzu. Von grösster Bedeutung ist im Allgemeinen die Blutung aus den Knochenrändern, während die Blutung aus den durchtrennten Dura mater-Gefässen fast nie in Betracht kommt.*) Wo erstere längere Zeit, wenn auch ganz geringfügig, persistirt, und man genöthigt ist, zur Säuberung des Gesichtsfeldes oft zu tupfen und zu wischen, sei es mit Leinwand, Fliesspapier, Schwamm oder irgend welchem andern Material, darf man, auch wenn durch diese Manipulationen — was oft nicht zu vermeiden — kein Piagefäss verletzt

*) Diess gilt natürlich nur für die von mir zur Trepanation gewählten Stellen.

und die Blutung endlich gestillt ist, auf eine Verwerthbarkeit des betreffenden Versuches kaum rechnen. Es lassen sich die der Pia anhaftenden Gerinnsel oft nicht säuberlich entfernen; mit dem Blute wird auch die, die Pia bedeckende Schichte Flüssigkeit (der Rest der subduralen Flüssigkeit) von dem zur Säuberung benützten Materiale eingesogen, die Pia trocknet alsdann sehr rasch ein, und die Gefässe reagiren nicht mehr. Löschpapier, welches sich zur Stillung der Blutung im Uebrigen sehr gut eignet, ist daher nur mit grosser Vorsicht anzuwenden, überhaupt die Stillung der Blutung mit der grössten Sorgfalt und Umsicht vorzunehmen.

Wenn ich im Vorstehenden in vielleicht etwas anspruchsvoller Breite auf die Details der experimentellen Technik eingegangen bin, so möge es darin seine Entschuldigung finden, dass ich einerseits den Leser nicht in Zweifel darüber lassen wollte, in wie weit ich mich mit den vorhandenen experimentellen Schwierigkeiten abgefunden habe, andererseits den nach mir mit demselben Thema sich Beschäftigenden einige Fingerzeige zu geben beabsichtigte. Die Beobachtungen, auf welche ich meine Schlüsse bezüglich der Einwirkung der Kopfgalvanisation basirte, sind lediglich solche, welche in der oben berührten 2. Periode von dem Eintritte annähernder Kaliberconstanz der Gefässe bis zum Beginn deutlicher Zeichen der Vertrocknung der Pia gemacht wurden. Dabei wurden alle durch Complicationen (mechanische Einwirkungen etc.) bedingten Veränderungen der Gefässweite gebührend in Rechnung gezogen. Ich habe in meinen Versuchen anfänglich aus Unkenntniss des Ganges der Dinge, später lediglich zur Bestärkung meiner allmählig gewonnenen Anschauungen meine Reizversuche oft längere Zeit über diese 2. Periode hinaus, während des Stadiums der Piavertrocknung fortgesetzt. Von einer weiteren Verwerthung der in letzterer Periode gemachten Wahrnehmungen habe ich jedoch abgesehen.

Was nun den Gang meiner Untersuchungen anlangt, so wurde zunächst in einer Reihe von Versuchen festgestellt, dass sich durch Leitung electricischer Ströme durch den Kopf der Thiere überhaupt Aenderungen in dem Lumen der beobachtbaren Gefäße und zwar speziell der Arterien herbeiführen lassen; in einer weitem Reihe von Versuchen wurde sodann die Frage einer näheren Prüfung unterzogen, ob sich durch Anwendung bestimmter Stromrichtungen bestimmte Veränderungen in dem Lumen der Gefäße erzielen lassen, ob mit anderen Worten die vasomotorische Wirkung des Stromes mit der Richtung der Durchleitung schwankt. Es wurden im Ganzen diesen Untersuchungen etwa 40 Thiere geopfert, zum allergrössten Theile Kaninchen. Als Stromquelle benützte ich, wenige Versuche ausgenommen, in welchem eine Batterie von Stöhrer'schen Elementen verwendet wurde, durchaus die in meinem Sprechzimmer befindliche Batterie von 60 Siemens'schen Elementen mit Galvanometer von Krüger. Von der Mittheilung der Anzahl der in den einzelnen Versuchen angewandten Elemente sehe ich ab, weil die Wirksamkeit dieser, während der über Monate sich erstreckenden Zeit der Untersuchung erheblich schwankte. In sehr vielen Versuchen wurde der Galvanometer eingeschaltet und die Nadelablenkung notirt. Die angewandten Ströme ergaben Nadelablenkungen von 5° — 30° . Indess wurden vorwaltend schwächere Ströme (von 5° — 10° Nadelausschlag) benützt.

Versuchsreihe A.

Versuch a. 1.

14 Tage altes Kätzchen. Chloroformnarkose. Abtragung einer ausgedehnten Partie des Schädeldaches links. Dura mater intact. Blutung nicht ganz unbedeutend; doch verbleibt das Thier lange Zeit hindurch sehr kräftig.

Nach der Eröffnung der Schädelhöhle — während des Chloromschlafes — erscheint das Gehirn eingesunken, die Ober-

fläche desselben blass, die Gefäße der Hirnhäute sehr wenig gefüllt. Mit dem Erwachen, und insbesondere dem Schreien des Thieres drängt sich das Gehirn sofort mächtig aus der Lücke im Schädeldache hervor, die Oberfläche desselben wird bläulich roth, die Blutgefäße der Hirnhäute erscheinen strotzend gefüllt. Constante Ströme, längs und quer durch den Kopf geleitet, rufen keine sehr auffälligen Wirkungen hervor. Erst bei ansehnlicher Stromstärke (bis 18 Siemens'sche Elemente) und längerer Durchströmung — über 30 Sekunden — ist eine Verengung der Gefäße bemerklich; diese ist jedoch nicht sehr erheblich. Schwache Inductionsströme beeinflussen ebenfalls die Gefässinjection nicht in auffallender Weise. Stärkere Inductionsströme dagegen verursachen sofort — längs oder quer durch den Schädel geleitet — mächtiges Emporsteigen des Gehirns und starke Füllung der Gefäße.

Versuch a. 2.

Kaninchen, 8 Wochen alt. Keine Narkose. Abtragung einer erheblichen Partie des linken Seitenwand- und Schläfenbeins; Blosslegung der Dura, ohne Verletzung derselben; Blutung während des Operationsactes nicht bedeutend. Nach der Blosslegung mässige Blutung einige Zeit andauernd, Verlust im Ganzen jedoch kein bedeutender.

In dem blossgelegten Gesichtsfelde mehrere grössere venöse Gefäße deutlich mit dunklem Blute gefüllt: ferner ein paar langgestreckter, parallel verlaufender dünnerer Gefäße, wovon das eine deutlich mit hellem rothem Blute gefüllt, also arteriell; daneben zahlreiche feine Ramificationen: Augenmerk hauptsächlich auf das erwähnte arterielle Gefäss gerichtet.

Bei Application der Electroden an Stirne und Nacken und schwächeren constanten Strömen keine deutliche Veränderung in dem Lumen der Gefäße: im Ganzen hiebei die Injection der beobachteten Partie eher abnehmend.*) Erst bei stärkeren

*) Das Thier athmete 2 Male, nachdem es sehr unruhig geworden, aber immer nur für wenige Augenblicke Chloroform an der Mündung eines Glases ein. So auch von der Anwendung stärkerer Ströme, wobei die deutliche Verengung der Arterie beobachtet wurde. Um eine Narkose handelte es sich hiebei jedoch sicher nicht, da das Thier bei Application der Electroden an die Schläfengegend, respective Ohren sofort die heftigsten Schmerzäusserungen kundgab. Aus diesem Grunde wurde auch von Durchleitung des Stromes in querer Richtung durch den Kopf abgesehen und nur Längsleitung versucht.

Strömen und mehrere Minuten anhaltender Application macht sich eine deutliche Verringerung des Lumens des arteriellen Gefässes und ebenso der venösen Gefässe bemerklich. Application des inducirten Stromes von mässiger Stärke verursacht Unruhe des Thieres und zu gleicher Zeit verstärkte Füllung der Gefässe; selbst bei schwachen Inductionsströmen (Application wie beim constanten Strom) zeigte sich noch vermehrte Injection der Gefässe. Schluss der Wunde mit 3 Nähten. Das Thier trinkt sofort eine kleine Quantität Milch; Bewegung der Vorderextremitäten schwach.

Versuch a. 3.

Ausgewachsenes, sehr kräftiges Kaninchen. Chloroformnarkose vollständig; das Thier athmet sehr ruhig und ist ganz bewegungslos. Eröffnung der Schädelhöhle mit dem Trepan; Entfernung einer circa 20 Pfennigstück grossen Partie des Knochens. Anfangs bedeutende Blutung, die alsdann von selbst still steht. Entfernung der dura mater im Umfange der Knochenlücke: starke Injection der Pia wahrnehmbar, Gehirnpartei dagegen die Schädellücke nicht oder kaum überragend. Bei Durchleitung eines mässigen constanten Stromes (gerade stark genug um Zuckungen der Schädelmuskulatur auszulösen). — Abnahme der Hyperämie der Pia wahrnehmbar, aber erst nach längerer Durchleitung längs durch den Kopf (1 Pol Stirne, 1 Pol Nacken.) Bei metallischen Wendungen noch weitere Verringerung der Injection, aber nur für wenige Augenblicke, dann Rückkehr zum vorigen Lumen; dabei lebhafte Bewegung des Gehirnes; Einsinken und Hervordrängen in rascherer Aufeinanderfolge als gewöhnlich. Leitung quer durch den Kopf ergibt keine anderen Erscheinungen als die Längsleitung.

Versuch a. 4.

Ausgewachsenes, kräftiges Kaninchen, Chloroformnarkose. Eröffnung der Schädelhöhle mit dem Trepan, ohne Verletzung der Dura. Durchtrennung und Entfernung der Dura im Umfange der Knochenlücke. Blutung im Ganzen sehr gering. Thier athmet vollkommen ruhig und ist regungslos.

Die blossliegende Hirnpartei, respective Pia erscheint weniger hyperämisch als in dem gestrigen Versuche. Bei längerer Appli-

cation des constanten Stromes (mässige Stärke, wie beim gestrigen Versuche) längs oder quer durch den Kopf ergibt sich eine Abnahme der Injection. Das Hirn ist ferner eingesunken, liegt unter dem Niveau der Knochenlücke (zum Theil wenigstens) die Hirnbewegungen sind langsam und gleichmässig. Bei raschen Wendungen (metallischen) ist der Erfolg nicht immer der gleiche. Oft ergibt sich im ersten Momente eine Verringerung der Injection, welche jedoch nicht lange anhält. Hie und da scheint das Gegentheil, eine Zunahme der Injection einzutreten. Im ersteren Falle wird zugleich ein beträchtliches Einsinken des Gehirnes, eine vorübergehende Pause der Hirnbewegungen beobachtet, auf welche alsdann eine Anzahl rascher aufeinanderfolgender Bewegungen erfolgt. Im letzteren Falle erfolgt zunächst ein starkes Empordrängen des Gehirns, und hierauf ebenfalls raschere Bewegungen. Application des Inductionsstromes (Pole an Stirne und Nacken) verursacht bei mässiger Stärke eine Zunahme der Injection der Pia.

Versuch a. 5.

Grosses sehr kräftiges Kaninchen, Chloroformnarkose. Thier athmet ruhig, Eröffnung der Schädelhöhle mit dem Trepane, (linke Schädelhälfte wie immer.) Blutung mässig. Entfernung der Dura. Injection der Pia mässig. Während der Application schwacher constanter Ströme längs und quer durch den Schädel zeigt die Injection der Pia keine sehr erhebliche Veränderung; soweit eine solche statthat, ist es jedenfalls eine Abnahme der Blutfülle. Das Gehirn hiebei eingesunken, unter dem Niveau der Schädellücke ruhend, die Bewegungen desselben ruhig und gleichmässig. Application eines schwachen Inductionsstromes verursacht keine auffallende Änderung der Injection der Pia, aber schon stärkere Erhebung des Gehirns. Bei etwas stärkeren Inductionsströmen, wobei sich das Thier noch ganz ruhig verhält, ergibt sich eine deutliche Zunahme der Injection der Pia und stärkeres Hervorquellen des Gehirns über die Schädellücke. Die stärkere Injection der Pia nach Application des inducirten Stromes geht nur langsam zurück.

Versuch a. 6.

2 Monate altes Kaninchen. Abtragung einer grossen Partie des Seitenwand- und Schläfenbeines. Chloroform nur vorübergehend (Vorhalten des Glases) angewendet. Blutung mässig,

aber so hartnäckig von den Knochenrändern aus, dass Beobachtung unmöglich. Durchtrennung der Dura und Blosslegung der Pia im Umfange der Wunde. Schliessung der äusseren Wunde mit 3 Catgutsuturen. Thier während der folgenden 2 Tage munter, frisst mit gewöhnlichem Appetite. 48 Stunden nach der Operation Trennung der bereits ganz verklebten Wunde der Kopfschwarte. An der Innenfläche derselben, zum Theil auch die blossgelegte Hirnpartie bedeckend, weissliches, gallertartiges Exsudat. An der, der Knochendecke beraubten Hirnpartie die pia mater zum grössten Theile in eine fast gleichmässig rothe, glänzende Membran verwandelt, an der sich mit der Lupe einzelne Gefässramificationen nicht mehr unterscheiden lassen (ausgenommen an einer Furche, an welcher ein Gefäss deutlich wahrnehmbar); an einem kleinen Theile der blossgelegten Hirnpartie fehlt diese Metamorphose der Pia; hier hat die Hirnoberfläche nicht das glänzend rothe Aussehen, erscheint höchstens etwas dunkler als normal, es sind auch einzelne Gefässe wahrnehmbar.

Durchleitung eines mässigen constanten Stromes von der Stirn zum Nacken hat keine deutliche Aenderung in dem Aussehen des rothen Theiles der pia oder in der Injection der einzelnen wahrnehmbaren Gefässe zur Folge, auch nicht nach längerer Durchleitung. Sicher ist, dass hiedurch keine dunklere Färbung der Pia oder stärkere Füllung der Gefässe bewirkt wurde, eher das Gegentheil. Bei Application des inducirten Stromes in gleicher Richtung anfangs stärkere Erhebung des Gehirnes aus der Knochenlücke und dunklere Färbung der Oberfläche, später Zurückgehen dieser Erscheinungen.

Versuch a. 7.

Kleines, 6—7 Wochen altes Kaninchen. Chloroformnarkose. Eröffnung der Schädelhöhle mit kleinem Trepan ohne Blutung. Abtragung einer grösseren Knochenpartie mit der Zange. Durchtrennung und Abtragung der Dura. Mässige Blutung. Gefässe der Pia auf Berührung mit in kaltes Wasser getauchtem Schwamme contrahirt, erweitern sich hierauf wieder; es verbleibt eine beträchtliche Injection. Starke Reizung der Haut mit dem faradischen Pinsel auf der Seite der Verletzung (Hinterextremitäten und Bauch) sowohl, als auf der gegenüberliegenden Seite hat bedeutende Zunahme der Injection der Pia und beträchtliches Hervorquellen des Gehirnes aus der Schädelücke zur Folge.

Die sich hervordrängende Gehirnpartie hat fast das Aussehen von Granulationen. Die Verstärkung der Injection und das bedeutendere Hervortreten des Gehirnes beginnen schon, bevor das Thier wegen der Reizung unruhig zu werden und zu schreien anfängt, welches letztere nach kurzer Einwirkung des Pinsels geschieht. Mit der Intensität des angewandten Inductionsstroms wurde nur allmählig gestiegen.

Die im Vorstehenden angeführten Versuche bilden einen Theil jener ersten Reihe von Untersuchungen, durch welche ich zunächst und hauptsächlich darüber Aufschlüsse erlangen wollte, ob sich durch percutan am Kopfe von Thieren applicirte Ströme von mässiger Intensität ein Einfluss auf die Circulationsvorgänge im Innern der Schädelhöhle ausüben lässt. Obwohl man nicht umhin kann, auf Grund der berichteten Ergebnisse die gestellte Frage zu bejahen und sohin diesen Versuchen eine positive Bedeutung zuzuerkennen, so muss ich doch gestehen, dass die angeführten Beobachtungen meinen Erwartungen nicht entsprachen. Meine ersten Versuche wurden an jungen Katzen angestellt. Von der Benützung dieser Thiere stand ich jedoch ab, nachdem ich etwa 8 derselben geopfert hatte, ohne entschieden brauchbare Resultate erlangt zu haben. Junge Katzen sind für die Einwirkung des Chloroforms nicht sehr empfänglich. Eine vollständige Narkose erheischt bei denselben bedeutend grössere Chloroformquantitäten, als man nach dem Körpergewicht der Thiere erwarten sollte. Dabei gehen die Thiere oft plötzlich zu Grunde. Ferner sind bei diesen Thieren die Gefässe so fein, dass geringe Kaliberveränderungen nicht leicht wahrzunehmen sind. Experimentirt man an nicht narkotisirten Thieren, so gestatten das Schreien und die sonstigen Bewegungen der Thiere es nicht, die Wirkung angewandter Reize auf die Gehirngefässe deutlich wahrzunehmen. Ich ging deshalb zu Kaninchen über und benützte hiebei anfänglich, einerseits um den Thieren den Schmerz der Ope-

ration zu ersparen, andererseits die störende Einwirkung der Unruhe der Thiere möglichst auszuschliessen, zumeist Chloroform. Allein auch hier waren die zu beobachtenden Kaliberveränderungen nicht von dem Umfange, den ich erwartet hatte. Immerhin traten aber, wie Versuch 2, 3 und 4 zeigen, unter der Einwirkung des constanten Stromes deutliche Änderungen in dem Lumen der arteriellen Gefässe ein, in den beiden Versuchen 2 und 3 noch dazu zum Theil unter Umständen, welche deren Verursachung durch den electrischen Reiz ganz zweifellos erscheinen lassen. Hier waren Kaliberveränderungen in unmittelbarem Gefolge der Stromwendung und begleitet von entsprechenden Schwankungen des Hirnvolumens (also der Blutfülle des Gesamthirns) zu beobachten. Den geringen Umfang der Kaliberveränderungen während des stetigen Fliessens des Stromes war ich anfänglich geneigt auf Chloroformwirkung zu beziehen. Allein auch in den zahlreichen späteren Versuchen, bei welchen keine Narkose angewendet wurde, waren die zu beobachtenden Kaliberschwankungen häufig wenig ergiebig, in einzelnen Fällen waren sogar deutliche Änderungen überhaupt nicht zu constatiren. Wenn wir die von der Norm so sehr abweichenden Verhältnisse berücksichtigen, unter welchen sich die Gefässe der blossgelegten Gehirnpartie befinden, so kann dies wohl nicht befremden. Der Reiz der äusseren Luft, die von den Wundränden ausgehenden Erregungen, die Zerrung der Weichtheile des Schädels, die nöthig ist, um die blossgelegte Gehirnpartie auch dem Blicke stetig zugänglich zu erhalten, die Fixation des Thieres, dies alles sind Umstände, welche vasomotorische Reflexe auszulösen und hiedurch Gefässverengerungen und Erweiterungen hervorzurufen vermögen. Welche Wirkungen im einzelnen Falle diese Momente ausüben, ist nicht genau zu übersehen. Es ist nur dies sicher, dass der electrische Reiz alle diese Einflüsse an Wirksamkeit übertreffen, übercompensiren muss, wenn er eine

Reaction nach der einen oder anderen Richtung hin erzielen soll. Angesichts dieser Verhältnisse erscheint es, auch wenn wir von der Möglichkeit einer entzündungserregenden Einwirkung der äusseren Luft oder des Versuchstraumas und einer hiedurch bewirkten Gefässparalyse absehen, durchaus nicht räthselhaft, dass an den Arterien der blossgelegten Pia unter der Einwirkung des constanten Stromes Kaliberschwankungen ähnlich wie an den Arterien eines unverletzten Körpertheiles — z. B. den Arterien des Ohres bei Kaninchen — nicht wahrgenommen werden. Es ist auch nahelegend, dass unter Umständen die durch den electricischen Reiz ausgelöste Erregung die ihr entgegenwirkenden Einflüsse nicht oder nur sehr unerheblich zu überwinden im Stande ist und daher keine Reaction eintritt oder wenigstens sichtbar wird. Denn es ist immerhin nicht ausser Acht zu lassen, dass wir selbst beim Gebrauche der Lupe nur gröbere Veränderungen in den Injectionsverhältnissen verfolgen können, und dass aus dem Nichtsichtbarwerden von Änderungen noch nicht auf den gänzlichen Mangel solcher geschlossen werden darf.

Es ist dies auch den Ergebnissen des Versuchs a. 6 gegenüber zu berücksichtigen. Ich halte diesen Versuch gerade seiner negativen Resultate wegen für lehrreich und daher der Mittheilung würdig. Er stellt zugleich den Repräsentanten einer Anzahl von Beobachtungen dar, die ich machte. In diesem Versuche war nicht eine hypothetische, sondern eine ganz zweifellose Entzündung der Pia vorhanden; die Durchleitung constanter Ströme durch den Kopf des Thieres verursachte hier keine merkliche Aenderung der Injection. Dagegen trat eine solche und zwar Verstärkung der Injection bei Application des Inductionsstromes ein. Letzterer Umstand ist nun nicht ohne Weiteres etwa dahin zu deuten, dass die in das Schädelinnere eindringenden Stromschleifen des inducirten Stromes hier eine Einwirkung auf die Gefässe ausübten, welche der constante Strom nicht er-

zielte. Die Zunahme der Injection der entzündeten Pia ging parallel mit einer Zunahme der Blutfülle des Gesamthirns (Hebung des Gehirns), und diese mag auch durch Muskelcontractionen — Pressen oder sonstige Bewegungen des Thieres, Contractionen der Halsmuskeln, durch Stromschleifen veranlasst, und hiedurch bewirkte Compression der Halsvenen u. s. w. — bedingt gewesen sein. Nach den Untersuchungen Georg Fischer's²⁰⁶ bewirken auch Contraction vom Kopfe entfernter Muskelgruppen Steigen des Gehirndruckes, sohin — da letzterer vom Gehirnvolumen und dieses wieder von der Blutfülle des Gehirns hauptsächlich abhängt G. Fischer — der Blutfülle des Gehirns. Wollte man dem gegenüber annehmen, dass die Zunahme der Injection der Pia bei Anwendung von Inductionsströmen am Kopfe überhaupt nur durch Muskelcontractionen bedingt sei, so würde diese Annahme durch den Umstand hinfällig gemacht, dass auch bei Anwendung schwacher Ströme, (siehe Versuch a. 2 und a. 5) wobei die Thiere keinerlei Unruhe bekundeten, diese Zunahme beobachtet wurde. Die Schlüsse, welche sich nun aus den oben angeführten experimentellen Beobachtungen ergeben, sind kurz zusammengefasst folgende:

1. Es ist möglich, durch Leitung constanter sowohl als faradischer Ströme durch den Kopf von Thieren die Circulationsverhältnisse im Innern des Schädels zu beeinflussen.
2. Acut entzündete Theile scheinen dieser Beeinflussung — jedenfalls von Seiten des constanten Stromes — minder zugänglich zu sein als nicht entzündete.
3. Intensive peripher applicirte Reize können — unabhängig von reflectorischen Contractionen von Skelettmuskeln — eine Verstärkung der Injection der Gehirnhäute hervorrufen.

Versuchsreihe B.

Versuch b. 1.

Halbwüchsiges Kaninchen. Chloroformnarkose. Trepanation zu beiden Seiten der Sagittalnaht. Entfernung weiterer Knochenpartieen mit der Zange, insbesondere links. Blutung mässig. Dura mater vollkommen unverletzt, durchsichtig, Gefässe der Pia durchschimmernd, Arterien deutlich von den Venen durch ihre hellerrothe Färbung und schmaleres Kaliber unterscheidbar. Die Dura mater wird belassen. Nach Beendigung der Operation circa 5 Minuten gewartet und die Gefässe während der Zeit beobachtet. Die Injection soweit sichtbar, gering, Venen sowohl als Arterien eng, ihr Kaliber annähernd gleichbleibend. Thier vollkommen ruhig und gleichmässig athmend. Die Beobachtung beschränkt sich auf die links blossgelegte Partie.

1. Aufsteigender Strom. (— Pol Nacken, — Pol Stirn) stärkerer Strom*); stärkeres Hervortreten des Gehirns; Gefässe deutlicher. Stromdauer 2 Minuten. Thier athmet ruhig; schläft anscheinend. Nach Entfernung der Electroden Einsinken des Gehirns.
2. Aufsteigender Strom; gleiche Stromstärke wie bei 1. Stromdauer 2 Minuten; stärkere Injection sichtbar.
3. Absteigender Strom; Stromstärke geringer wie bei 1 und 2. Gehirn eingesunken. Gehirnhäute blass.
4. Absteigender Strom; gleiche Stromstärke wie bei 3; etwas Hebung des Gehirns. Injection eine Zeit lang gleichbleibend; später Injection sehr gering. Stromdauer 1 Minute.
5. Aufsteigender Strom. Stromstärke wie bei 4. Stärkeres Hervortreten des Gehirns. Mässige Zunahme der Injection.
6. Inductionsstrom längs durch den Kopf. (Stirn—Nacken.) Sehr bedeutende Zunahme der Injection. Verstärkung der Injection auch nach Entfernung der Electroden längere Zeit anhaltend. Mässiger Strom angewendet. Thier unruhig.
7. Reizung einer Hinterextremität mit starken Inductionsströmen und feuchten Electroden. Heftige Bewegung

* Es ist durchgehends vom constanten Strome die Rede, wo der Strom nicht näher bezeichnet.

und Schreien. Starkes Hervorquellen des Gehirns ohne deutlich sichtbare Zuuahme der Injection. Blutung aus den Schädelknochen, wesshalb von der Fortsetzung des Versuches vorläufig abgestanden wird.

Versuch b. 2.

Thier von Versuch b. 1. 24 Stunden später. Keine Narkose. Trennung der Nähte. In der Umgebung der Knochenlücke links etwas weissliches, faserstoffiges Exsudat. Dura mater daselbst durchsichtig (höchstens um eine unbedeutende Nuance gegen den Tag vorher getrübt.) Gefässe der Pia deutlich durchscheinend, in der Mitte eine diffus rothe Stelle (Blutextravasat), welche übrigens schon Tags vorher (wenn auch kleiner) vorhanden war. Die Untersuchung der rechtsseitigen Trepanationsstelle ergibt daselbst stärkeres Exsudat und Blutung bei Entfernung desselben. Bei den folgenden Beobachtungen wurde nur das Verhalten der links blossgelegten Partie berücksichtigt. Es wird nach Blosslegung der Trepanationsstellen einige Zeit gewartet. Das Thier verhält sich ganz ruhig. Die sichtbaren Gefässe zeigen keine Schwankungen der Ausdehnung.

1. Absteigender schwacher Strom. Gehirn nicht über die Knochenlücke hervorragend, Gefässe ziemlich gleich verharrend.
 2. Absteigender etwas stärkerer Strom.*) Injection annähernd gleich.
 3. Absteigender noch etwas stärkerer Strom. Injection gleich.
 4. Aufsteigender Strom von derselben Stärke wie bei 3. Stromdauer 2 Minuten. Etwas stärkere Injection.
- / Hierauf Abtragung der Dura im Umfange der Knochenlücke. Grössere Gefässe der Pia stark gefüllt, reichliche Injection wahrnehmbar; mässige Blutung.

1. Aufsteigender Strom. Intensität wie bei 1. Stärkeres Hervorquellen des Gehirns. Injection anhaltend beträchtlich. Zuckungen der Schädelmuskulatur. Stromdauer 2 Minuten.
2. Absteigender Strom von gleicher Stärke wie bei 1. Injection gleich bleibend bedeutend. (Oeftere) Wendung des Stromes hat vorübergehende Verengung der Gefässe zur Folge.

*) Die betreffende Stromstärke genügte bei mehreren Personen, um Lichterscheinungen und Schwindel zu produzieren.

3. Absteigender Strom. (+ Pol an der blossliegenden Hirnpartie, — Pol am Nacken) schwacher, später etwas stärkerer Strom. Keine Aenderung der Injection. Schorf und Blutung an der Applicationsstelle am Gehirn.

Versuch b. 3.

Halbwüchsiges, kräftiges Kaninchen. Chloroformnarkose; geringer Chloroformverbrauch. Trepanation. Abtragung einer weiteren Knochenpartie mit der Zange. Blosslegung einer erheblichen Hirnpartie mit Erhaltung der Dura (letztere ganz unverletzt). Eine Zeit lang hartnäckige Blutung aus den Knochenrändern. Das Gehirn erscheint eingesunken; die Injection der Pia, soweit durch die Dura sichtbar, beträchtlich. Abtragung der Dura im Umfange der Knochenlücke. Im Gesichtsfelde nahezu in der Mitte desselben ein starkes venöses Gefäss, daneben und nahezu parallel verlaufend eine schmale Arterie, weiter vorn zu ein zweites arterielles Gefäss. (Beide Arterien an der hellrothen Farbe deutlich unterscheidbar). Injection der Pia im Ganzen erheblich, bei längerer Beobachtung keine nennenswerthe Aenderung derselben wahrnehmbar.

1. Aufsteigender Strom, geringe Intensität. Stromdauer 5 Minuten. Thier wach, aber vollkommen ruhig. Gehirn mit der Schädelöffnung in gleichem Niveau. Injection der Arterien wenig, aber deutlich stärker.
2. Etwas stärkerer, gleichgerichteter Strom. Keine weitere Aenderung.
3. Wendung, absteigender Strom von gleicher Stärke wie 2. Weite der Gefässe sich längere Zeit nicht ändernd, später Lumen der Gefässe eher geringer.

Inductionsstrom. Starker Strom. Reizung der Hinterextremität und Bauchseite auf der trepanirten Seite. Stärkeres Hervortreten des Gehirns, Zunahme der Injection, geringfügige Erweiterung der Arterien, letztere einige Zeit anhaltend. — Nach einer Pause. Reizung auf der andern Seite; ebenfalls stärkeres Hervortreten des Gehirns, keine merkliche Zunahme der Injection.

Versuch b. 4.

Sehr grosses und kräftiges Kaninchen. Keine Narkose. Eröffnung des Schädels mit dem Trepan, Erweiterung der Lücke mit der Knochenzange. Mässige Blutung. Gehirnhäute

anfänglich blass, später bläulich roth (sehr stark injicirt) und so längere Zeit verbleibend. Dura belassen.

1. Aufsteigender schwacher Strom. Wiederholtes convulsives Erzittern des Thieres. Injection etwas stärker. Stromdauer $2\frac{1}{2}$ Minuten.
2. Absteigender Strom, Stärke wie bei 1. Gehirn wie bei vorigem Reizversuche im Niveau der Knochenlücke; Injection geringer als am Schlusse des vorigen Versuches. $2\frac{1}{2}$ Minuten.
3. Quere Durchleitung (Pole hinter den Augen) etwas stärkerer Strom. Anode links, operirte Seite. Stromdauer 2 Minuten. Injection annähernd gleich. Wendung. Thier fällt nach der rechten Seite. Wendung zurück. (Anode links), Thier fällt nach der linken Seite. Anode rechts. Thier fällt nach der rechten Seite. Anode links, Thier fällt wieder nach der linken Seite. An dieser Bewegung betheiligen sich, weil der Kopf und die Hinterextremitäten fixirt sind, nur der Rumpf und die Vorderbeine, und zwar besteht dieselbe in einem Herumwerfen des Körpers, das bei der Fesselung des Thieres nur mit Anstrengung, sozusagen gewaltsam ausführbar ist. Injection allmählig stärker werdend. Abtrennung der Dura im Umfange der Knochenlücke, mässige Blutung. Gefässe der Pia mässig injicirt.
4. Absteigender Strom wie bei 1. Stärkeres Hervortreten des Gehirns; allmählig gerinfügige Zunahme der Injection. Gehirn etwas über dem Niveau der Knochenlücke. 2 Minuten. Thier fällt gegen Schluss des Versuches nach der Seite.
5. Aufsteigender Strom wie 1. Gehirn verbleibt über die Knochenlücke hervorragend. Stärkerer Strom; keine Aenderung der Injection. 3 Minuten. Gehirn nach Entfernung der Electroden längere Zeit über das Niveau der Knochenlücke hervorragend. Wiederholtes Erzittern des Gesamtthieres.
6. Quere Durchleitung; Strom wie bei 1. Anode links. Injection etwas verstärkt. Wiederholte Wendungen bewirken etwas Verengerung der Gefässe.

Versuch b. 5.

Sehr grosses und kräftiges Kaninchen. Operation ohne Narkose wie im vorhergehenden Versuche. Dura, beim Trepa-

niren etwas verletzt, wird bis auf die Knochenränder abgetragen. Blutung aus den Knochenrändern sehr hartnäckig, aber nicht bedeutend. Pia anfänglich sehr blutreich, wird später blasser, worauf die Injection wieder zunimmt.

1. Absteigender Strom. Anfänglich schwach, später etwas stärker und hierauf noch etwas verstärkt. Pia schon etwas matt. Gefässe annähernd gleich. Gehirn unter dem Niveau der Knochenlücke. $3\frac{1}{2}$ Minuten.
2. Aufsteigender Strom von schwach—stärker. Gehirn stärker hervordrängend. Injection deutlich zunehmend. Stromdauer 2 Minuten.
3. Quere Durchleitung. Strom schwach—stärker. Gehirn anfänglich unter dem Niveau der Knochenlücke. Stärkerer Strom. Stärkeres Hervorragen des Gehirns. Injection annähernd gleich, eher etwas stärker. 4 Minuten.

Inductionsstrom.

4. Quer durch den Kopf, Rollenverschiebung von 0—3 Centimeter. Etwas stärkere Erhebung des Gehirns. Zuckungen des Thiers. Injection nicht erheblich verändert, eher zunehmend. $2\frac{1}{2}$ Minuten.

Versuch b. 6.

Grosses, kräftiges Kaninchen. Keine Narkose. Operation wie gewöhnlich links. Blutung bei der Oeffnung der Schädelhöhle geringfügig. Dura unverletzt; mässige Injection der Gehirnhäute wahrnehmbar. In der Mitte des Gesichtsfeldes eine grössere Vene, in der Nähe und hievon deutlich unterscheidbar eine schmale Arterie.

1. Absteigender Strom. 10^0 — 20^0 . Injection wenig verändert, eher geringer. Mit dem Oeffnen des Stromes Eintreten einer Blutung.
2. Aufsteigender Strom 10^0 . Etwas stärkeres Hervortreten des Gehirns. Arterie etwas weiter. 2 Minuten.
3. Absteigender Strom. (+ Pol Wunde, — Pol Nacken, respective blossliegende Schädelmuskulatur am Hinterhaupte. 6^0 . Heftige Zuckungen des Thieres. Injection nicht erheblich verändert.
4. Wendung (— Pol Wunde) gleicher Strom. Starke Zunahme der Injection. An der Applicationsstelle der Electrode graugrünliche Verfärbung der Dura. Durchtrennung

der Dura. Blutung hiebei mässig. Pia ziemlich reichlich injicirt.

5. Absteigender Strom. Thier sehr unruhig; lebhaftes Zuckungen der Schädelmuskulatur. Injection nicht merklich beeinflusst. $1\frac{1}{2}$ Minuten.
6. Aufsteigender Strom. Wiederholte Zuckungen des Thieres. Die bei Beginne schon reichliche Injection der Pia zeigt geringfügige Zunahme. 3—4 Minuten.
7. Aufsteigender Strom. (— Pol Gehirn, + Pol Nacken, respective Hinterhauptsmuskulatur) Zittern des Thieres. Zunahme der arteriellen Injection.
8. Absteigender Strom (+ Pol Gehirn). Injection annähernd gleich.
9. Aufsteigender Strom. (— Pol Gehirn). Unruhe des Thieres. Wiederholte Wendungen: Zunahme der Injection.
10. Absteigender Strom. (+ Pol Gehirn). Injection gleich.
11. Wendung. (+ Pol Nacken). Vorübergehende Contraction, hierauf anhaltende Erweiterung der Gefässe.

I n d u c t i o n s s t r o m.

Rollenverschiebung 2 Centimeter; längs durch den Kopf. Deutliche Verringerung der Injection: Erblässen der ganzen freiliegenden Gehirnoberfläche. Hiebei stärkeres Hervordrängen des Gehirnes. Wendung. Keine deutliche Veränderung der Injection.

Versuch b. 7.

Ausgewachsenes, trächtiges, sehr kräftiges Kaninchen. Keine Narkose. Eröffnung der Schädelhöhle wie gewöhnlich links, Blutung sehr gering. Gehirnhäute anfänglich blass, Injection allmählig zunehmend, wird schliesslich sehr bedeutend. Gehirn unter dem Niveau der Knochenlücke. Pia zum grösseren Theile verwaschen roth durchschimmernd, nur wenige Gefässe an derselben deutlich unterscheidbar. Abwechselndes Blasser- und Rotherwerden der Gehirnhäute, dabei die Injection im Ganzen zurückgehend. Schliesslich die Injection wieder zunehmend und dabei verharrend.

1. Absteigender Strom. Leise Zuckungen der Schädelmuskulatur. Injection langsam aber stetig abnehmend, insbesondere ein in der Mitte des Gesichtsfeldes sichtbares arterielles Gefäss sehr an Kaliber abnehmend, nahezu unsichtbar werdend. Auch die venösen Gefässe an Lumen

abnehmend. Im Momente der Oeffnung des Stromes Bewegung des Thieres; rasche Zunahme der Injection.

2. Absteigender Strom. Abermals Verringerung der Injection. Abnahme derselben allmählig sehr deutlich.
3. Aufsteigender Strom. Zusammenfahren des Thieres beim Schliessen. Sofortige sehr intensive Zunahme der Injection. Letztere allmählig wieder etwas abnehmend, aber nicht ganz nachlassend. Nebenhergehend Schwankungen (Ab- und Zunahmen) der Injection die etwas stärker als die gewöhnlich von den einzelnen Respirationsphasen bedingten zu sein scheinen.

Steigerung des Stromes. Sofortige sehr bedeutende Zunahme der Injection. Zusammenfahren des Thieres. Die Injection nimmt wieder etwas ab, bleibt aber noch immer stärker als vorher. Nach Oeffnung des Stromes verbleibt dieser beträchtliche Injectionszustand durch längere Zeit.

Abtragung der Dura mater im Umfange der Knochenlücke. Gefässe der Pia mater vollkommen intact und mässig injicirt; die arteriellen Gefässe insbesondere eng. Injection bei längerer Beobachtung wenig sich ändernd. Gehirn annähernd im Niveau der Knochenlücke.

4. Absteigender Strom. Zusammenfahren des Thieres. Injection ohne erhebliche Veränderung. Gehirn im gleichen Niveau verbleibend. Zuletzt anscheinend (nicht ganz sicher) geringfügige Erweiterung eines arteriellen Zweiges. Oeffnung des Stromes. Leises Zusammenfahren des Thieres. Nach der Oeffnung die Injection sich nicht merklich verändernd.
5. Aufsteigender Strom. Zusammenfahren des Thieres. Gehirn im bisherigen Niveau verbleibend. Arterie in der Mitte des Gesichtsfeldes mit Verzweigungen nicht sehr erheblich, aber ganz deutlich sich erweiternd, diese Erweiterung anhaltend. Pia mater noch feucht und glänzend. Die Erweiterung der Arterie auch nach der Oeffnung des Stromes einige Zeit anhaltend.
6. Strom quer durch den Kopf. Etwas stärkeres Hervorquellen des Gehirns, keine sehr merkliche Aenderung der Gefässe, doch eher etwas Zunahme der Injection, gegen Schluss des Reizversuches diese Zunahme etwas deutlicher.

Versuch b. 8.

Sehr grosses und kräftiges Kaninchen. Operation links, ohne Narkose. Blutung bei Eröffnung der Schädelhöhle erheblich. Dura mater an einer Stelle eingerissen, Gehirnhäute nicht sehr beträchtlich injicirt. Abtrennung der Dura bis zum Rande der Knochenlücke. Injection der Pia mater bei längerer Betrachtung etwas zunehmend. Nach weiterem Zuwarten annähernde Constanz der Gefässweite.

1. Leitung quer durch den Kopf (+ Pol rechts) 10°. Keine merkliche Aenderung der arteriellen Injection, Abnahme der venösen. Gehirn unter dem Niveau der Knochenlücke.
2. Quer durch den Kopf. (+ Pol links.) Stärkeres Hervordrängen des Gehirns, lebhaftere Zuckungen der Schädelmuskulatur. Arterielle Injection eher etwas geringer. Allgemeine Zuckungen des Thieres. Vertrocknung der Pia sehr deutlich. Trepanation an der andern Seite. Wegen Blutung weitere Beobachtung an Piagefässen unmöglich.
3. Absteigender Strom. 25°. Keine merkliche Aenderung der Injection.
4. Wendung. Aufsteigender Strom. Zuckungen der Schädelmuskulatur.

Versuch b. 9.

Grosses, sehr kräftiges Kaninchen. Operation ohne Narkose. Blutung aus den Knochenrändern nicht sehr erheblich, aber hartnäckig. Allmälige erhebliche Zunahme der Injection; Arterien hierbei relativ eng. Nach längerer Beobachtung Constanz der Gefässlumina.

1. Aufsteigender Strom, Heftige Zuckungen der Schädelmuskulatur.
2. Absteigender Strom. Keine deutliche Veränderung wahrnehmbar.
3. Quer durch den Kopf. Arterie etwas deutlicher sichtbar. Eröffnung der Dura; Trepanation auch auf der andern Seite: Trennung der Knochenbrücke zwischen den beiden Trepanationslücken; Sinus longitudinalis wohl erhalten; trotzdem erhebliche Blutung. Injection der Pia ziemlich reichlich.
4. Absteigender Strom. Injection nicht verändert.
5. Aufsteigender Strom. Gehirn etwas stärker hervorragend, arterielle Injection nicht sehr erheblich, aber deutlich stärker.

Zu wiederholten Malen in diesen wie in früheren Versuchen bei Wendung des Stromes, ohne Erhöhung der Stromstärke Eintreten allgemeiner Convulsionen, (soweit solche bei dem gefesselten Thiere möglich) bei Herabsetzung der Stromstärke sofort Sistiren der Convulsionen.

Versuch b. 10.

Nicht ganz ausgewachsenes, kräftiges Kaninchen. Chloroformnarkose. Narkose erst nach längerer Inhalation eintretend. Operation wie gewöhnlich links. Nachdem die Durchsägung des Knochens eben beendet, wird bemerkt, dass das Thier nicht mehr athmet und vollkommen regungslos daliegt. Ein sofort auf Thorax und Bauch applicirter sehr starker Inductionsstrom bewirkte prompt Wiedereintritt der Athmung, Das Thier athmet weiterhin ruhig und gleichmässig. Eröffnung der Schädelhöhle. Blutung aus den Knochenrändern nicht sehr erheblich, aber ziemlich hartnäckig. Die sichtbaren Arterien eng, auch die übrige Injektion mässig. Gehirn unter dem Niveau der Knochenlücke.

Abtragung der etwas getrübt erscheinenden Dura. Im Gesichtsfelde 2 Arterien, deutlich als solche erkenntlich, anscheinend weiter als vorher. Injection im Allgemeinen eine mittlere, Arterienlumen nach längerer Beobachtung constant.

1. Aufsteigender Strom. Erweiterung der Arterien.
2. Absteigender Strom. Arterien eher enger.
3. Absteigender Strom. 17° . Im ersten Momente Arterien anscheinend etwas weiter, später eher enger.
4. Aufsteigender Strom. Geringe Erweiterung der Arterien.
5. Aufsteigender Strom (+ Pol Nacken auf der blossliegenden herabgezogenen Hinterhauptsmuskulatur ruhend, — Pol auf dem blossgelegten Gehirne, und zwar am oberen Rande der blossliegenden Partie, entfernt von den arteriellen Gefässen). Entschiedene Erweiterung der Arterien. Diese Erweiterung namentlich an einem sehr feinen langen Aste der einen Arterie sehr deutlich zu verfolgen.
6. Wendung. Absteigender Strom. Electroden wie im vorigen Reizversuche applicirt. Sehr deutliche Verengung der Arterien.
7. Aufsteigender Strom. Electroden wie im vorigen Versuche. Abermals deutliche Erweiterung der Arterien. Gehirn stärker hervortretend.

8. Wendung. Absteigender Strom. Electroden an den gleichen Stellen. Sehr erhebliche Verengerung.
9. Abermals Wendung. Aufsteigender Strom. Electroden an den gleichen Stellen. Wieder deutliche Erweiterung der Arterien.

Pia bis zum Schlusse feucht und glänzend. Nur an der Applicationsstelle der Electroden am Gehirne Verfärbung.

Versuch b. 11.

Nicht ganz ausgewachsenes, kräftiges Kaninchen ; Operation ohne Narkose. Blutung nicht ganz unbedeutend und ziemlich hartnäckig. Gehirnhäute mässig injicirt. Auf Betupfen der Dura mit in kaltes Wasser getauchtem Schwamme verengern sich die Arterien fast bis zum Unsichtbarwerden. Arterien nach einigen Minuten noch sehr eng. Gehirn annähernd im Niveau der Knochenlücke.

1. Aufsteigender Strom. Geringe Erweiterung an einer der sichtbaren Arterien zu beobachten. $2\frac{1}{2}$ Minuten.

Abtrennung der Dura mater, die bereits gerübt erscheint.

Im Gesichtsfelde 3 Arterien deutlich zu unterscheiden, hierunter 2 grössere gablig sich theilende.

Arterien eng, venöse Injection mässig. Arterien noch weiter sich verengernd, bei längerer Beobachtung dagegen wieder etwas sich erweiternd und so verharrend.

2. Aufsteigender Strom, 20° . Geringe, aber deutliche Erweiterung der Arterien. Nach Oeffnung des Stromes Erweiterung noch zunehmend und so einige Zeit verharrend.
3. Absteigender Strom. Keine sehr merkliche Einwirkung, doch eher Verringerung der Injection.

Ueberblicken wir die Ergebnisse der vorstehend angeführten 2. Reihe von Versuchen, so finden wir in denselben zunächst wieder eine Bestätigung unserer Annahme, dass man durch Leitung electricer Ströme durch den Kopf von Thieren die Circulationsvorgänge im Innern ihrer Schädelhöhle zu beeinflussen im Stande ist. Dieses Resultat ergibt sich indess nicht gleichförmig aus allen Reizversuchen. In

einer Anzahl derselben und zwar der bei Weitem grösseren waren Änderungen in der Kaliberweite der Piaarterien wahrzunehmen, in einzelnen Fällen traten diese Änderungen sogar mit ganz besonderer Prägnanz hervor, in einer kleineren Anzahl von Versuchen konnten dagegen Schwankungen in den arteriellen Injectionsverhältnissen nicht constatirt werden. Diese Unterschiede in den Ergebnissen der einzelnen Reizversuche vertheilen sich nicht bloss auf verschiedene Thiere; auch bei demselben Thiere war bei gleicher Applicationsweise des Stromes der Erfolg nicht immer der nämliche. Eine Differenz in dem Verhalten narkotisirter und nichtnarkotisirter Thiere ist in dieser Richtung nicht zu constatiren. Nach dem, was wir bereits bei Besprechung der Versuchstechnik und der Ergebnisse der 1. Versuchsreihe dargelegt haben (S. 76 u. 85) kann diese Ungleichförmigkeit der Versuchsergebnisse nicht auffallend erscheinen. Ich glaube jedoch, dass die beobachteten Unterschiede in den Ergebnissen der einzelnen Reizversuche nur zum Theil in der Natur der Sache, zum Theil auch in den Verhältnissen der Beobachtung begründet sind. Es ist sehr schwierig, eine geringfügige Änderung in dem Lumen kleiner Gefässe zu beurtheilen, wenn dieselbe sehr langsam, im Verlaufe einer oder mehrerer Minuten sich einstellt, und diese Schwierigkeit wird noch erhöht, wenn, wie das bei meinen Versuchen mitunter der Fall war, die Beleuchtungsverhältnisse nicht sehr günstig sind. Ich muss es daher an sich schon für möglich halten, dass mir mitunter Kaliberveränderungen entgangen sind, welche sich unter günstigeren Beobachtungsverhältnissen vielleicht hätten constatiren lassen, und diese Möglichkeit wird angesichts einer Beobachtung, die ich öfters machte, sogar zur Wahrscheinlichkeit. Es zeigten sich gelegentlich nach der Öffnung des Stromes Änderungen in dem Lumen der Piaarterien, insbesondere Erweiterungen, nachdem bei geschlossenem Strome eine deutliche Kaliberschwankung nicht

zu constatiren gewesen war. Es ist hier meines Erachtens am wahrscheinlichsten, dass mit der Öffnung des Stromes ein Moment beseitigt wurde, welches Verengerung der Gefässe bewirkte oder wenigstens einen gefässerweiternden Einfluss in seiner Wirksamkeit hemmte. Man könnte allerdings auch annehmen, dass hier die vasomotorischen Apparate auf den Reiz der Stromöffnung reagirt hätten, nicht aber auf den der Schliessung des Stromes und der Stromdauer. Diese Annahme, wenn auch physiologisch möglich, scheint mir jedoch etwas zu weit hergeholt.

Neben der Thatsache, dass electricische Durchströmung des Kopfes überhaupt von Einfluss auf die arterielle Injection der Pia ist, erscheint mir zunächst der Umstand besonderer Betonung würdig, dass die beobachteten Kaliberveränderungen nicht bloss im Momente der Schliessung oder Wendung des Stromes eintraten, sondern meist während der Dauer der Durchströmung anhielten, oft sogar während dieser erst mehr hervortraten und die Öffnung des Stromes überdauerten. Ich muss hiebei wiederholt erwähnen, dass ich, um die Verhältnisse der therapeutischen Applicationen in den Versuchen möglichst herzustellen, von jähen Stromwendungen und der Anwendung erheblicher Stromstärken meist Umgang genommen habe. In einzelnen Versuchen folgte auf die unmittelbar nach dem Schliessen, respective der Wendung des Stromes eintretende Kaliberveränderung ein Umschlag in die gegen-theilige; es trat z. B. sofort nach der Schliessung des Stromes eine Verengerung der Gefässe ein, welche jedoch nur einige Secunden anhielt, um von einer während der ganzen Stromdauer anhaltenden Erweiterung abgelöst zu werden. Aehnliches wurde von Schüller²⁰⁷ in einigen seiner Versuche mit peripherer Wasserapplication beobachtet. Diese einander entgegengesetzten Wirkungen dürften auch von verschiedenen Factoren abhängen, die erste vielleicht von Beeinflussung (Hemmung) der Herzaction durch Erregung des Vaguscent-

rums, die zweite dagegen erst von einer Einwirkung auf vasomotorische Apparate.

Wenn wir nun zu den Details der Versuchsergebnisse übergehend zunächst die Wirkungen in aufsteigender Richtung durch den Kopf geleiteter constanter Ströme in Betracht ziehen, so finden wir, dass in den angeführten 25 Reizversuchen*) worunter 19 mit percutaner Application des Stromes und 6 mit directer Application an das Gehirn sich befinden, 22 Male Zunahme der arteriellen Injection, 2 Male Gleichbleiben dieser und 1 Mal nach vorübergehender Contraction Erweiterung der Arterien zu beobachten war. In den beiden Fällen in welchen keine Zunahme der Injection zu constatiren war, war diese bereits bei Beginn des Versuches beträchtlich und ist wohl auf diesen Umstand der Mangel einer sichtbaren Reaction zurückzuführen. Bezüglich der in dem einem Reizversuche der dauernden Erweiterung vorhergehenden Veränderung verweise ich auf das oben Gesagte. In einer Anzahl von Versuchen findet sich neben der Zunahme der Injection mehr minder starke Erhebung des Gehirns notirt.

Wenn die Injectionsverhältnisse der blossgelegten Hirnpartie uns einen Schluss auf die Circulationsverhältnisse in den übrigen Gehirnthteilen gestatten — und es besteht kein Grund diess in Abrede zu stellen, man ist sogar berechtigt anzunehmen, dass die Schwankungen in der Blutfülle der übrigen, unserem Blicke entzogenen Hirnthteile unter gleichen Verhältnissen ergiebiger sich gestalten als die der blossliegen-

*) Von einer Verwerthung des Versuchs b 2 habe ich hiebei abgesehen. Ich habe diesen Versuch hauptsächlich deshalb angeführt, weil derselbe das differente Verhalten der Gehirnhäute trefflich illustriert. Während in vielen Fällen die Dura sich in wenigen Minuten unter den Augen des Beobachters derart trübt, dass eine genaue Wahrnehmung der Piagefäße nicht mehr möglich ist, war hier am darauffolgenden Tage noch keine nennenswerthe Trübung vorhanden. Trotzdem reagirten hier die Gefäße der Pia sehr wenig; es war jedenfalls der Anfang einer entzündlichen Veränderung vorhanden.

den Partie — so wird man den angeführten Ergebnissen gegenüber es als erwiesen betrachten müssen:

Dass in aufsteigender Richtung durch den Kopf von Thieren geleitete constante Ströme die arteriellen Gehirngefäße erweitern und hie-mit die Circulationsvorgänge im Gehirne beschleunigen.

Viel weniger gleichförmig sind die Ergebnisse der Versuche mit in absteigender Richtung durch den Kopf geleiteten Strömen. Hier finden wir unter den angeführten 22 Reizversuchen,*) worunter 17 mit percutaner Application und 5 mit directer Application an das Gehirn sich befinden, 11 Mal Verringerung der Injection, 10 Mal keine merkliche Veränderung und 1 Mal geringfügige Zunahme dieser. Dieser Sachlage gegenüber ist es nöthig, dass wir die Ergebnisse der einzelnen Reizversuche genauer in's Auge fassen und gegeneinander abwägen. Wir finden nun unter den 11 Reizversuchen mit Abnahme der Injection mehrere (s. insbes. Versuch b 7 und b 10), in welchen die Verengerung der Gefäße mit solcher Deutlichkeit und Regelmässigkeit — und dabei unabhängig von irgend welchen anderen erweislichen Einflüssen als der Durchleitung des Stromes — eintrat, dass man wohl nicht umhin kann, auch dem absteigenden Strome einen bestimmten Einfluss auf die Weite der Piaarterien einzuräumen. Es fragt sich nun, wie sich diesen positiven Resultaten gegenüber die grosse Anzahl negativer und das in einem Falle beobachtete scheinbar entgegengesetzte Ergebniss (geringfügige Zunahme der Injection) erklären lässt. In erster Linie ist hier der Einfluss der Bewegungen der Thiere in Betracht zu ziehen. Das Verhalten der Thiere ist, wie in den Protokollen schon angedeutet, ein sehr verschiedenes. Auch nicht narkotisirte Thiere verbleiben oft während

*) Auch hiebei ist von Verwerthung des Versuchs b 2. abgesehen.

der Durchleitung des Stromes vollkommen ruhig, ja mitunter so regungslos, dass es mir den Eindruck machte, als ob dieselben schliefen. In anderen Fällen, bei gleicher Stromstärke, hat man es mit Abwehrbewegungen, Versuchen, loszukommen, oder mit Schwindelbewegungen, hie und da auch mit Convulsionen zu thun. Gleichgiltig welcher Art die Bewegungen sind, dieselben bewirken immer, wie schon früher erwähnt wurde, eine Zunahme der Blutfülle des Gehirns. Diese Zunahme bewerkstelligt sich durch collaterale Hyperämie oder durch Stauung (Folge von Compression der Halsgefässe oder heftiger Expirationen) oder durch beide Momente zugleich. Bei sehr forcirten Bewegungen ausgedehnter Muskelgruppen ist nach meinen Beobachtungen an den Piagefässen der Einfluss der Stauung derart überwiegend, dass die Zunahme der Blutfülle fast nur venöser Natur zu sein scheint. Bei minder energischen und rasch vorübergehenden Bewegungen schiebt sich dagegen die collaterale Hyperämie in den Vordergrund. Es geht diess ganz deutlich aus einzelnen unserer Versuche mit Durchleitung aufsteigender Ströme hervor. Das Zusammenfahren des Thieres beim Schliessen des Stromes bewirkte hier eine sofortige sehr intensive Zunahme der arteriellen Injection, welche Zunahme jedoch alsbald bis zu einer gewissen Grenze wieder rückgängig wurde, worauf nur mehr der Effect der Stromdurchleitung verblieb. Während also bei aufsteigenden Strömen der Einfluss der Bewegungen auf das Lumen der Piagefässe sich im Sinne der Stromwirkung geltend macht, arbeitet derselbe bei absteigenden Strömen der Stromwirkung entgegen und es ist sehr naheliegend, dass dieser Einfluss unter Umständen die Stromwirkung sogar zu übercompensiren, also Zunahme der Injection hervorzurufen vermag. Aus den Versuchsprotokollen ist nun schon ersichtlich, dass in einzelnen Versuchen mit negativen Ergebnissen (s. Versuch b. 6 Nr. 3, b. 6 Nr. 5 und b. 7 Nr. 4) Bewegungseinflüsse im Spiele waren. Es

wurde jedoch das bezügliche Verhalten der Thiere nicht in allen Versuchen notirt, daher mögen noch in einer weiteren Anzahl von Versuchen auf die Einwirkung von Bewegungen der Thiere die negativen Ergebnisse zurückzuführen sein. Auch die Zunahme der Injection in Versuch b. 4 Nr. 4 scheint durch dieses Moment bedingt. Das betreffende Thier drehte sich gegen Schluss des Reizversuches nach der Seite (Seitenzwangslage, in diesem Falle wegen Fixation des Kopfes und der Hinterbeine auf Rumpf und Vorderbeine beschränkt) welcher Bewegung wahrscheinlich Contractionen grösserer Muskelgruppen schon vorhergingen.

Als weitere, die Wirkung absteigender Ströme auf die Piagefässe hemmende Momente kommen in Betracht: beginnende entzündliche Veränderung und beginnende Vertrocknung der Pia. Beide Momente erschweren die Herbeiführung von Lumensänderungen an den Piagefässen überhaupt, die von Verengerungen aber noch in höherem Masse als die von Erweiterungen. Ich habe bei beginnendem Mattwerden der Pia noch Erweiterung der Gefässe unter dem Einflusse des Amylnitrits sowohl als aufsteigender Ströme beobachtet, aber keine Verengerung mehr bei Durchleitung absteigender Ströme. Dass entzündliche Veränderungen an den Gehirnhäuten schon kurze Zeit nach der Eröffnung der Schädelhöhle einsetzen können, wurde schon an einer früheren Stelle erwähnt. Aus Versuch b 2 ersehen wir, dass das Bestehen solcher Veränderungen der Herbeiführung von Gefässverengerungen hinderlicher ist als die von Gefässerweiterungen.

Die erwähnten Umstände dürften allein schon genügen, die Ungleichförmigkeit der Versuchsergebnisse bei Anwendung absteigender Ströme verständlich zu machen. Es mögen hiebei jedoch auch noch andere, uns vorläufig unbekanntere Einflüsse mitspielen. Wie dem aber auch sein mag, nach dem Erörterten kann die Beweiskraft der positiven Versuchsergebnisse durch die negativen nicht aufgehoben werden.

Ich halte daher den Schluss für gerechtfertigt, dass wir im Stande sind, durch in absteigender Richtung durch den Kopf von Thieren geleitete constante Ströme die Weite der arteriellen Gehirngefäße zu verringern und hiemit die Circulationsvorgänge im Gehirne herabzusetzen.

In den oben angeführten Versuchen wurden des öfteren auch in querer Richtung constante Ströme durch den Kopf der Thiere geleitet. Es wurden hiebei ebenfalls Änderungen in dem Verhalten der arteriellen Injection der blossliegenden Hirnpartie (diese gehörte durchgehends der linken Hirnhälfte an) beobachtet, und zwar Abnahme sowohl als Zunahme der Injection; in einem Falle liess sich keine Aenderung der letzteren constatiren. In der Mehrzahl dieser Versuche wurde die Stellung der beiden Pole nicht notirt. In 2 Fällen ist der + Pol als links — an der Operationsseite — applicirt verzeichnet; in dem einen dieser Fälle wurde Zunahme der Injection, in dem anderen stärkeres Hervordrängen des Gehirns, dagegen keine Zunahme, sondern eher Abnahme der arteriellen Injection der blossliegenden Gehirnpartie (? Folge von Compression der Gefässstämmchen gegen den Knochenrand durch das emporquellende Gehirn) beobachtet. In dem einen Falle, in welchem der + Pol als rechts befindlich notirt ist, wurde keine merkliche Abnahme der arteriellen, wohl aber der venösen Injection und tiefer Niveaustand des Gehirns wahrgenommen. Hiernach war wohl die Vermuthung gerechtfertigt, dass die Stellung der beiden Pole (+ Pole links oder rechts) Differenzen in den Circulationsverhältnissen der beiden Hirnhälften bedingen könne; bestimmte Aufschlüsse in dieser Richtung konnten jedoch erst durch weitere Versuche gewonnen werden, deren ich hier zwei folgen lasse.

Versuch b. 12.

Nicht ganz ausgewachsenes, kräftiges Kaninchen. Eröffnung der Schädelhöhle wie gewöhnlich links, ohne Narkose. Dura mater belassen. Sehr geringfügige Blutung. Gehirn annähernd im Niveau der Knochenlücke. Gefäße der Pia durch die Dura mater hindurch anfänglich sehr deutlich sichtbar, stark contractirt; auch nach längerer Beobachtung in ihrer Enge verharrend. Einathmung von Amylnitrit (6 Tropfen ungefähr). Hierauf Erweiterung der Arterien sichtbar. Dura jedoch mittlerweile schon erheblich getrübt, Gefäße der Pia daher undeutlich. Abtragung der Dura. Arterien und Venen der Pia erheblich injicirt. Ohrarterien beiderseits sehr erweitert. Abermalige Einathmung von Amylnitrit (5—6 Tropfen). Hierauf sehr bedeutende Zunahme der arteriellen Injection, Hervorquellen des Gehirns, die Arterien als dicke Stränge sich über die Pia erhebend und mit dunklem, bräunlichrothem Blute gefüllt, daher in ihrer Färbung sich viel weniger als sonst von den Venen unterscheidend; die ganze blossliegende Hirnoberfläche röthlich.

1. Quer durch den Kopf. + Pol rechts (10°). Sofortige Verengerung der Arterien, diese etwas nachlassend, Gefäße aber immer enger verbleibend als vorher.
2. Quer durch den Kopf. + Pol links; keine sehr merkliche Aenderung der Injection.
3. Quer durch den Kopf. + Pol rechts. Abermals Verengerung der Arterien. Gehirnoberfläche im Ganzen blasser werdend. Die Verengerung langsam noch zunehmend.
4. Quer durch den Kopf. + Pol links. Etwas stärkeres Hervordrängen des Gehirns. Lumen der Arterien unerheblich weiter.
5. Quer durch den Kopf. + Pol rechts. Abermals Blasswerden der Gehirnoberfläche; diese Erscheinung wieder etwas zurückgehend.

Piaarterien nach der Oeffnung des Stromes keine Veränderänderung zeigend. Ohrarterien noch immer sehr weit.

Versuch b. 13.

Grosses, kräftiges Kaninchen. Operation links wie gewöhnlich, ohne Narkose. Blutung mässig. Dura mater belassen.

Injection der Pia mater im Allgemeinen mittelmässig, Arterien in der Mitte des Gesichtsfeldes ziemlich eng, nach längerer Beobachtung ein wenig weiter, hierauf durch längere Zeit constantes Lumen.

1. Quer durch den Kopf. + Pol links, — Pol rechts: 20° Galvanometerausschlag. Geringe, aber ganz deutliche Erweiterung der Arterien.
2. Quer durch den Kopf. + Pol rechts, — Pol links: 25° Galvanometerausschlag. Deutliche Verengung der Arterien, stetig zunehmend, die feineren Verzweigungen ganz verschwindend. Verengung bis zum Schlusse des Reizversuches anhaltend. 2 Minuten.
3. Quer durch den Kopf. + Pol links, — Pol rechts: 30° Arterien wieder sich erweiternd; die feineren Verzweigungen erreichen jedoch nicht die frühere Deutlichkeit. Erst nach der Oeffnung des Stromes erlangte die Arterie allmählig wieder ihr früheres Lumen.
4. Quer durch den Kopf. + Pol links, — Pol rechts: 25° Arterien deutlich weiter.
5. Quer durch den Kopf. + Pol rechts, — Pol links: 25° Arterien enger, die feineren Verzweigungen ganz verschwindend.

Hierauf Abtragung der Dura mater, die schon etwas getrübt erscheint; geringfügige Blutung. Ausser der Arterie in Mitte des Gesichtsfeldes eine zweite sehr schmale am untersten Rande der blossliegenden Hirnpartie. Injection im Ganzen mittelmässig. Arterienlumen nach längerer Beobachtung constant.

6. Quer durch den Kopf. + Pol links, — Pol rechts: 30°; Arterien weiter. Gehirn im Niveau der Knochenlücke. Erweiterung der Arterien ganz deutlich.
7. Quer durch den Kopf. + Pol rechts, — Pol links: Deutliche Verengung der Arterien.
8. + Pol am Halse hinter dem aufsteigenden Aste des Unterkiefers, — Pol Stirn (Anordnung nach Letourneau). 30°. Stärkeres Hervordrängen des Gehirns, deutliche Erweiterung der Arterien, diese Erweiterung anhaltend.
9. Wendung (+ Pol Stirn — Pol Hals). Keine deutliche Verengung der Gefässe. Arterien anhaltend weit. Ohrgefässe weit hiebei.

10. Wendung (+ Pol Hals — Pol Stirn) 30° Arterien wieder deutlich weiter, Zunahme namentlich an den kleineren Aesten sehr deutlich wahrzunehmen; hierbei Ohrgefäße sehr eng, fast verschwindend.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind nach mehreren Richtungen bedeutsam.

1. Erhellte aus denselben, dass eine entschiedene Differenz in der Wirkung beider Pole bei Querleitung des Stromes durch den Kopf vorhanden ist. Die Anode bewirkt auf der Seite ihrer Application Erweiterung, die Kathode Verengerung der Arterien. Diese differenten Wirkungen sind nicht vorübergehender Natur; sie machen sich während der ganzen Dauer der Reizung geltend. In einem Falle (b. 13, Nr. 2) war die verengernde Wirkung der Kathode eine derart nachhaltige, dass die darauf folgende Einwirkung der Anode sie nicht völlig aufzuheben vermochte.*)
2. Ersehen wir, dass ein vom Halse aufsteigend durch das Gehirn geleiteter Strom eine Erweiterung der Arterien herbeiführt, eine Wirkung die so nachhaltig ist, dass selbst eine Wendung des Stromes dieselbe nicht zu beseitigen vermag. Die gegentheilige Beobachtung Letourneau's verliert hiemit jegliche Beweiskraft.
3. Erhellte, dass der Füllungszustand der Ohr- und Gehirnarterien keineswegs immer parallel sich verhält, und dass daher Schlüsse aus dem Füllungszustande der äusseren Kopfarterien auf die Weite der Gehirnarterien nicht gerechtfertigt sind.

Was endlich die Wirkungen am Kopfe applicirter Inductionsströme anbelangt, so findet sich in 2 von den 3 oben angeführten Reizversuchen Zunahme der Injection, in

*) Wenn in Versuch b. 12, Nr. 2 keine Aenderung der Injection eintrat, so bedarf diess der Einwirkung des Amylnitrits gegenüber, die hier sehr ausgesprochen vorhanden war, kaum einer besonderen Erklärung.

dem 3. Falle starkes Hervordrängen des Gehirns neben Abnahme der Injection verzeichnet (letztere sehr wahrscheinlich durch Compression der zuführenden Arterien bedingt). In einer Anzahl weiterer Versuche, die ich zum Theil schon früher mitgetheilt habe, wurde ebenfalls Zunahme der Injection beobachtet. Diese Wirkungen traten zum Theil schon bei Anwendung schwacher Ströme ein. Es kann daher nicht bezweifelt werden, dass Inductionsströme die Blutfülle des Gehirns zu vermehren im Stande sind. Dass sich indess die Wirkungen der Inductionsströme hierauf nicht beschränken, hiefür besitze ich vorläufig wenigstens einen experimentellen Beleg. Ich habe in einem Versuche, von dessen detaillirter Mittheilung ich hier aus räumlichen Gründen absehe, bei Application des positiven Poles an die Stirne und des negativen an den Nacken des Thieres — also absteigender Richtung des Oeffnungsstromes — und Anwendung schwacher Ströme (Rollenschiebung von 0—1 Cm.) geringfügige Erweiterung der einen beobachtbaren Arterie, bei Umkehr der Stromrichtung — aufsteigendem Oeffnungsstrom — Verengerung dieser Arterie und Undeutlichwerden ihrer Verzweigungen beobachtet. Die Dura mater war in dem betreffenden Versuche nicht entfernt worden. Weitergehende Schlüsse lassen sich natürlich aus dieser vereinzelt Beobachtung nicht ziehen. Der Gegenstand bedarf noch eingehenderen Studiums.

V. ABSCHNITT.

1. Deutung der Versuchsergebnisse.

Wir haben nunmehr zuzusehen, wie weit die vorstehend angeführten Versuchsergebnisse gegenwärtig einer Erklärung zugänglich sich erweisen. In erster Linie könnte man daran denken, die an den Piagefässen beobachteten Kaliberveränderungen auf reflectorische Einflüsse zurückzuführen. Es finden sich ja noch heutzutage Stimmen, welche alle die bei Galvanisation des Kopfes auftretenden Erscheinungen als Reflexwirkungen erklären; ausserdem haben eine Anzahl von Forschern sich mit dem Einflusse der Reizung sensibler Nerven auf die Weite der Piaarterien beschäftigt und zum Theil durch ihre Versuche die Möglichkeit einer reflectorischen Beeinflussung dieser Gefässe nachgewiesen. Nothnagel²⁰⁸ beobachtete bei nicht narkotisirten Kaninchen bei Reizung der Schenkelhaut entsprechend dem Verlauf des N. cruralis oder anderer Hautstellen, z. B. der Gesichtshaut, mittelst eines Inductionstromes Verengerung der Piaarterien. Riegel und Jolly²⁰⁹ sahen bei nicht narkotisirten Thieren ebenfalls sehr häufig, aber keineswegs regelmässig die Verengerung der Piaarterien nach Reizung sensibler Nerven eintreten, jedoch nur bei Anwendung sehr bedeutender Stromstärken. Bei narkotisirten Thieren erhielten sie dagegen ein vollständig negatives Resultat. Die von Nothnagel und ihnen beobachtete Verengerung der Piaarterien bei nicht narkotisirten Thieren glaubten sie auf mechanische Einwirkungen (Anpressen des Gehirns gegen den Rand der Trepapflücke u. s. w.) zurückführen zu können. Krauspe,²¹⁰ welcher unter Nothnagel's Leitung dieses Thema abermals aufnahm, wandte bei seinen Versuchsthieren, um den störenden Einfluss willkürlicher Bewegungen auszu-

schliessen, Curare und künstliche Respiration an, und erhielt trotzdem in dem bei weitem grössten Theile seiner Versuche negative Resultate, was er durch die Annahme erklärt, dass der traumatische Reiz der Trepanation und der Zutritt der äussern Luft eine reflectorische oder durch entzündliche Reizung der Pia bewirkte Paralyse der Gefässe bedinge, in Folge deren eine reflectorische Verengerung unmöglich wird. In zweien seiner Versuche konnte er jedoch eine reflectorische Verengerung der Piaarterien constatiren, und er bezieht dieses Ergebniss wesentlich darauf, dass die betreffenden Thiere torpide Winterthiere (Kaninchen) waren, bei welchen der Entzündungsreiz langsam und minder intensiv wirkte, und daher die Piagefässe der reflectorischen Beeinflussung zugänglich blieben. Rumpf²¹¹ berichtet, dass er durch Application starker faradischer Ströme auf die Haut einer Körperseite an der gegenüberliegenden Grosshirnhemisphäre Hyperämie hervorrief; bei Application der Electroden an die andere Körperseite wich diese Hyperämie, um einer Blässe Platz zu machen, während an der anderen Hemisphäre Röthung hervortrat. In meinen eigenen Versuchen konnte ich nur ein einziges Mal (bei einem jungen Kätzchen) geringfügige Verengerung der Gefässe der Pia beobachten, in den meisten Fällen ergab sich bei Reizung peripherer Theile (auf der Trepanationsseite sowohl, als der gegenüberliegenden) beträchtliche Zunahme der Injection der Pia, während zu gleicher Zeit das Gehirn bedeutend emporstieg. In einigen Fällen war diese Hebung des Gehirns nicht von einer Zunahme der Injection begleitet, was wohl zum Theil auf Compression der Arterie, zum Theil auf bereits eingetretene Vertrocknung der Pia zurückzuführen ist. Die Zunahme der Injection war in mehreren Fällen sicher. zum Theil auch arterieller Natur. Dass diese Zunahme der Injection nicht allein auf die durch den heftigen Reiz bedingten Schmerzäusserungen und Abwehrbewegungen zu beziehen sind, geht

daraus hervor, dass bei einem chloroformirten Thiere, bei welchem die Narkose allerdings schon wieder erheblich abgenommen hatte, die Zunahme der Injection und das Hervorquellen des Gehirns schon begann, bevor das Thier irgend welche Unruhe äusserte. Wie wir sehen, ergaben sich bei der Mehrzahl der Experimentatoren negative Resultate oder Verengerungen der Gefässe. Nur in Rumpfs und meinen Versuchen wurde auch Zunahme der Injection beobachtet. In Rumpfs und meinen Versuchen wurden sehr intensive Ströme, von mir bis zu 6 Cm. Rollenverschiebung, angewandt, die hiebei beobachteten Resultate kommen daher für unsere Frage nicht in Betracht; allein auch Riegel und Jolly sahen die Verengerung der Arterien nur bei sehr intensiven Strömen auftreten, wo sie dieselbe überhaupt beobachten konnten; und Nothnagel scheint ebenfalls sehr intensive Ströme angewandt zu haben, da er davon spricht, dass die Thiere schrieten, was ja bei Kaninchen nur bei sehr intensivem Schmerz der Fall ist. Ziehen wir alle diese Umstände in Betracht, so müssen wir gestehen, dass vorerst noch nicht nachgewiesen ist, dass mässige electricische Reizung der sensiblen Kopf- beziehungsweise Halsnerven, wie sie bei der Galvanisation des Kopfes in unseren Versuchen statt hatte, die Weite der Piaarterien in merklicher (makroskopisch und mit der Lupe beobachtbarer) Weise beeinflusst. Wir müssen daher darauf verzichten, die in unseren Versuchen beobachteten Kaliberveränderungen als Ausdruck reflectorischer Reizungen zu betrachten. In zweiter Linie könnte man an Beeinflussung des Halssympathicus denken, der ja bei Application einer Electrode am Nacken sowohl als bei Querleitung Stromschleifen leicht zugänglich ist. Auch diese Annahme lässt sich nicht aufrecht halten. Es ist durch Georg Fischer's*)

*) S. Experimentelle Studien zur therapeutischen Galvanisation des Sympathicus. Habilitationsschrift von G. Fischer, 1875 und Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1877. 20. Band, 3. und 4. Heft S. 190.

Versuche an Thieren nachgewiesen, dass es wohl möglich ist, durch am Halse angewandte electriche Ströme (sogenannte Sympathicus-Galvanisation) die Blutvertheilung in der Schädelhöhle zu beeinflussen, dass aber hiebei der N. sympathicus am wenigsten betheiligt ist, und dass directe galvanische Reizung des N. sympathicus selbst mit hoher Stromstärke keinen nachweisbaren Einfluss auf die Circulationsvorgänge in der Schädelhöhle ausübt. Fischer benützte als Versuchsthiere Katzen, bei welchen unzweifelhaft ein Theil der vasomotorischen Nerven für die Gehirngefäße im Halssympathicus verläuft. Wenn nun die im Halssympathicus dahinziehenden vasomotorischen Nerven der Gehirngefäße eine solche Resistenz galvanischen Einflüssen gegenüber zeigen, so wird auch die Annahme, dass directe Reizung (oder sonstige Beeinflussung) der vasomotorischen Nerven der Piagefäße durch in das Schädelinnere eindringende Stromschleifen die Kaliberveränderungen der Piagefäße bedinge — namentlich in Anbetracht der geringeren Intensität der angewandten Ströme — zu einer sehr gewagten. Allerdings scheint der Verlauf der vasomotorischen Bahnen für die Piagefäße bei Kaninchen erhebliche individuelle Verschiedenheiten darzubieten und unter Umständen deren Vertretung im Halssympathicus eine recht spärliche zu sein. Nach den Beobachtungen Nothnagel's²¹² verläuft ein Theil dieser vasomotorischen Fasern in den Wurzeln zum Ganglion cervicale supremum, ein anderer Theil in den Gehirnnerven oder direct von der medulla oblongata, dem Pons und den pedunculi cerebri zur Pia. Die Ergebnisse der von Schulz²¹³ und Riegel und Jolly²¹⁴ angestellten Versuche sprechen dafür, dass der letztere Antheil dieser Fasern jedenfalls bei einer grossen Anzahl von Kaninchen ein sehr bedeutender ist. Es wäre nun möglich, dass dieser Theil der Gefässnerven der Pia sich für den galvanischen Reiz zugänglicher erwiese als der im Halssympathicus verlaufende, und dass

Beeinflussung desselben durch Stromschleifen die Lumensänderungen der Piagefäße herbeiführte. Es wäre ferner möglich, dass Einwirkung von Stromschleifen auf die in den Wandungen der Gefäße vorhandenen — resp. angenommenen — Ganglien oder direct auf die Muscularis der Gefäße an dem Zustandekommen der fraglichen Erscheinungen betheiligt ist. Allein diese Möglichkeiten schweben vorerst noch völlig in der Luft, so dass wir nicht umhin können, noch eine andere Erklärungsweise in Betracht zu ziehen.

Es erübrigt noch an eine Beeinflussung des Halsmarkes und der medulla oblongata, respective der in diesen Theilen befindlichen vasomotorischen Apparate zu denken. Dass in der medulla oblongata ein vasomotorisches Centrum existirt, von welchem ein sehr mächtiger Einfluss auf die Blutvertheilung im Körper ausgeübt wird, ist, wie erwähnt, durch Owsjannikow und Dittmar nachgewiesen. Man war früher geneigt, das im verlängerten Mark vorhandene vasomotorische Centrum als das Centrum *κατ' ἐξοχήν* für die Gefässnerven zu betrachten. Gegenwärtig ist festgestellt, dass das betreffende Centrum nicht das einzige seiner Art ist, dass vielmehr durch das ganze Rückenmark hindurch vasomotorische Apparate und höchstwahrscheinlich auch an der Peripherie an den Gefäßen selbst solcher Mechanismen sich finden. Dass speziell in den oberen Rückenmarksabschnitten vasomotorische Centren und Bahnen reichlich vertreten sind, geht aus verschiedenen experimentellen Thatsachen hervor. Ludwig und Thiry²¹⁵ fanden, dass bei electricischer Reizung der Schnittfläche des in der Atlasgegend vom Gehirne abgetrennten Rückenmarkes Contraction aller Äste der Aorta eintraten. Nach Stricker²¹⁶ finden sich beim Hunde die wichtigsten spinalen pressorischen (tonischen) Gefässnervencentren in den unteren Abschnitten des Hals- und den oberen des Brustmarkes. Auch nach Grünhagen's²¹⁷ Beobachtungen scheinen die spinalen vasoconstrictorischen

Apparate vorzugsweise dem Hals- und obersten Brustmarke anzugehören. Es lässt sich wohl nicht bezweifeln, dass bei Application einer Electrode an den Nacken diese im Halsmarke und in der medulla oblongata gelegenen vasomotorischen Apparate vom Strome erreicht werden; und somit legt sich der Gedanke nahe, in erster Linie der Beeinflussung dieser Apparate die bei Längsleitung des Stromes durch den Kopf beobachtbaren Aenderungen in der Weite der arteriellen Gefäße zuzuschreiben.

Man könnte nun von dieser Annahme ausgehend daran denken, die gefässerweiternde Wirkung aufsteigender Ströme davon abzuleiten, dass beim aufsteigenden Strome die tonischen Gefässnervencentren im Hals- und verlängerten Marke unter der Einwirkung der Anode stehen und demzufolge — wie der periphere Nerv unter dem Einflusse der Anode — in einem Zustande verringerter Erregbarkeit sich befinden. Die gefässverengernde Wirkung absteigender Ströme könnte man analog von einem durch Einwirkung der Kathode herbeigeführten Zustande gesteigerter Erregbarkeit (oder einer Erregung der genannten Centren) abhängig machen. Es wäre dies keine ganz neue Hypothese. Glaubte doch Arndt²¹⁸ z. B., indem er eine Electrode an den Rücken und die andere peripher applicirte, nach Belieben das Rückenmark in einen Zustand herabgesetzter oder erhöhter Erregbarkeit — Anelectrotonus oder Katelectrotonus — versetzen zu können, je nachdem er die Anode oder die Kathode am Rücken aufsetzte. Leider erheben sich gegen diese und ähnliche wohlgemeinte Hypothesen einige Bedenken. Es ist nicht nur unerwiesen, dass die durch die beiden Pole in den Nervencentren hervorgerufenen Erregbarkeitsveränderungen den im peripheren Nerven hiedurch producirt gleich, beziehungsweise analog sind; es liegen sogar Beobachtungen vor, welche diese Annahme direct widerlegen. Hitzig fand, dass die Reizwirkung der Anode an der Grosshirnrinde die der Ka-

thode überwiegt, dass also die Grosshirnrinde der Einwirkung beider Pole gegenüber sich anders verhält wie der periphere Nerv. Was für die Grosshirnrinde gilt, mag auch für andere Nervencentren gelten. Es muss daher vorläufig dahin gestellt bleiben, in welcher Weise die Beeinflussung der vasomotorischen Apparate im Halsmarke und in der medulla oblongata die beobachteten Circulationsänderungen herbeiführt.

All' die Erklärungsmöglichkeiten, welche den Wirkungen längsgeleiteter Ströme gegenüber vorhanden sind, präsentieren sich wiederum bei Betrachtung der Wirkungen quergeleiteter Ströme. Auch bei querer Durchleitung des Stromes ist eine Einwirkung wenigstens auf die vasomotorischen Apparate in der medulla oblongata durch Stromschleifen möglich, ist es ferner möglich, — wenn auch vorerst nicht wahrscheinlich — dass die Einwirkung von Stromschleifen auf die vasomotorischen Nerven der Piagefässe, die in den Wandungen dieser vorhandenen Ganglien, endlich direct auf die Muskelfasern der Gefässe die beobachteten Circulationsänderungen herbeiführt oder an der Herbeiführung derselben hetheiligt ist. Ich begnüge mich diese Möglichkeiten anzuführen; denselben weiter nachzugehen, dürfte sich als ein unfruchtbares Bemühen erweisen, so lange wir über das Verhalten der Gefässnerven und Gefässnervencentren dem galvanischen Reize gegenüber so wenig unterrichtet sind als gegenwärtig.

Was endlich die Wirkungen durch den Kopf geleiteter inducirter Ströme anbelangt, so scheinen mir meine bezüglichen experimentellen Erfahrungen noch nicht weit genug gediehen, um jetzt schon eine zutreffende Deutung zu gestatten. Hier sind zunächst weitere Studien von Nöthen.

2. Practische Folgerungen aus den Versuchsergebnissen.

Die Untersuchungen, deren Ergebnisse ich im Vorstehenden mir anzuführen erlaubte, soweit dieselben für das vorliegende Thema in Betracht kommen, sind einem Bedürfnisse entsprungen, dass sich mir in der electrotherapeutischen Praxis oft in peinlicher Weise fühlbar gemacht hatte. Es ist daher naheliegend, dass ich zunächst den Gewinn in's Auge fasse, welchen die Electrotherapie aus denselben zu ziehen in der Lage ist. Die Meinungen über den Werth der directen centralen Behandlung von Gehirnleiden sind bisher getheilt gewesen; sie werden in Zukunft wahrscheinlich ebenfalls schwanken. An dem Werthe einmal eruirter Thatsachen kann hiedurch nichts geändert werden. Eine solche Thatsache ist es, dass man vermittelst Durchleitung electricer Ströme durch den Kopf von Thieren die Circulationsvorgänge innerhalb der Schädelhöhle in bestimmter Weise zu beeinflussen im Stande ist. Die Verhältnisse, unter welchen wir beim Menschen den electricen Strom am Kopfe appliciren, sind zwar nicht dieselben wie beim Versuchsthiere, und man kann eine völlige Uebereinstimmung der in beiden Fällen eintretenden Erscheinungen nicht erwarten. Allein in den wesentlichen Beziehungen müssen immerhin die Wirkungen durch den Kopf geleiteter electricer Ströme beim Menschen und Thiere übereinstimmen. Man kann es daher jetzt nicht mehr bezweifeln, dass wir beim Menschen durch die Galvanisation des Kopfes die Blutfülle im Gehirn zu verringern und zu vermehren und hiemit auf Circulations- (Ernährungs-) störungen beruhende Gehirnleiden zu beeinflussen vermögen. Man kann es ferner nicht bezweifeln, dass die angewandte Stromrichtung kein gleichgültiger Factor, dass je nach der Art der vorhandenen Störung die eine oder andere Stromrichtung vorzuziehen ist. Hat man bisher der directen galvanischen Behandlung des Gehirns — und nicht ganz mit

Unrecht — den Vorwurf gemacht, dass sie jeder zu Grunde liegenden klaren Anschauung entbehre, dass sie mehr gebräuchlich als verständlich sei, so wird die Berücksichtigung der vorliegenden experimentellen Ergebnisse ähnliche Vorwürfe künftig nicht mehr zulassen. Das Dunkel, das bisher die Remak'schen katalytischen Wirkungen des Stromes auf die Centralorgane umhüllte, dürfte nunmehr wenigstens an einem Punkte gelichtet sein, und ich hege die Ueberzeugung, dass es weiteren Untersuchungen gelingen wird, den Einfluss des electricischen Stromes auf die Ernährungsvorgänge im Gehirn in noch viel weitergehender Weise klarzulegen.

Man kann es als ein Glück für die leidende Menschheit bezeichnen, dass sich die grosse Mehrzahl der Electrotherapeuten durch theoretische Vorurtheile bisher nicht abhalten liess, die directe centrale Behandlung von Gehirnleiden vorzunehmen. Es sind bisher in vielen Fällen dieser Leiden durch die Galvanisation des Kopfes günstige Resultate erzielt worden, wenn man auch über die Art der Einwirkung dieser Procedur auf das Gehirn und seine Häute nichts Positives wusste, und daher bei Erklärung der erzielten Erfolge zumeist zu rein hypothetischen Annahmen seine Zuflucht nehmen musste. Dieser Sachlage gegenüber glaube ich, dass wir jetzt, nachdem wir über die Wirkungsweise und den Wirkungsbereich der Galvanisation des Kopfes einige Kenntnisse erlangt haben, mit grösserer Zuversicht denn früher und mit im Allgemeinen etwas gesteigerten Aussichten auf Erfolg den Strom am Kopfe appliciren können. Es ist naheliegend, dass z. B. Verengerung der abnorm ausgedehnten Gefässe eines Gehirntheiles — eine Veränderung, welche der Strom jedenfalls herbeizuführen im Stande ist, s. meinen Versuch mit Verwendung von Amylnitrit — eine Modification in den Ernährungsverhältnissen und hiemit der Funktionsfähigkeit der Faser- und Zellgebilde des betreffenden Gehirnabschnittes herbeiführen kann, in Folge deren diese Elemente

ihre früheren Verrichtungen wieder aufzunehmen vermögen. Allerdings wird die Ernährungsstörung in den fraglichen Nervelementen keine zu hochgradige sein dürfen; was durch Aufhebung des Druckes übermässig ausgedehnter Capillaren, durch Resorption von transsudirtem Serum, von verflüssigtem Zellprotoplasma (zerfallener Blutkörperchen) u. dgl. reparabel ist, wird der electriche Strom wieder wenn nicht in integrum zu restituiren, so doch in einen functionsfähigen Zustand überzuführen im Stande sein. Die Wiedervereinigung zerrissener Nervenfasern, die Neubildung zerstörter Ganglienzellen wird man von der Einwirkung des elektrischen Stromes nicht erwarten dürfen. Indess auch bezüglich jener Störungen, die noch vorzugsweise im Bereiche der Circulationsvorgänge liegen, und die man nach den vorhandenen Erfahrungen im Allgemeinen als einer Ausgleichung fähig betrachten kann, darf man die therapeutische Wirksamkeit des Stromes keineswegs für eine unbegrenzte halten. Ich habe in meinen Versuchen des öfteren constatiren müssen, dass die Galvanisation des Kopfes auf die Gefäße der entzündeten Pia keinen merklichen Einfluss ausübt. Auch davon konnte ich mich überzeugen, dass selbst Application des constanten sowohl als des faradischen Stromes direct an das Gehirn eine Aenderung in dem Injectionszustande der acut entzündeten Pia nicht herbeizuführen im Stande ist. Ebenso lauten die Erfahrungen der ärztlichen Praxis. Es ist meines Wissens noch nicht erwiesenermassen gelungen, den Verlauf eines acuten Entzündungsvorgangs im Gehirne oder an den Gehirnhäuten durch electriche Behandlung des Kopfes entschieden zu beeinflussen. Ebenso versprechen bei ganz acuten, reinen Circulationsstörungen im Gehirne (acuter Hyperämie oder Anämie) verschiedene andere Mittel sichereren und nachhaltigeren Erfolg als die Galvanisation des Kopfes. Namentlich wird man bei auf verstärkter Herzaction beruhenden

den oder durch Stauung in Folge rein mechanischer Circulationshindernisse herbeigeführter Hirnhyperämie oder bei acuter Anämie in Folge von Blutverlusten oder Herzschwäche nicht zum electricischen Strome seine Zuflucht nehmen dürfen. Es sind, soweit die zur Zeit vorliegenden Erfahrungen ein Urtheil zulassen, vorwaltend chronische oder wenigstens aus dem Stadium der Acuität herausgetretene Störungen, welche sich den Einwirkungen der durch den Kopf geleiteten electricischen Ströme zugänglich erweisen. Im Bereiche dieser Störungen aber entfaltet der Strom eine durch kein anderes Agens erreichte Wirksamkeit; er vermag hier selbst in Fällen, wo es sich um unheilbare Grundleiden handelt (wie z. B. der Resorption unzugängliche Neoplasmen, bedeutende Hämorrhagien etc.) gute Dienste zu leisten, indem er begleitende Circulationsstörungen und hiemit Krankheitssymptome beseitigt, die nur von diesen nebenhergehenden Störungen abhängen.

Die Wirkung des Stromes auf das Gehirn bei der Galvanisation des Kopfes beschränkt sich wohl nicht auf die Beeinflussung der Circulationsvorgänge. Wir sahen zwar, dass abgesehen etwa von den — von Hitzig des Genaueren beschriebenen — Augenbewegungen keine Erscheinung bei Galvanisation des Kopfes auf directe Erregung irgend eines der Gehirncentren sich beziehen lässt;*) wir sahen ferner, dass eine Beeinflussung der Erregbarkeit der peripheren Nerven durch die electricische Durchströmung des Gehirns wenigstens nicht erweisbar ist. Trotzdem wird es sich nicht in Abrede stellen lassen, dass die electricische Durchströmung des Gehirns auf dessen Erregbarkeitsverhältnisse einen bestimmten Einfluss ausübt. Experimentell am Thiere lässt sich die Richtigkeit dieser Behauptung mit Leichtigkeit demonstrieren.

*) Und selbst diese Erscheinung ist nicht nothwendig von directer Erregung irgend eines Gehirncentrums durch Stromschleifen abhängig.

Ich machte bei meinen Versuchen oft die — mir sehr unliebsame — Beobachtung, dass bei metallischer Wendung eines Stromes, der bis dahin keine Reizerscheinung ausser etwa gelegentlichen leichten Zuckungen der Schädelmuskulatur hervorgerufen hatte, sofort allgemeine Convulsionen eintraten, welche erst bei bedeutender Herabsetzung der Stromstärke oder Oeffnung des Stromes sistirten. Es hatte also der z. B. in aufsteigender Richtung das Gehirn durchfliessende Strom dessen Erregbarkeit oder wenigstens die Erregbarkeit gewisser Hirncentren derart gesteigert, dass der (soferne durch die Wendung des Stromes die Leitungswiderstände der Haut etc. etwas herabgesetzt werden) wenig stärkere absteigende Strom nunmehr Reizung gewisser Centren und hiedurch allgemeine Convulsionen hervorrief. Es entspricht diess der für den peripheren Nerven schon lange nachgewiesenen Thatsache, dass ein vom constanten Strome durchflossener Nerv an Erregbarkeit für die Schliessung eines in entgegengesetzter Richtung fliessenden Stromes gewinnt. Man wird deshalb auch der therapeutischen Galvanisation des Kopfes eine erregbarkeitsmodificirende Wirkung auf das Gehirn zuschreiben müssen. Diese Wirkung mag nach 2 Richtungen hin sich geltend machen. Sie mag einerseits die Ueberwindung vorhandener Leitungswiderstände erleichtern und die Energie ausgelöster Innervationsvorgänge erhöhen, andererseits Reizzustände herabsetzen und dergestalt vereint mit der durch den Strom bewirkten Aenderung der Circulationsvorgänge auf die Wiederherstellung der Functionsfähigkeit cerebraler Theile oder des Gleichgewichts cerebraler Functionen hinwirken.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Wirkungen, welche die Galvanisation des Kopfes auf das Gehirn ausübt, sich nicht auf die berührten Modificationen der Circulations- und Erregbarkeitsverhältnisse desselben beschränken. Die Aenderung der Erregbarkeit ist lediglich der Ausdruck einer

durch den Strom bewirkten Aenderung in den molecularen Vorgängen, in den Stoffumsetzungen, deren ständiger Schauplatz die Nervenmasse des Gehirns wie aller anderen Theile des Nervensystems ist. Man kann nicht annehmen, dass irgend einer der Gewebstheile des Gehirns, irgend ein Theil des Inhalts der Schädelhöhle, welcher von Stromschleifen erreicht wird, in seinen molecularen Verhältnissen gänzlich unberührt bleibt. Es werden sich also auch an der Stützsubstanz des Gehirns, an den Blut- und Lymphgefäßen desselben, an den da und dort eingestreuten Wanderzellen, an den Gewebssäften wie an den Flüssigkeiten, welche sich in den Höhlen und zwischen den Häuten des Gehirns finden, endlich an den Gewerbelementen dieser letzteren electrochemische und wahrscheinlich auch die electromechanische Wirkungen des Stromes geltend machen. Wie sich jedoch diese directen Wirkungen des Stromes des Näheren gestalten, ob und inwieweit denselben ein Antheil an den therapeutischen Leistungen der Galvanisation des Kopfes zukommt, für die Beantwortung dieser Fragen ermangeln wir vorerst jeden thatsächlichen Anhaltspunktes.



VI. ABSCHNITT.

Technik der Galvanisation des Kopfes.

Die Technik der Galvanisation des Kopfes hatte sich bisher in den Lehrbüchern der Electrotherapie einer etwas stiefmütterlichen Berücksichtigung zu erfreuen. Vielfach glaubte man die Sache mit einigen Zeilen erledigen zu können. Dieser Umstand sowohl, als die meiner Arbeit zu Grunde liegende praktische Tendenz bestimmen mich, die wichtigsten der bei der therapeutischen Galvanisation des Kopfes in Betracht kommenden Momente einer zwar nicht erschöpfenden, aber immerhin etwas eingehenderen Würdigung zu unterziehen.

1. Bestimmung der anzuwendenden Stromstärke.

Nicht zu den kleinsten Schwierigkeiten, welche die directe centrale Behandlung des Gehirns in sich schliesst, gehört die Bestimmung der im einzelnen Falle anzuwendenden Stromstärke. Es ist nachgewiesen, dass bei Application constanter (und faradischer) Ströme an den Kopf Stromschleifen in das Gehirn eindringen; allein die Widerstände, welche der Strom auf seinem Wege in das Innere des Schädels zu überwinden hat, sind immerhin erheblich genug, um von der Anwendung minimaler Stromstärken keine sonderlichen Wirkungen auf das Gehirn erwarten zu lassen. Auf der anderen Seite ist die Gefahr, durch Anwendung zu intensiver Ströme möglicherweise Nachteile herbeizuführen, ganz und gar nicht gering zu schätzen. Es ist daher die Aufgabe desjenigen, der die directe electriche Behandlung des Gehirns mit günstigem Erfolge üben will, zwischen den beiden Klippen, der Wahl einer zu geringen, unwirksamen und der einer zu bedeutenden schädlichen Stromintensität

den richtigen Weg zu finden. In den Lehrbüchern der Electrotherapie finden sich meist Angaben über die Zahl der am Kopfe anzuwendenden Elemente. Es lässt sich nicht läugnen, dass diese Angaben einen gewissen Behelf für den Neuling auf dem Gebiete der Electrotherapie bilden mögen. Berücksichtigt man jedoch, dass einerseits die Wirksamkeit der gebräuchlichen Elemente schwankt, andererseits der Leitungswiderstand der Weichtheil- und Knochenumhüllung des Gehirns sowohl als die Erregbarkeit des Nervensystems sehr erhebliche individuelle Differenzen aufweisen, so erhellt, dass derartige allgemeine Angaben in praxi doch wenig verwertbar sind. Ich will daher den verehrlichen Leser weder mit den Meinungen der einzelnen Electrotherapeuten über die Zahl der in verschiedenen Krankheitsformen anzuwendenden, noch mit der Zahl der von mir selbst angewandten Elemente behelligen, sondern nur in Kürze die Gesichtspunkte anführen, welche ich als die bedeutsamsten für die Bestimmung der anzuwendenden Stromstärke auf Grund meiner bisherigen Erfahrungen erachten muss.

Man kann es als ein gegenwärtig allgemein anerkanntes Princip bezeichnen, dass man bei therapeutischer Application constanter Ströme an den Kopf die jeweilige Sitzung nur mit schwachen Strömen beginnen und nur langsam, mit möglichst kleinen Sprüngen zu der im individuellen Falle rätlich erscheinenden Stromstärke fortschreiten darf. Es ist deshalb der Gebrauch eines Rheostaten im Allgemeinen rathsam und in einzelnen Fällen (z. B. bei Behandlung von Kindern) so gut wie unentbehrlich. Den Gebrauch eines Galvanometers halte ich für nützlich, aber nicht für absolut nöthig, — im Gegensatze zu Richter²¹⁹); — denn viel eher als die Grösse der Nadelablenkung, kann die Empfindung der electricirten Person als Massstab für die Wirksamkeit der angewandten Stromstärke betrachtet werden. Hiebei ist jedoch

zu berücksichtigen, dass beim Einschleichen mit der Stromintensität in der Regel eine gewisse Zeit vergeht, bis die Wirkung des Stromes einigermaßen fühlbar wird. Um nun mit der Stromstärke für jeden Fall nicht zu hoch zu greifen, ist es erforderlich, dass der Electricisirende sich ein Urtheil einerseits über die Wirksamkeit seiner Elemente, andererseits über die in dem betreffenden Falle ungefähre rätliche Stromwirkung und die hierzu ungefähr nöthige Stromstärke gebildet hat, bevor der Strom am Kopfe geschlossen wird. Es verhält sich in dieser Beziehung mit der Anwendung der Electricität genau so wie mit der Anwendung irgend welcher nicht indifferenten arzneilicher Agentien. Bei Bestimmung der ungefähre nöthigen Stromstärke ist sowohl das Gesamtverhalten des Organismus des Patienten, als das specielle Verhalten seines Nervensystems und die besondere Art seines Leidens in Rechnung zu ziehen. Nachdem der Strom einmal geschlossen ist, müssen die hiedurch beim Kranken hervorgerufenen Sensationen genau beobachtet werden; denn diese sind — mit einer gewissen Sogleich zu berührenden Einschränkung — für das Ausmass der Stromstärke, bei welcher man stehen bleibt, definitiv entscheidend. Hier kommen gewöhnlich der Schmerz an der Applicationsstelle der Electroden, die Lichtblitze und der Schwindel in Betracht, von welchen Erscheinungen dem Schmerz an der Applicationsstelle die geringste, dem Schwindel die grösste Bedeutung zukömmt. Soweit meine Erfahrung reicht — und mit derselben stimmt in dieser Beziehung die Erfahrung vieler Electrotherapeuten völlig überein — ist eine Stromstärke, welche die angeführten Sensationen in sehr intensivem Grade hervorruft, bei keiner Art von Gehirnleiden erforderlich oder nützlich und ist daher von Anwendung solcher Stromintensitäten durchgehends abzusehen. Wenn demnach, wie es mitunter vorkömmt, schon 2 Elemente sehr lebhaftes Blitzen, heftigen Schwindel u. s. w. verursachen, so darf die Strom-

intensität keinesfalls weiter gesteigert werden; solche Fälle dürften sich für die Anwendung der Galvanisation des Kopfes entweder temporär oder überhaupt nicht eignen. Auf der anderen Seite dagegen ist es im Allgemeinen durchaus nicht rathsam, selbst bei Vorhandensein nur geringfügiger Reizerscheinungen über ein gewisses Maximum der Stromstärke hinauszugehen, da im letzteren Falle die vorhandenen Reizerscheinungen plötzlich eine sehr unangenehme Steigerung erfahren oder unliebsame Zufälle (Eingenommenheit des Kopfes u. dergl.) nach der Oeffnung des Stromes eintreten können. Ein anderes ist nun die Frage, inwieweit man das Auftreten der genannten Reizerscheinungen im einzelnen Falle berücksichtigen, das heisst ob und wie weit man trotz Auftretens derselben noch mit der Stromstärke steigen soll. Nach meiner Ansicht hängt dies ganz und gar von den Verhältnissen des individuellen Falles ab. Man kann bei jungen kräftigen Personen, bei Individuen mit ganz gesunden Hirngefässen, bei Mangel tiefergehender organischer Läsionen des Gehirns nach dem Eintritte von Schwindel und Lichtblitzen mit der Stromstärke noch etwas wenigstens steigen, ohne Nachtheile herbeizuführen. Oft lassen diese Erscheinungen rasch wieder nach. Bei Personen mit sehr erregbarem Nervensysteme, insbesondere aber bei Leiden, bei welchen schon einigermaßen erhebliche Schwankungen der Blutfülle des Gehirns von üblen Folgen sein mögen, wird man im Allgemeinen gut thun, schon beim Eintritte geringer Grade der fraglichen Reizerscheinungen, insbesondere des Schwindels, mit der Steigerung des Stromes innezuhalten. Ausser dem Intensitätsgrade der genannten Reizerscheinungen ist indess noch die Art ihrer Entstehung zu berücksichtigen. Schwindel entsteht bekanntlich viel leichter bei querer Durchleitung durch die Zitzenfortsätze als bei Längsleitung des Stromes von der Stirne zum Nacken. Wenn daher bei querer Durchleitung Schwindel entsteht, so zeigt

diese Erscheinung einen geringeren Grad von Beeinflussung des Gesamthirns an als Schwindel, welcher bei Längsleitung eintritt, und man kann daher im ersteren Falle eventuell mit weniger Bedenken die Stromstärke erhöhen als im 2. Falle. Analog verhält es sich mit den Licht- und Farbenerscheinungen, welche bei Längsleitung des Stromes natürlich leichter auftreten als bei Querleitung. Im Ganzen lässt sich nach meinen Erfahrungen bei Querleitung eine etwas höhere Stromstärke anwenden als bei Längsleitung. Sehr zu berücksichtigen ist endlich das psychische Verhalten des Patienten. Bei sehr ängstlichen, nervösen Personen — insbesondere bei Kindern und Personen weiblichen Geschlechtes — wird man gut thun, überhaupt, namentlich aber in den ersten Sitzungen sich mit schwächeren Applicationen zu begnügen und erst durch einige wenn auch wenig oder gar nicht wirksame Sitzungen die vorhandene Aengstlichkeit mit ihren störenden Nebenwirkungen zu beseitigen, ehe man zu wirksameren Applicationen übergeht.

Dass man von metallischen und überhaupt von jähen Stromwendungen ganz und gar abzusehen hat, ist gegenwärtig allgemein anerkannt. Es ist ferner anerkannt, dass beim Oeffnen des Stromes unangenehme Reizerscheinungen eher vermieden werden, wenn man vorher die wirksame Stromquote herabsetzt, was durch Verringerung der eingeschalteten Elementenzahl oder der in der Nebenschliessung eingeschalteten Widerstände des Rheostaten oder durch Ueberführung der Electroden von einer befeuchteten auf eine nicht befeuchtete Hautstelle i. e. Erhöhung des Widerstandes in der Hauptschliessung des Stromes sich bewerkstelligen lässt.

2. Zeitdauer der einzelnen Sitzung.

Bezüglich der bei Galvanisation des Kopfes anzuwendenden Stromintensitäten sind z. Z. gewisse Grundsätze allgemein anerkannt. Anders verhält es sich mit der für die

einzelne Sitzung erforderlichen Zeitdauer. In diesem Punkte differiren die Meinungen der Electrotherapeuten derart, dass man bei einer Durchmusterung der bezüglichen Literatur eines wenig erbaulichen Eindruckes sich nicht erwehren kann.

Nach *Bendict*²²⁰ soll eine Application am Kopfe nie länger als $\frac{1}{2}$ Minute dauern. *Beard* und *Rockwell*²²¹ sind schon duldsamer; sie lassen $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Minuten zu. *Althaus*²²² ist noch liberaler; er gewährt für eine Sitzung 30—90 Secunden. *Erdmann*²²³ wendet den Strom 1—2 Minuten lang an. *M. Mayer*²²⁴ empfiehlt 2—3 Minuten Dauer. *Nothnagel*²²⁵ will bei Hirnhämorrhagien nie über 3 Minuten hinausgehen; *Fieber*²²⁶ ist bei cerebralen Lähmungen für eine Anwendung von 2—5 Minuten Dauer. *Rosenthal*²²⁷ hinwiederum hält einen Strom von 3—5 Minuten Dauer für nicht bedenklich. *Legros* und *Onimus*²²⁸ wenden meistens Ströme von 5—6 Minuten Dauer an. *Lettourneau*²²⁹ geht nur selten über 6 Minuten hinaus. Nach *Schiel*²³⁰ lässt sich die Galvanisation des Kopfes ohne Nachtheil 6—8 Minuten lang durchführen (ob nur bei Versuchspersonen oder auch bei Kranken, ist jedoch nicht gesagt). *Berger*²³¹ wendet den Strom vom Scheitel zur Hand oder zum Rücken gehend 5—10 Minuten lang an. *Clemens*²³² dehnt bei Anwendung von 2 seiner fusshohen Bunsen'schen Elemente oder 4 seiner grossen Daniell'schen Doppелеlemente die galvanischen Sitzungen am Kopfe ohne Nachtheil bis zur Dauer von halben Stunden aus.*)

Ich bin nicht in der Lage, für diese Meinungsverschiedenheiten eine befriedigende Erklärung beizubringen. Jedenfalls erhellt aus denselben, dass sich nur innerhalb gewisser, verhältnissmässig weiter Grenzen eine Regel für die Zeit-

*) Kaum mehr als ein historisches Interesse dürfte die Methode *Hifelsheim's*²³³ gegenwärtig beanspruchen. H. applicirte bei verschiedenen Leiden die Pole einer aus sehr kleinen und sehr schwach wirkenden Elemen-

dauer, welche die einzelne Application besitzen darf und soll, aufstellen lässt. Nach meinen eigenen Erfahrungen bemisst sich die Zeit, welche eine Sitzung gewöhnlich dauern muss und ohne Nachtheil dauern kann, auf 1—2 Minuten. Bezüglich der Verlängerung der Sitzungsdauer über die Zeit von 1 Minute gilt Alles, was ich oben bezüglich der Anwendung grösserer Stromintensitäten hervorhob. Bei Leuten mit sehr vulnerablen Gehirn dürfte es im Allgemeinen vorzuziehen sein, wenigstens anfänglich für die Sitzung eher unter als über 1 Minute zu gewähren. Hier ist, wenn man überhaupt für verlängerte Sitzungen sich entschliesst, ein Einschleichen auch bezüglich der Sitzungsdauer sehr rathsam. In anderen Fällen kann man getrost und ohne allmähliche Uebergänge den Strom 2 Minuten und wahrscheinlich auch noch länger appliciren. Ueber die Wirkungen längerer (3—6 Minuten währender) Sitzungen besitze ich keine eigene Erfahrung. Indess möchte ich gegen die Methode von L e g r o s und O n i m u s ein Bedenken äussern, zu welchem mich Beobachtungen an Thieren veranlassen; es ist bei so langer Einwirkung des Stromes möglich, dass der ursprünglich erzielte Effect in den gegentheiligen umschlägt z. B. Erweiterung an die Stelle von Contraction der Gefässe tritt.

ten bestehenden Batterie an den betreffenden Körpertheil, so auch bei Congestionen und anderen krankhaften Zuständen des Gehirns an den Kopf; die Dauer der einzelnen Applicationen schwankte von 10 Minuten bis zu einer Anzahl von Tagen (permanenter Strom Hiffelsheim's). Bezüglich der Wirkungen dieser verlängerten Applicationen vergl. D u c h e n n e De l'éctrisation localisée, 3. Aufl. 1872. S. 181. Ein dem Hiffelsheim'schen ähnliches Verfahren wurde im vorigen Decennium von N. M a y e r²³⁴ (Philadelphia) vorgeschlagen. M a y e r's Stromquelle besteht aus zu beiden Seiten des Kopfes angebrachten Säulchen, welche aus durch befeuchtete Lagen von Baumwollstoff von einander getrennten Platin- und Zinkscheibchen bestehen. Die continuirliche Anwendung der durch diese Säulchen gelieferten schwachen galvanischen Ströme soll sich bei den verschiedensten Gehirnleiden nützlich erweisen.

3. Die Wahl der Stromrichtung.

Der Mangel klarer, physiologisch begründeter Anschauungen macht sich in keinem Theile der bisher üblichen Technik der Kopfgalvanisation so auffallend bemerklich als bei der Bestimmung der im einzelnen Falle anzuwendenden Stromrichtung. Einzelne Autoren scheinen die Richtung des applicirten Stromes überhaupt für gleichgiltig zu halten. Eine grössere Anzahl dagegen ist auf rein empirischem Wege dazu gelangt, bei der Längsleitung des Stromes eine bestimmte Stromrichtung im Allgemeinen vorzuziehen oder sogar ausschliesslich zu benützen. Dass die Wirkung des längsgeleiteten Stromes je nach der Richtung desselben verschieden sei und deshalb die Wahl der Stromrichtung besondere Aufmerksamkeit erheische, findet sich nur bei Legros und Onimus klar ausgesprochen.

Nach Benedict ist bei Längsleitung des Stromes durch den Kopf der $+$ Pol an die Halswirbelsäule, der $-$ Pol an die Stirn, und zwar je nach dem Sitze der Krankheit rechts oder links zu setzen. Althaus will diese Stromrichtung nicht durchgängig angewendet haben; er glaubt, dass man sich bezüglich der Wahl der Stromrichtung am besten von den Sensationen des Patienten leiten lässt. Klagt der Patient z. B. über Gefühle von Völle, Schmerz, Schwere oder Druck an der Stirn, so hält er es für rätlich, den $+$ Pol daselbst zu appliciren. Werden solche Sensationen im Hinterhaupte empfunden, so soll der $-$ Pol an die Stirne applicirt werden. Im Uebrigen soll die Richtung gewählt werden, welche am meisten zu nützen scheint. Althaus erwähnt eines Falles von Hemiplegie, in welchem der Patient bei absteigendem Strom ($+$ Pol Stirn, $-$ Pol Nacken) nach der Application sich so leicht fühlte, als ob er fliegen könnte, während bei aufsteigendem Strome eine geringe Empfindung von Völle und Schwere im Kopfe entstand.

Fieber empfiehlt bei cerebralen Lähmungen den $+$ Pol an die Stirn, den $-$ Pol an die Halswirbelsäule stabil zu appliciren. Beard und Rockwell halten es für gewöhnlich für besser, den $+$ Pol zunächst der Stirn, den $-$ Pol zunächst dem Nacken anzubringen, geben jedoch zu, dass diese Regel viele Ausnahmen erleidet, und jeder Fall speciell zu studiren ist. Legros und Onimus placiren in den meisten Fällen den $+$ Pol an die Stirn, den $-$ Pol an den Nacken, speciell bei Hirnhämorrhagieen setzen sie den $+$ Pol an die Stirne auf der Seite der Läsion, den $-$ Pol an den Nacken. Nach Richter (Sonneberg) setzt man (wer?) den Zinkpol mit Vorliebe in möglichste Nähe des Hauptherdes der Affection. Neftel scheint die Anode auf die Augen, Stirn und Schläfen applicirt eine angenehmere und wohlthätigere Wirkung auszuüben als die Kathode. Er setzt die eine Electrode stabil an den Nacken und streicht mit der anderen langsam über Augen, Stirn und fossa auriculo-maxillaris. Nach Application der Anode wendet er noch die Kathode rasch und labil an, um alsdann wieder mit der Anode mehr anhaltend und stabil zu wirken. Die kurze Intervention der Kathode soll die Organe für die Wirkungen der Anode empfänglicher machen. Letourneau empfiehlt den $+$ Pol an den Nacken und den $-$ Pol an die Stirne zu setzen. Berger setzt bei *Tic convulsif* und *Chorea minor* die Anode auf die Scheitelregion, die Kathode an die Hand oder den Rücken.

Wie wir sehen, hat sich einer erheblichen Anzahl von Electrotherapeuten die Wahrnehmung aufgedrängt, dass die bei Längsleitung im einzelnen Falle angewandte Stromrichtung nicht ganz gleichgiltig ist; Thatsachen, wie die von Althaus mitgetheilte, konnten auch nicht wohl unbeachtet bleiben.

Indess war man bei dem Mangel einer sicheren physiologischen Basis in praxi nicht in der Lage, über ein vorsichtiges Herumprobiren hinauszukommen. Die Anleitungen,

welche Althaus und Beard und Rockwell geben, bekunden dies zur Genüge. Diese Unsicherheit dürfte künftig wenigstens zum Theil beseitigt werden, wenn man berücksichtigt, was meine Versuche gelehrt haben. Man wird alsdann in Fällen, in welchen man die arterielle Zufuhr allgemein oder local zu beschränken, den Stoffumsatz im Gehirne herabzusetzen Anlass hat, den absteigenden, wo man die arterielle Blutzufuhr vermehren, den Stoffumsatz anregen will, den aufsteigenden Strom anwenden. Hiemit ist natürlich nicht allen bei Gehirnleiden vorhandenen Indicationen Genüge geleistet. In vielen Fällen ist weder Verringerung noch Vermehrung der Blutfülle des Gehirns das den therapeutischen Erfolg bedingende Moment, sondern mehr die Wiederherstellung der normalen Erregbarkeit der Gefässnerven und Centren, des Tonus der Gefässe. Es handelt sich, wenn man will, um eine Heilgymnastik der Gehirngefässe, und diese lässt sich bewirken, indem man — allerdings nicht unmittelbar hintereinander — den Strom abwechselnd zuerst in der einen und dann in der anderen Richtung durch den Kopf leitet. Von Neftel ist dies schon bisher geschehen, wie wir sahen. Oesters hat man bisher denselben Zweck vielleicht auf anderem Wege zu erreichen gesucht, nämlich indem man abwechselnd längs und quer durch den Kopf den Strom durchleitete.

Bei Entscheidung der Frage, ob man im einzelnen Falle den Strom ausschliesslich oder vorzugsweise in der Längs- oder Querrichtung durch den Kopf zu leiten habe, wurde bisher hauptsächlich die Localisation des Leidens in Rechnung gezogen. So bemerkt Benedict: »Ob man den Pol rechts oder links an der Stirne ansetzt einerseits, oder ob man andererseits quer durch die proc. mast. oder die Schläfen den Strom leitet, hängt von der Localisation des Leidens ab. Der Länge nach durch den Kopf wird galvanisirt,

wenn man Ursache hat, den Process in die Hemisphären oder Centralganglien und theilweise in die Gehirnnachse zu verlegen, und der Ansatzpunkt an einem oder anderen Stirnhöcker hängt davon ab. ob man den Sitz des Leidens in der einen oder anderen Gehirnhälfte sucht. Durch die processus mastoidei wird galvanisirt, wenn der Process in der hintern Schädelgrube, durch die Schläfe, wenn die Krankheit in die vordere Schädelgrube zu verlegen ist.« Nach Althaus kann man, wenn man den Strom durch die ganze Gehirnmasse senden will, von 3 Applicationsmethoden Gebrauch machen, nämlich 1) einen Pol an die Stirn, den anderen an das Hinterhaupt, 2) einen an die rechte und den andern an die linke Schläfe, 3) einen Pol an den rechten, den anderen an den linken Zitzenfortsatz setzen. Will man dagegen nur eine Hemisphäre galvanisiren, so ist es am besten, einen Pol über die Augenbrauen, den anderen in die Nähe des proc. mast. der gleichen Seite zu appliciren. Beard und Rockwell bemerken, dass der Kopf in verschiedener Weise electricisirt werden könne, je nach dem vermuthlichen Sitze der Krankheit. Um die Basis des Gehirns zu afficiren, müsse man die Electroden an die proc. mastoid. setzen. Nothnagel dagegen äussert sich dahin, dass es von geringerer Bedeutung scheine, ob man bei Hirnhämorrhagie die Electroden an die beiden process. mastoid. oder an einen derselben und die Stirn, beziehungsweise den Nacken applicire.

Letztere Ansicht dürfte nun keineswegs aufrecht zu erhalten sein. Wenn man die therapeutischen Leistungen des Stromes ausschliesslich oder in erster Linie von einer directen Einwirkung desselben auf die Gehirntheile, welche er durchfließt, beziehungsweise auf die Gefässnerven der betreffenden Theile abhängig erachtet, so wird man zugeben müssen, dass bei umschriebenem Sitze der Erkrankung diejenige Applicationsweise vorzuziehen ist, bei welcher der erkrankte Theil von den beträchtlichsten Stromschleifen erreicht wird. Man

hat alsdann lediglich den durch Burkhardt's und von Ziemssen's Versuche erwiesenen Satz zu berücksichtigen, dass in der geraden Linie zwischen den beiden Polen die Zweigströme die grösste Dichtigkeit besitzen. Obige Annahme ist jedoch keineswegs die einzige zur Zeit mögliche oder gerechtfertigte. Nach dem augenblicklichen Stande der Untersuchung ist es zum Mindesten ebenso wahrscheinlich, wenn nicht wahrscheinlicher, dass die Einwirkung des Stromes auf die Ernährungsvorgänge im Gehirne — und hiemit dessen therapeutische Arbeit — in der Hauptsache keine directe ist, sondern durch Beeinflussung der vasomotorischen Centren bewerkstelligt wird. Auch bei dieser letzteren Voraussetzung erscheint es durchaus nicht gleichgültig, an welche Stellen man die Electroden applicirt. Ich halte es auf den Grund derselben für das vorerst Rätlichste, bei umschriebenen Krankheitsherden Applicationsweisen zu wählen, bei welchen neben einer kräftigen directen Beeinflussung der erkrankten Partien auch eine solche der vasomotorischen Centren in der medulla oblongata (und wenn möglich im Halsmarke) erzielt wird.

Eine kräftige Einwirkung auf die vasomotorischen Centren ist, wie bereits bemerkt wurde, sowohl bei Längsleitung von der Stirne zum Nacken, als bei Querleitung des Stromes insbesondere durch die proc. mast. möglich. Ob nun bei diffusen Gehirnleiden die eine oder die andere Stromrichtung den Vorzug verdient, für die Entscheidung dieser Frage gewähren die derzeit vorliegenden therapeutischen Erfahrungen keine sicheren Anhaltspunkte. Nach meinen experimentellen Erfahrungen ist die Annahme nicht abzuweisen, dass die Wirkung quergeleiteter Ströme auf die Circulationsvorgänge in beiden Hirnhälften eine ungleiche ist. Von der Anwendung quergeleiteter Ströme wird man daher absehen müssen, wo es sich darum handelt, die

Circulationsverhältnisse im Gesammthirn gleichmässig zu beeinflussen; die Erfüllung dieser Indication wird allein dem längsgeleiteten Strom möglich sein. In praxi scheint man auch bei diffusen Gehirnstörungen bisher die Längsleitung des Stromes entschieden bevorzugt zu haben. *) Dagegen wird bei umschriebenen Krankheitsherden die Querleitung oft mit der Längsleitung concurriren können, bei Krankheitsprocessen in der hinteren Schädelgrube und an der Basis des Gehirns die Querleitung durch die proc. mast. sogar vorzuziehen sein, weil hiebei (namentlich in Anbetracht der Nähe der als guter Stromleiter fungirenden beiden Gefässe, Carotis int. und jugul. int.) in gleicher Weise die Möglichkeit gegeben ist, den erkrankten Theil durch Stromschleifen direct zu beeinflussen, wie auf die vasomotorischen Apparate im verlängerten Marke einzuwirken. **) Die Stromrichtung wird man künftighin bei Anwendung der Querleitung nicht mehr, wie es bisher nahezu allgemein geschehen, als irrelevant betrachten dürfen. Man wird nicht bloss den Sitz, sondern auch die Art der Erkrankung und die vorhandene Indication — ob Vermehrung oder Verringerung der Blutfülle in der erkrankten Hirnpartie — in Erwägung ziehen müssen und je nachdem die Anode oder die Kathode an der Seite des Krank-

*) Einzelne Autoren, so z. B. Legros und Onimus, Fieber, M. Mayer gedenken der Anwendung quergeleiteter Ströme bei Behandlung von Gehirnleiden überhaupt nicht.

**) Remak³³⁵ bemerkt, dass sich ihm in den selteneren Hemiplegien, bei welchen nach Beschaffenheit der Symptome ein Extravasat in der Hirnrinde oder an der Oberfläche desselben wahrscheinlich war, die galvanische Behandlung des grossen Gehirns am nützlichsten erwies, während bei denjenigen Lähmungen, welche auf die Basis des Seitenventrikels, auf das kleine Gehirn oder die Brücke zurückgeführt werden mussten, die Anwendung des Stromes auf das Hinterhaupt und den Nacken die deutlichsten Wirkungen offenbarte.

heitssitzes anzubringen haben. Wo z. Beisp. eine Erkrankung der rechten Hirnhälfte vorliegt und man in dieser eine Herabsetzung der Circulationsvorgänge herbeizuführen wünscht, wird man den — Pol rechts appliciren, wenn man eine Beschleunigung der Circulation anstrebt, den + Pol, und so mutatis mutandis bei Erkrankungen der linken Hirnhälfte.

Erfahrungen am Menschen, welche zu Gunsten der von mir im Vorstehenden entwickelten Grundsätze bezüglich der Wahl der Stromrichtung sprechen, mangeln nicht.

Man hat bei Leitung constanter Ströme längs durch den Kopf Erscheinungen beobachtet, die einander diametral entgegengesetzte Wirkungen auf die Circulation im Gehirne voraussetzen, nämlich einerseits Schlafbedürfniss oder Schlaf, also einen Zustand des Gehirns, der mit verringerter Circulation in demselben einhergeht, andererseits mehr minder heftige Congestionen nach dem Gehirne. Um nur einige Beispiele anzuführen, so erwähnt Hiffelshcim einen Fall, in welchem auf Durchleitung des constanten Stromes von 6 Daniell'schen Elementen von der Stirn zum Nacken (wo + Pol und — Pol, ist nicht angegeben) heftige Congestion und Betäubung und nach kurzer Zeit eine leichte Hämorrhagic eintrat. *) Andererseits berichten Legros und Onimus von zwei Fällen, von welchen in dem einen während, in dem anderen unmittelbar nach der Durchleitung eines absteigenden Stromes Schlaf eintrat. Man kann doch kaum annehmen, dass so verschiedene Wirkungen durch Ströme producirt werden, welche die gleichen Centralorgane in gleicher Richtung durchfließen. Wenn ferner ein Hemiplegiker, wie dies Althaus beobachtete, bei Anwendung des absteigenden Stromes sich so leicht fühlte, als könnte er fliegen,

*) Die Richtigkeit der letzteren Behauptung wollen wir dahingestellt sein lassen.

beim aufsteigenden Strome dagegen Völle und Schwere im Kopfe empfand, so spricht dies wohl direct dafür, dass die beiden Stromrichtungen die Circulationsvorgänge im Gehirne in verschiedener Weise beeinflussen.

Reichlicher und entschiedener sind die Erfahrungen, welche unserer Anschauung bezüglich des Unterschiedes in der Wirkung beider Pole bei quergeleiteten Strömen zur Seite stehen. Von Brenner wurde bereits aus der Art der Entstehung des galvanischen Schwindels und den zahlreichen therapeutischen Erfahrungen, die er bei Behandlung nervöser Gehörstörungen durch Application der einen oder der anderen Electrode an den Kopf gesammelt hatte, geschlossen, dass eine Verschiedenheit in der Wirkung beider Pole auf das Gehirn vorhanden sein müsse. Hitzig wies alsdann des Genaueren nach, dass bei querer Durchleitung des Stromes durch den Kopf die Richtung der Scheinbewegung der Objecte wie der Schwankungen des Körpers und der Zwangsbewegungen der Bulbi mit einer Gesetzmässigkeit, welche nichts zu wünschen übrig lässt, davon abhängt, welche Electrode rechts und welche links applicirt wird, und ob der Schliessungs- oder Oeffnungsreiz einwirkt. »Aus diesem Verhalten«, sagt Hitzig, »geht mit absoluter Sicherheit hervor, dass ein Gegensatz in der Wirkung beider Electroden, wie er schärfer nicht gedacht werden kann, vorhanden ist«. Dass dieser Gegensatz auch in der Therapie Berücksichtigung finden muss, wird von Niemand ernstlich bestritten werden können.

A N H A N G.

Bemerkungen über die therapeutische Verwerthbarkeit der Faradisation des Kopfes.

Der Anwendung des inducirten Stromes am Kopfe stehen heutigen Tages noch mancherlei Vorurtheile entgegen. Die grosse Mehrzahl der Electrotherapeuten hält den Inductionsstrom für nicht geeignet zu centralen Applicationen am Kopfe, einerseits weil bei Anwendung solcher nur in seltenen Fällen jene Reizerscheinungen, (Lichtblitze, Schwindel, etc.) eintreten, welche der constante Strom schon bei geringer Intensität gewöhnlich hervorruft, andrerseits weil man dem inducirten Strome überhaupt das Vermögen abspricht auf die Ernährungsverhältnisse tieferliegender Theile einzuwirken. Indess sind diese Argumente nicht stichhaltig. Es ist durch Erb's Versuche nachgewiesen, dass bei Application inducirter Ströme am Kopfe, ebenso wie bei der constanten Ströme Stromschleifen das Gehirn durchziehen; aus meinen Versuchen erhellt, dass man durch Faradisation des Kopfes die Cirkulationsvorgänge im Innern der Schädelhöhle zu beeinflussen im Stande ist. Endlich liegt eine Reihe therapeutischer Erfahrungen vor, nach welchen man dem am Kopfe applicirten Inductionsstrom eine Einwirkung auf pathologische Zustände der Organe der Schädelhöhle nicht absprechen kann. Wie Erb²³⁶ und Benedict²³⁷ konnte ich mich des öfteren davon überzeugen, dass der Inductionsstrom insbesondere vermittelt der befeuchteten Hand am Kopfe applicirt bei intensiven Kopfschmerzen bedeutende Linderung herbeizuführen im Stande ist. Bei Migräne haben Frommhold,²³⁸ Fieber,²³⁹ Benedict,²⁴⁰ Beard und Rock-

well²⁴¹ günstige Erfolge von der Faradisation des Kopfes gesehen. Auch bei neuralgischen Affectionen des Kopfes, insbesondere Anämischer und Hysterischer, und bei Schlaflosigkeit, leistet das Verfahren öfters gute Dienste. (Benedict, eigene Beobachtung). Beard und Rockwell²⁴² sahen in einem Falle von Neuralgie des Kopfes, begleitet von Gesichtsschwäche und Schwindel, fast vollständige Heilung bei Anwendung der Faradisation am Kopfe eintreten. Ferner sind die oft sehr bemerkenswerthen Erfolge der allgemeinen Faradisation jedenfalls zum Theil auch auf Rechnung der Faradisation des Kopfes zu setzen. Berücksichtigt man endlich den Umstand, dass diese Procedur gewöhnlich nicht die lästigen Nebenwirkungen der Galvanisation des Kopfes hervorruft und bei Anwendung mässiger Ströme sicher minder leicht als letzere unangenehme oder üble Zufälle veranlasst, so besteht kein Grund, wesshalb der Faradisation des Kopfes nicht ein etwas grösseres Wirkungsfeld als bisher zugewiesen werden sollte. Nach meinen experimentellen und therapeutischen Erfahrungen dürfte diese Procedur ausser bei den erwähnten Leiden insbesondere bei gesunkener Ernährung des Gehirns, bei Zuständen von Erschöpfung und Energielosigkeit dieses Organs erfolgreiche Anwendung finden.

Von Seiten der Irrenärzte wurde bisher bei derartigen Störungen öfters von der peripheren Faradisation und zwar mit sehr intensiven Strömen Gebrauch gemacht. Von der Anwendung solcher Ströme am Kopfe ist natürlich abzusehen; mässige Intensität des applicirten Stromes bei längerer Sitzungsdauer (10—15 Minuten) Application vermittelt der befeuchteten Hand oder befeuchteter Electroden dürfte am zweckdienlichsten sich erweisen.

LITERATUR-VERZEICHNISS.

1. Friedrich Ludwig Augustin. Versuch einer vollständigen system. Geschichte der galvanischen Electricität und ihrer medicin. Anwendung. Berlin 1803. S. 217. Vergl. auch des gleichen Autors Schrift: Vom Galvanismus und dessen medicin. Anwend. Berlin 1801. S. 59.
2. Creve (Professor zu Mainz). Vom Metallreiz, einem neuen Prüfungsmittel des wahren Todes. Leipzig 1796.
3. Behrends. Dissertatio, qua demonstratur cor nervis carere. Mogunt. 1792.
4. Reil. Grens Journal der Physik, 1793. VI. Bd. S. 414.
5. Hufeland. Aufklärung der Arzneiwissensch. Jena 1793. 1. Band.
6. Humbold. Versuch über die gereizte Muskel- u. Nervenfasern. 1797. 2. Band.
7. Augustin. S. die oben citirten Werke.
8. Bischoff. Dissertatio inaug. med. De usu galvanismi in arte medica. Jenae 1801.
9. Hellwag-Jacobi. Erfahrungen über die Heilkräfte des Galvanismus und Betrachtungen über dessen chemische und physiol. Wirkungen mitgetheilt von Chr. F. Hellwag Dr. etc. u. Beobachtungen bei der medicin. Anwendung der Voltaischen Säule v. M. Jacobi. Hamburg 1802.
10. Grapengiesser. Versuch den Galvanismus zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden. Berlin 1801. S. 88.
11. l. c. S. 100.
12. l. c. S. 93.
13. Augustin, Versuch einer vollständ. systematisch. Gesch. S. 125.
14. Aldini. Essai théorique et experimental sur le galvanisme. Paris 1804. Ein Auszug dieses, eine Reihe interessanter Beobachtungen enthaltenden Werkes findet sich in van Holsbeck's Compendium d'électricité médicale. 2^{me} ed. 1861. S. 83—96.
15. Sundelin. Anleitung zur medicin. Anwendung der Elec-

- tricität u. des Galvanismus. Berlin 1822.
16. Moßt. Ueber die grossen Heilkräfte des in unseren Tagen mit Unrecht vernachlässigten Galvanismus. Lüneburg 1823.
17. l. c. S. 24.
18. Fabré-Palapat. Du galvanisme appliqué à la médecine. Paris 1828. Uebersetzung von Labeaume's Werk: on galvanism with observations etc. Lond. 1828.
19. Remak. Dessen Hauptwerk: Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten. Berlin 1858. Ausserdem Aufsätze in verschiedenen Journalen.
20. Galvanotherapie. S. 222 und 289.
21. l. c. S. 224 und 447.
22. l. c. S. 74.
23. l. c. S. 136.
24. l. c. S. 139.
25. l. c. S. 263.
26. Ziemssen. Die Electricität in der Medicin. 3. Auflage. 1866.
27. Electricität in der Medicin. 4. Aufl. 1. Theil. S. 140.
28. Erb. Deutsches Arch. für klin. Medicin. 3. Bd. S. 238.
29. Brenner. Untersuchungen und Beobachtungen auf dem Gebiete der Electrotherapie. Leipzig 1868—69 2. Band. S. 79.
30. l. c. 1. Band. S. 76.
31. l. c. 1. Band. S. 68.
32. l. c. 2. Band. S. 136.
33. l. c. 2. Band. S. 138 u. f.
34. l. c. 2. Band. S. 143.
35. Moritz Meyer. Die Electricität in ihrer Anwend. auf praktische Medicin. 1. Aufl. 1854. 3. Aufl. 1868.
36. 3. Aufl. S. 317.
37. Friedrich Fieber. Compendium der Electrotherapie. Wien 1869.
38. l. c. S. 39—40.
39. Althaus. A treatise on medical electricity. 2. Auflage. 1869. S. 130.
40. l. c. S. 446.
41. l. c. S. 457.
42. Beard und Rockwell. Practical treatise on the uses of electricity etc. Deutsche Ausgabe v. R. Väter. Prag 1873.
43. l. c. S. 126.
44. l. c. S. 65, 220 und 228.
45. l. c. S. 354.
46. Arndt. Archiv f. Psychiatrie u. Nervenkrht. 2. Bd. S. 328.
47. l. c. S. 336.
48. Hitzig. Reichert u. Dubois-Reymonds Archiv. 1871. Heft 5 und 6 und Untersuchungen über das Gehirn. S. 196.
49. Untersuch. über das Gehirn. S. 210 u. 249.
50. Wundt. Grundzüge d. physiologischen Psychologie. 1874. S. 209.
51. Unters. S. 261.
52. Unters. S. 244.
53. Hitzig. v. Ziemssens Handb. XI. 1. 2. Auflage. S. 1086.

54. Legros u. Onimus, *Traité d'électricité médicale*. Paris. 1872. S. 502. s. auch 192.
55. l. c. S. 300.
56. l. c. S. 281.
57. l. c. S. 181.
58. l. c. S. 189.
59. Rosenthal. *Electrotherapie*. 2. Aufl. 1873. S. 86 u. 161.
60. Benedict. *Nervenpathologie u. Electrotherapie*. 1874. S. 117.
61. Benedict. *Electrotherapie*. 1868. S. 61.
62. *Nervenpatholog. u. Electrother.* 1874. S. 44.
69. l. c. 1874. S. 85.
70. l. c. 1874. S. 77, 78.
71. Richter. Ueber *Gehirnaffectio-*nen u. deren Behandlung. *Schmitts medicin. Jahrbüch.* 1873. Nr. 7. S. 73.
72. Runge. *Deutsch. Arch. für klin. Medicin.* 13. Band. S. 345. 1874.
73. Emminghaus. *Archiv für Psych. u. Nervenkrankheit.* Band IV. S. 559.
74. Hinze. *Petersburger med. Zeitschr., neue Folge.* V. Jahrg. 1875. S. 295. Mir nur in dem Referate in den *Virchow-Hirsch'schen Jahresberichten* zugänglich.
75. Breuer. *Separatabdruck aus den W. medicin. Jahrbüch.* 1. Heft. 1874.
76. Hitzig. *Untersuch. über das Gehirn.* S. 252.
77. Erdmann. *Die Anwend. der Electricität in der prakti-* schen Medicin. 4. Auflage. 1877.
78. Nothnagel. v. *Ziemssens Handb. XI.* 1. Hälft. 2. Aufl. S. 167.
79. Nefel. *Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh.* 8. Band. 2. Hcft. S. 426.
80. Eulenburg. *Lehrbuch der Nervenkrankh.* 2. Auflage. 2. Theil. 1878. S. 554.
81. Clemens. Ueber die *Heilwirkungen der Electricität.* 10. Lieferung. S. 657 u. f.
82. Letourneau. *Gazette hebdomadaire.* 1878. 20. Sept. S. 602 u. f.
83. Letourneau. *Gaz. hebdom.* 3. Oct. 1879. Nr. 40.
84. Berger. *Erlenmeyers Centralbl. für Nervenheilkunde.* 10. Nov. 1879. S. 220.
85. Schiel. *Deutsch. Arch. für klin. Med.* 27. Bd. S. 241.
86. Ritter. *Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensproceess begleitet.* Weimar. 1798. S. auch *Augustin. Vers. einer vollst. system. Gesch. der galvan. Electr.* S. 135 u. f. *Gilberts Annalen.* Bd. VII. 1801 u. Bd. XIX. 1805 u. a. O.
87. Grapengiesser l. c. S. 67 ff.
88. Purkinje. *Beobachtungen u. Versuche zur Physiologie d. Sinne.* Beiträgez. *Kenntniss des Sehens in subjectiver Hinsicht.* 1. Bändch. 2. Aufl. 1823. 2. Bändch. 1825.

89. Helmholtz. Handbuch der physiolog. Optik. 1867. p. 204 u. f.
90. Brunner. Ein Beitrag zur electricischen Reizung des Nervus opticus. Leipzig 1863.
91. Brenner. Untersuchungen u. Beobacht. auf dem Geb. der Electrotherapie. 1. Bd. 1. Abth. 1868. S. 67 u. f.
92. Nefel. Archiv für Psychiatrie u. Nervenkrankh. 8. Bd. 2. Heft. 1878. S. 420 ff.
93. Benedict. Nervenpathol. u. Electrother. 1874. S. 118.
94. Hellwag-Jacobi l. c. S. 148 u. f.
95. Duchenne, de l'électrisation localisée. II. Aufl. S. 22. 3. Aufl. 1872. S. 23.
96. Rosenthal. Electricitätslehre für Mediciner. 2. Auflage. p. 194. Onimns, des differences d'action physiologique entre l'extra-courant et les courants induits et entre les courants induits de la même bobine, selon la nature du fil métallique; Jourde l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques. 1874. S. 149 ff.
97. Benedict. Medicin. chirurg. Rundschau 1864. Beobachtung 47. S. 92.
98. Althaus. l. c. S. 516.
99. Berger l. c. Erlenmeyers Centr. Blatt.
100. Duchenne d'electrisat. localisée. 3. Aufl. 1872. S. 15.
101. Benedict. Electrotherapie 1868 u. Nervenpathol. u. Electrother. 1874. S. 118.
102. Brenner. l. c. 2. Band. 1869. S. 137.
103. Rosenthal. Electrotherap. 2, Aufl. 1873. S. 86.
104. Fritsch und Hitzig. Ueber die electricische Erregbark. des Grosshirns. Reicherts u. Dubois-Reymonds Arch. 1870. Heft 3. Abgedruckt in den Unters. über das Gehirn. Berlin 1874. S. 1.
105. Unters. S. 11.
106. Schiff. Lezioni di Fisiologia sperimentale sul sistema nervoso encephalico. 1873. Theilweise übersetzt in dem Archiv für experim. Pathologie und Pharmacie. 3. Band. S. 178 u. f.
107. Wundt. Grundzüge der physiologischen Psychologie 1874. S. 168.
108. Hermann. Pflügers Arch. Band X.
109. Braun. Eckhards Beiträge zur Anatomie u. Physiologie. 1874. VII. 2.
110. Külz. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1875. Nr. 26.
111. Fürstner. Archiv für Psychiatrie u. Nervenkrankh. Band VI. S. 719.
112. Obersteiner. Wiener med. Jahrb. 1878. 2. Heft.
113. Eulenburg und Landois. Centralbl. f. die medicin. Wissensch. Nr. 15. 1876. Virchows Archiv. 66. Bd.

- S. 489 und 68. Band S. 245.
114. Langendorff. Centralbl. f. d. med. Wissensch. Nr. 53. 1876.
115. Soltmann. Jahrb. f. Kinderheilk. IX. 2. 1875.
116. Carville und Duret. Gaz. méd. de Paris 1874. Nr. 2 u. f. Arch. de physiol. norm. et path. Nr. 3 n. 4. 1875. u. a. a. O.
117. Dupuy. Examen de quelques points de la physiologie du cerveau. Paris 1873. Gaz. méd. de Paris. 1875. S. 376. Boston med. and surg. Journ. Nr. 14. 1876 u. a. a. O.
118. Bochefontaine. Archiv de physiol. norm. et pathol. 2. Ser. III. 1876. Gaz. méd. de Paris 1876. Nr. 33. 1875. Nr. 31, 45 u. a. a. O.
119. Lépine u. Bochefontaine. Arch. de physiol. norm. et path. 1876. l. c. u. a. a. O.
120. Franck u. Pitres. Gaz. heb. Nr. 1. 1878.
121. Couty. Arch. de physiolog. norm. et pathol. Nr. 16. p. 793. 1879.
122. Ferrier. Dessen Hauptwerk The functions of the brain. Deutsche Uebersetzung v. Obersteiner. 1879. enthält S. 151 eine Zusammenstell. der früheren Publicationen Ferriers über die das Gehirn betr. Untersuchungen dieses Forschers.
123. Burdon Sanderson. Centr. Blatt für die medicinische Wissensch. Nr. 33. 1874.
124. Mc. Kendrick. Edinburgh med. Journ. Febr. 1874.
125. Beard. (Arch. of Electrology and Neurology. May 1874.)
126. Putnam. Boston med. and surg. Journ. July 16. 1874.
127. Lautenbach. Amer. Journ. of the med. Science. Oct. 1877.
128. Lussana u. Lemoigne. Lo Sperimentale. 39. Bd. April 1877.
129. Luciani u. Tamburini. Riv. speriment. di Freniatria et di Med. leg. 1878. p. 69 u. 225.
130. Albertoni u. Michieli. Sui centri cerebrali di movimento. Lo Sperimentale. Febr. 1876.
131. Bufalini. Rendiconti della ricerche sperimentali nell instit. fisiolog. dell univers. di Siena. 1879.
132. Marcacci. Ref. in Schmitts med. Jahrb. Heft 3. 1877. S. 224.
133. Balogh. Untersuch. über die Function der Grosshirnhemisphär. Sitz.-Ber. Die ungar. Acad. der Wissenschaft. VII.
134. Pasternacki. s. Referat in Virchow-Hirschs Jahresberichten. 1876. Bd. I. 1. Abtheil. S. 234.
135. Hitzig. Unters. S. 10.

136. Ferrier. Die Functionen d. Gehirns. D. Ausg. S. 142.
137. Ferrier l. c. S. 144.
138. Hitzig. Unters. S. 14 u. 15.
139. Unters. S. 19.
140. Lussana u. Lemoigne. Lo Sperimentale. Heft 4. S. 378. 1877.
141. Unters. S. 42.
142. Schiff. Arch. f. experiment. Pathologie u. Pharmacie. 3. Bd. S. 178 u. f.
143. Unters. S. 37.
144. Lussana u. Lemoigne. Lo Sperimentale. 1877. 4. H. S. 379.
145. Ferrier l. c. S. 142.
146. Obersteiner. Wien. medic. Jahrbüch. 1878. 2. Heft. S. 273. Vergl. Fürstner Arch. f. Psych. u. Nervenkrankh. Band VI. S. 719.
147. Bartholow. Amer. Journal of the medical. Sciences. April 1874.
148. Charcot et Pitres. Revue mensuelle de méd. et de chir. 1877, 1878 u. 1879.
149. Hughlings Jackson. Clinical and physiological resarches on the nervus system.
150. Hitzig. Arch. f. Psych. u. Nervenkrankh. Band III. 2. Heft.
151. Wernher. Virchows Arch. Bd. 56. 3. Heft.
152. Hitzig. Unters. S. 22.
153. Carville et Duret. Gaz. méd. d. Paris 1874 u. Arch. phys. norm. et path. 1875. l. c.
154. Braun. Eckhards Beiträge. 1874. VII. 2.
155. Herrmann. Pflügers Arch. 1875. Heft 2.
156. Glicky. Eckhards Beiträg. VII. 3.
157. Soltmann. Jahrb. für Kinderheilk. l. c.
158. Franck u. Pitres. Gaz. hebdom. Nr. 5. 1878.
159. Glicky. l. c.
160. Soltmann. l. c.
161. Burdon-Sanderson. Centr. Bl. f. d. med. Wissensch. Nr. 33. 1874.
162. Carville u. Duret. Archiv de physiol. norm. et path. 1875. S. 456.
163. Ferrier. Funct. d. Gehirns. Deutsch. Ausg. S. 176.
164. Ferrier. l. c. S. 176.
165. Ferrier. l. c. S. 87 u. f.
166. Knoll. Eckhards Beiträge. 4. Bd. S. 133. 1869.
167. Adamück. Centr. Blatt für d. med. Wissensch. Nr. 12. 1870.
168. Ferrier. l. c. S. 87 u. f.
169. Hensen u. Völkers. Gräfe's Arch. f. Ophthalm. 24. B. Abth. I. S. 1—26.
170. Albertoni u. Michieli. Lo Speriment. Febr. 1876.
171. Ferrier. l. c. S. 108 u. f.
172. Hitzig. Untersuch. S. 261.
173. v. Ziemssen. D. Electr. in der Med. 4. Aufl. I. Hälfte. S. 35.
174. Ferrier l. c. S. 155 u. f.
175. Hitzig. Unters. S. 43.
176. Hitzig Unts. S. 244, 261 ff.

177. Ferrier l. c. S. 116 u. 117.
 178. Eckhard. In Hermann's Handbuch d. Physiologie. 2. Bd. 2. Th. S. 112 u. f.
 179. Curschmann. Deutsches Archiv für klin. Medicin. Band XII. 2.
 180. Schwahn. Eckhard's Beiträge VIII. S. 149.
 181. Ferrier l. c. S. 117.
 182. Hitzig l. c. S. 261.
 183. Rolando citirt bei Lussana u. Lemoigne. LoSperimentale. 1877. Heft 5. S. 494.
 184. Magendie. Journ. de Physiol. t. IV. p. 401.
 185. Lafargue et Longet in Longet's Anat. et Physiol. du Syst. Nerv. 1. Bd. S. 434. 435.
 186. Bernard. Leçons sur la physiologie du syst. nerv. I. p. 488.
 187. Schiff, Lehrb. der Physiol. 1858. S. 351 u. f.
 188. Renzi ann. univers. di med. Vol. 187.
 188. Lussana u. Lemoigne. LoSperiment. 1877. Heft 5. S. 495 u. f.
 189. Curchmann l. c.
 190. Althaus l. c. S. 137.
 191. Ziemssen l. c. S. 140.
 192. Rosenthal. Wien. medic. Presse. 1879. Nr. 18 u. f.
 193. Rosenthal. Arch. f. Psych. u. Nervenkr. IX. 1. Heft. 1878.
 194. Mader. Wien. medic. Wochenschrift, Nr. 28. 1879.
 195. Buzzard. Lancet. 8. Nov. 1879.
 196. Meynert. Stricker's Handb. der Lehre von d. Geweben. 2. Band. 1872. S. 785 u. f. u. S. 798.
 197. Brenner l. c. 1. Bd. 1868. S. 75.
 198. Nothnagel. Topische Diagnostik d. Gehirnkrankheiten. S. 68.
 199. Schiff. Lehrb. der Physiol. 1858. S. 325.
 200. Owsjannikow. Bericht der sächs. Gesellsch. der Wissensch. math. phys. Abth. Mai 1871.
 201. Dittmar. Ber. d. sächs. Gesellsch. l. c. XXV. S. 443. 1873.
 202. Benedict. Nervenpath. u. Electrother. 1874. S. 405.
 203. Erb. Volkmann's Samml. klin. Vorträge. Nr. 46. 1872. S. 373.
 204. Krauspe. Virchow's Arch. 59. Band. 3. u. 4. Heft. S. 472. 1874.
 205. Riegel u. Jolly. Virchow's Arch. 52. Band. 2. Heft. S. 218. 1871.
 206. Georg Fischer. Deutsches Archiv für klin. Medicin. 20. Band. 3. u. 4. Heft. S. 188 u. f.
 207. Schüller. Deutsch. Arch. f. klin. Medicin. 14. Band. S. 585.
 208. Nothnagel. Virchow's Archiv. 40. Bd. 1. u. 2. Heft. 1867. S. 203.
 209. Riegel u. Jolly l. c.
 210. Krauspe. Virch. Arch. l. c.

211. Rumpf. Vortrag, gehalten in d. Wanderversammlung der Südwestdeutschen Neurologen u. Irrenärzte in Baden 1880. Arch. f. Psych. u. Nervenkr. Bd. XI. 1. H. S. 272. 1880.
212. Nothnagel. Virch. Archiv. 40. Band. 1. c.
213. Schulz. Petersburger med. Zeitschr. XI. Hft. 2. S. 122.
214. Riegel u. Jolly. 1. c.
215. Ludwig u. Thiry. Meissner's Jahresbericht. 1864. S. 479.
216. Stricker. Wien. med. Jahrbücher. 1878. 1. Hft. S. 21.
217. Grünhagen. Berl. klin. Wochenschrift. Nr. 43. 1879.
218. Arndt. Archiv f. Psych. u. Nervenkr. 2. Bd. 2. Heft. 1870. S. 327, 328.
219. Richter. Schmitt's medic. Jahrb. 1873. 1. c.
220. Benedict. Nervenpathol. u. Electrother. S. 118.
221. Beard u. Rockwell. 1. c. S. 145.
222. Atthaus 1. c. S. 320.
223. Erdmann 1. c. S. 213.
224. M. Meyer 1. c. S. 153.
225. Nothnagel. v. Ziemssen's Handb. 11. Bd. 1. Hälfte. 2. Aufl. 1878. S. 167.
226. Fieber 1. c. S. 49.
227. Rosenthal 1. c. S. 162.
228. Legros u. Onimus 1. c. S. 502.
229. Letourneau. Gaz. hebdomadaire. 1878. S. 603.
230. Schiel. Deutsches Archiv f. klin. Medic. 27. Bd. S. 244. 1880.
231. Berger 1. c. Erlenmeyer's Centr.-Bl.
232. Clemens. Die Heilwirkungen etc. 10. Heft. S. 661.
233. Hiffelsheim. Des applications médicales de la pile de Volta. Paris 1861 u. Allgemeine Wien. med. Zeitung. 1865. Nr. 8 u. f.
234. N. Mayer. Philadelphia med. Times. May 15. 1872.
235. Remak. Oesterreich. Zeitschrift f. prakt. Heilkunde. 1863. Nr. 10.
236. Erb, v. Ziemssen's Handb. 12. Bd. 1. Hälfte. 2. Aufl. S. 134.
237. Benedict. Nervenpathologie etc. 1874. S. 124.
238. Frommhold. Electrotherapie. 1865. S. 243.
239. Fieber. 1. c. S. 120.
240. Benedict. 1. c. S. 124.
241. Beard und Rockwell. 1. c. S. 297.
242. Beard und Rockwell. 1. c. S. 315.

Berichtigungen.

Seite 41 Zeile 2 von unten ist zu lesen: Ströme statt Stoffe.
„ 103 „ 8 „ „ „ „ „ der statt die.

Untersuchungen

zur

Elektrotherapie des Rückenmarkes.

Von

Dr. L. Löwenfeld

in München.



München.

Verlag von Jos. Ant. Finsterlin.

1883.

(-)

Inhalts-Uebersicht.

I. Abschnitt.

Ueber die Treffbarkeit des Rückenmarkes durch elektrische Ströme.

1. Historisches bezüglich der Treffbarkeit des Rückenmarkes durch constante Ströme. 2. Eigene Versuche und klinische Beobachtungen. 3. Bemerkungen über die Treffbarkeit des Rückenmarkes durch Inductionsströme.

II. Abschnitt.

Untersuchungen über die directe elektrische Erregbarkeit des Rückenmarkes.

1. Historisches. 2. Eigene Untersuchungen über die Erregbarkeit des Rückenmarkes während des Lebens und nach dem Tode.

III. Abschnitt.

Untersuchungen über die Einwirkung des constanten Stromes auf die vom Rückenmarke vermittelten Reflexvorgänge.

1. Historisches. 2. Eigene Untersuchungen an Thieren. 3. Klinische Beobachtungen. 4. Experimentelle Untersuchungen an Menschen über die Einwirkung der Galvanisation des Rückens auf verschiedene vom Rückenmarke vermittelte Reflexe.

IV. Abschnitt.

Untersuchungen über die Einwirkung des constanten Stromes und peripherer faradischer Reizung auf die Circulationsvorgänge im Rückenmarke.

1. Einleitende Bemerkungen; Technik der Versuche. 2. Versuche über die Wirkungen in der Längsrichtung in das Rückenmark eingeleiteter Ströme auf die Piagefäße des Rückenmarkes. Schlüsse aus diesen Versuchen und Erklärung der Versuchsergebnisse. 3. Versuche über die Wirkung quer durch das Rückenmark geleiteter Ströme. Schlüsse aus diesen Versuchen. 4. Wirkungen der peripheren faradischen Reizung auf die Piagefäße.

V. Abschnitt.

Wirkungen der therapeutischen Galvanisation des Rückens.

1. Primäre Wirkungen. Hiebei eigene Untersuchungen über den Einfluss der Galvanisation des Rückens auf die Entstehung des Schwindels, die Temperatur der Arme und der Mundhöhle, die Circulation in der Retina, auf die Erregbarkeit der peripheren Nerven und die faradocutane Sensibilität. 2. Secundäre Wirkungen (Erfolge bei verschiedenen Erkrankungen). 3. Erklärung der Wirkungen der therapeutischen Galvanisation des Rückens.

VI. Abschnitt.

Schlussfolgerungen aus vorstehenden Untersuchungen.

VII. Abschnitt.

Die therapeutischen Wirkungen der faradischen Pinselung bei spinalen Erkrankungen.

Literatur - Verzeichniss.



Vorbemerkungen.

Die nachstehenden Untersuchungen behandeln eine beschränkte Anzahl für die Elektrotherapie der Rückenmarkskrankheiten wichtiger Themata. Ich bemühte mich in denselben vorzugsweise, den Einfluss constanter Ströme auf die Lebensvorgänge im Rückenmarke nach mehreren Richtungen hin zu studiren, ferner die Wirkungen der therapeutischen Galvanisation des Rückens genauer, als es bisher geschehen ist, zu fixiren und zusammenhängend darzustellen. Hieran anknüpfend versuchte ich zu zeigen, inwieweit sich die bisher auf physiologischem und klinischem Wege gewonnenen Erfahrungen über die Wirkungen constanter Ströme auf das Rückenmark einerseits zur Erklärung der therapeutischen Leistungen der Galvanisation des Rückens, andererseits zur weiteren Ausbildung der Methodik dieser Proceedur verwerthen lassen. Die grosse Bedeutung, welche die faradische Pinselung der Haut in der Therapie der Rückenmarkskrankheiten neuerdings erlangt hat, bestimmte mich, zum Schlusse auch meine Erfahrungen bezüglich dieser Elektrisationsmethode in Kürze mitzutheilen.

München, November 1882.

Dr. L. Löwenfeld.

I. Abschnitt.

Ueber die Treffbarkeit des Rückenmarkes durch elektrische Ströme.

Dem Arzte, welcher den elektrischen Strom am Rücken applicirt, in der Absicht, auf das erkrankte Rückenmark einzuwirken, muss sich vor Allem die Frage aufdrängen, ob es denn möglich ist, in das genannte Organ wirksame Ströme einzuleiten. Diese Frage ist eine um so berechtigtere, als man a priori annehmen kann, dass einerseits die bedeutenden das Rückenmark umhüllenden Muskelmassen für den Strom sich als gute Leiter darbieten, andererseits die dasselbe zunächst umgebende Knochenkapsel dem Durchgange des Stromes bedeutenden Widerstand leistet. Remak,¹⁾ welcher zuerst die Galvanisation des Rückens methodisch anwendete, glaubte auf Grund seiner therapeutischen Erfahrungen diese Frage ohne Weiteres bejahen und die Möglichkeit einer günstigen katalytischen Einwirkung auf einzelne Theile des Rückenmarkes annehmen zu dürfen. Diese Annahme Remak's wurde von v. Ziemssen bekämpft. V. Ziemssen²⁾ vertrat bis zum Jahre 1866 die Ansicht, dass die Centralorgane des Nervensystems dem galvanischen Strome bei Anwendung mässiger Intensitäten nicht zugänglich seien, ausser durch Reizung der peripheren Endigungen sensibler oder Sinnesnerven, und dass von einer direkten katalytischen Einwirkung auf das Rückenmark nicht die Rede sein könne, wenn man nicht den sicheren Boden der That-sachen verlassen wolle. Der Widerspruch einer so gewichtigen Autorität gegen die Angaben Remak's bestimmte Erb, zunächst die hier in Betracht kommenden Verhältnisse einer Prüfung zu unterziehen. Erb³⁾ kam zu dem Schlusse, dass die Wirbelsäule in ihrer Gesamtmasse dem Durchgange des Stromes keinen sonderlichen Widerstand biete, da einerseits die Knochen derselben wegen ihres beträchtlichen Wassergehalts

und ihrer spongiösen Beschaffenheit, andererseits die die Lücken zwischen den einzelnen Wirbeln ausfüllenden Massen (Blutgefässe, Nerven, Bindegewebsmassen etc.) relativ gute Leiter repräsentiren. Der Nachtheil, der andererseits durch die Nähe gut leitender Muskelmassen und die hiedurch bedingte Ableitung bedeutender Stromquoten gegeben sei, bemerkt E., lasse sich durch Verstärkung der anzuwendenden Ströme wieder ausgleichen. Um jedoch die Frage über das Bereich des theoretischen Raisonnements hinaus zu fördern, wurden von Erb auch Versuche an der Leiche sowohl als am Lebenden angestellt. Der Versuch an der Leiche gestaltete sich folgendermassen:

An einer — schon secirten — Leiche wird der Körper des siebenten Halswirbels und der drei ersten Brustwirbel entfernt; die Dura mater spinalis an dieser Stelle weggeschnitten und das Rückenmark blossgelegt, Alles soviel wie möglich abgetrocknet. Auf das Rückenmark der Nerv. ischiad. eines im Uebrigen wohl isolirten Froschpräparats gelegt. Die Anode wird am Proc. mastoid. die Kathode am sechsten Brustwirbel aufgesetzt; Strom von 24 Elementen mit 3—4 Mm. Wasser eingeschaltet (verhältnissmässig schwacher Strom).

Deutliche Zuckung des Präparats beim Oeffnen und Schliessen der Kette. Diese Zuckungen werden stärker, wenn ich die Anode unmittelbar der Stelle entsprechend aufsetze, wo der Froschnerv liegt, und dabei die Kathode weiter unten am Rücken aufsetze. Ein in der Nähe, auf das Halsbindegewebe gleichzeitig aufgelegtes Froschpräparat zuckt dabei nicht oder schwächer als das dem Rückenmark aufliegende.

„Dieser Versuch beweist allerdings“, hebt Erb selbst hervor, „nicht mit absoluter Sicherheit die Möglichkeit des Galvanisirens des Rückenmarks am Lebenden, denn einmal war die Leiche schon secirt und dadurch dem Strome eine gewisse Menge gut leitenden Gewebes entzogen, und dann lässt sich auch am Rückenmarke nicht leicht eine solche Versuchsanordnung treffen, welche das Eindringen von Stromschleifen durch oberflächliche Flüssigkeitsschichten mit Sicherheit ausschliessen liesse.“ Dagegen glaubte Erb am Lebenden mit einiger Sicherheit den Beweis führen zu können, dass der galvanische Strom in den Rückgratcanal eindringe und die hier befindlichen Gebilde erzeuge. Dieser Beweis sollte durch folgenden Versuch geliefert werden. Er setzte einer Versuchsperson eine grosse Elektrode auf die Gegend der ersten Brustwirbel, die andere quer über die Gegend des zweiten bis dritten Lendenwirbelndornfortsatzes und liess einen Strom von 24 Stöhrer'schen Elementen durchgehen. Wurde die Stromrichtung im metallischen Stromwender rasch geändert, so entstanden hier jedes Mal

Zuckungen in den vom nerv. ischiad. versorgten Muskeln an der hinteren Seite des Oberschenkels, welche Contractionen bezüglich ihrer Stärke bei verschiedener Stromrichtung sich dem Zuckungsgesetze entsprechend verhielten. Nach mehreren Stromwendungen traten auch nach einfachen Unterbrechungen des Stromes Zuckungen in den genannten Muskeln ein und zwar constant die Schliessungszuckung des absteigenden Stromes, selten dagegen und nur nach längerer stabiler Einwirkung des Stromes, die Oeffnungszuckung des aufsteigenden Stromes. Erb schliesst, dass die hier unzweifelhaft stattfindende galvanische Reizung des nerv. ischiad. in Anbetracht der Applicationsstelle der unteren Elektrode (Höhe des zweiten bis dritten Lendenwirbels, woselbst das Ende des Rückenmarkes sich befindet und die den plexus ischiadicus bildenden Nerven nach abwärts verlaufen) innerhalb der Rückgratshöhle stattfindet. Die Richtigkeit dieser Annahme wurde auch durch Controlversuche, in welchen die Elektroden auf dem Nerven nähere, aber vom Rückgratscanal entferntere Stellen aufgesetzt wurden, nachgewiesen; es ergab sich in diesen Versuchen, dass die durch Stromschleifen zum ausserhalb des Rückgratscanals verlaufenden Abschnitte des nerv. ischiad. zu erzeugenden Zuckungen jedenfalls schwächer sind als die vom Rücken aus hervorgerufenen.

Der Erb'sche Versuch am Lebenden wurde von Brenner⁴⁾ an vielen Personen wiederholt und das von Erb Beobachtete vollkommen bestätigt. Bei jedem beliebigen Individuum, bemerkt Br., gelingt der Versuch nicht. Br. erwähnt ferner eines Versuches, welcher eine Art Ergänzung zu dem Erb'schen Experimente darstellt und ebenfalls für das Eindringen von Stromschleifen in die Rückgratshöhle spricht. Es wird hiebei der constante Strom am Rücken applicirt und die Stellung der Elektroden wie im Erb'schen Versuche gewählt. Wird der Strom in absteigender Richtung geschlossen, so entstehen mehr oder weniger deutliche excentrische Sensationen im Unterschenkel, der Fusssohle und den Zehen; bei aufsteigender Stromrichtung sind diese Sensationen minder deutlich, oder sie bleiben auch ganz aus. Bei Belassung der Kathode über den Lendenwirbeln können die genannten Empfindungen auch bei gewissen anderen Stellungen der Anode, z. B. auf dem Nacken, den mittleren Brustwirbeln, selbst bei Applicirung auf von der Wirbelsäule entfernte Punkte hervorgerufen werden. „Diese Erscheinungen gestalten sich bei verschiedenen Personen nicht ganz gleichmässig, und bei Vielen gelingt dieser Versuch überhaupt nicht. Oefter und deutlicher gelingt dieser Versuch mit inducirten Strömen und auch hier ist die excentrische Empfindung sicherer hervorzurufen und intensiver, wenn die Kathode (der Oeffnungsströme) den Lendenwirbeln entspricht.“ Der Erb'sche Versuch an der Leiche erhielt eine wichtige

Bestätigung und Ergänzung durch weitere Leichenversuche, welche von Burkhardt⁵⁾ und von Ziemssen⁶⁾ ausgeführt wurden. B. applicirte den Strom einer Hipp'schen Zinkkohlenbatterie von 24 Elementen derart, dass er an der Rückseite einer hohlliegenden Leiche eine Elektrode an den obersten Theil der Halswirbelsäule und die andere an den ersten und zweiten Lendenwirbel anbrachte. Durch Bohrlöcher in den Körpern des dritten und siebenten Brustwirbels, welche bis auf die Meningen reichten, wurden Stahlnadeln in das Rückenmark eingeführt, welche mit einem Galvanometer in Verbindung gebracht wurden. Bei Kettenschluss ergab sich Ablenkung der Nadel in der Stromrichtung, bei Stromwechsel umgekehrte Ablenkung. In einem ähnlich angeordneten Versuche an einer zweiten Leiche ergab sich ebenfalls kräftige Nadelablenkung mit der Stromesrichtung. Auch von Ziemssen erhielt in seinen nach der Burckhardt'schen Methode angestellten Versuchen positive Resultate. Die Intensität der Zweigströme erwies sich als eine geringe; die Richtung derselben als durch die Richtung des Hauptstromes bestimmt und mit dieser wechselnd. Die Methode der Freilegung des Rückenmarks (ob von vorne oder hinten), zeigte sich für das Resultat gleichgültig. Auf beiden Wegen wurden ziemlich gleich starke Ausschläge erzielt, wenn der eine Pol am Nacken und der andere am Kreuzbeine stand.

Was meine eigenen Erfahrungen bezüglich der Treffbarkeit des Rückenmarks durch elektrische Ströme anbelangt, so sind dieselben mehrfacher Art. Zunächst muss ich erwähnen, dass ich den Erb'schen Versuch an mehreren Personen wiederholte, um, wenn möglich, über die von Stromschleifen wirksam afficirten Nervengebiete eingehendere Aufschlüsse als Erb und Brenner zu erlangen. Ich wandte hiebei Ströme von 18 — 26 Stöhrer'schen Elementen — diese durchgehends von kräftigster Wirkung — meist je um 2 Elemente steigend an. Wurde der Versuch bei liegender Stellung des Individuums vorgenommen, (wie es bei Erb immer der Fall gewesen zu sein scheint), so traten bei absteigender Stromrichtung, abgesehen von den Contractionen der Rückenmuskulatur etc. zunächst Zuckungen in der Glutaeis, alsdann solche in den Muskeln an der Hinterfläche des Oberschenkels, aber nur von geringer Stärke, später energische Contractionen dieser Muskeln und hiemit Beugung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel, zuletzt Streckung des Fusses neben geringerer Beugung des Unterschenkels ein. Stand die Versuchsperson, so stellten sich bei gleicher Stellung der Elektroden (— Pol Lendenwirbel, + Pol oberste Brustwirbel) und gleicher Stärke des Stromes ebenfalls zunächst Contractionen der Glutaei, sodann solche in der Muskulatur an der Hinterfläche des Oberschenkels, zuletzt energische Streckung der Füße ein, derart, dass beide Fersen vom Boden abgehoben

wurden und der Körper nur auf den Köpfen der Metatarsalknochen ruhte.

Bei aufsteigender Stromrichtung ergab die Schliessung des Stromes anfänglich (18—22 Elemente) meist nur Contractionen der Glutaei, nur in einem Falle zugleich solche der Beugemuskeln am Oberschenkel; Beugung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel oder Streckung des Fusses liess sich bei dieser Stromrichtung nie erzielen, ebensowenig eine Oeffnungszuckung der Oberschenkelmuskulatur. Zuckungen im Bereiche der vom N. cruralis und obturatorius versorgten Muskeln konnte ich weder bei ab- noch bei aufsteigender Stromrichtung wahrnehmen*). Auch gelang es mir nie excentrische Sensationen in den Extremitäten bei meinen Versuchspersonen hervorzurufen. In einem Falle trat während des Versuches beträchtliches Schwitzen der Hände ein.

Die nachstehend mitgetheilten zwei Versuche mögen das eben Angeführte zum Theil illustriren.

A. Versuchsperson stehend.

- 1 Pol oberster Theil der Brustwirbelsäule
- 1 Pol Lendenwirbelsäule; Störersche Batterie.

Nach wiederholten Wendungen

20 El. ↓ Str.: Contraction der Glutaei und der Muskulatur an der Hinterseite des Oberschenkels.

↑ Str.: Bewegung der Rücken- und Schultermuskulatur.

22 El. ↓ Str.: Das Gleiche wie bei 20 El., nur etwas stärker, zugleich Contraction der Rückenmuskulatur.

↑ Str.: Bewegung der Rücken- und Schultermuskulatur.

24 El. ↓ Str.: Contraction der Glutaei und der Muskulatur an der Hinterfläche des Oberschenkels, ferner Hebung beider Beine vom Boden (des einen stärker als des andren), derart, dass der Körper nur mehr auf die Köpfe der Metatarsalknochen sich stützt; zugleich beträchtliche Bewegungen der Schultermuskulatur, Wegschleudern der Arme vom Thorax etc. etc.

↑ Str.: Contraction der Rücken- und Schultermuskular, Bewegung der Arme, Contraction der Glutaei.

*) Die Constatirung dieses Umstandes geschah in besonderen Versuchen, da es natürlich einem Beobachter nicht möglich ist, die Vorgänge an der Vorder- und an der Rückfläche des Körpers gleichzeitig zu controliren.

B. Versuchsperson liegend.

Absteigender Strom.

15 El.: —

17 El.: —

18 El.: Zuckung der hinteren Oberschenkelmuskulatur, Beugung des linken Unterschenkels zum stumpfen Winkel.

20 El.: Beugung des Unterschenkels erst nach einigen Secunden, Zusammenziehen des Bauches.

21 El.: Dessgleichen.

22 El.: Geringere Beugung des Unterschenkels. Streckung des Fusses (Contraction der Wadenmuskeln).

22 El.: Abermals geringere Beugung des Unterschenkels und Streckung des Fusses. Dabei enorme Contractionen der Bauchmuskeln und im Innern des Bauches (nach Angabe der Versuchsperson).

Weitere Steigerung des Stromes wird nicht ertragen.

Wie ersichtlich stimmen meine Beobachtungen mit den Erb'schen überein, soweit diese letzteren reichen. Des Weiteren erhellt aus meinen Versuchen, dass die Zahl der erregten Wurzelfasern mit der Stärke des am Rücken applicirten Stromes wächst. Auffallend und durch die anatomischen Verhältnisse nicht zu erklären ist der Umstand, dass selbst bei den bedeutendsten der anwendbaren Stromstärken die hinteren Wurzelfasern unerregt bleiben können, und auch von den vorderen Wurzeln einzelne anscheinend regelmässig der Reizung entgehen. *)

In der Therapie sind wir nur selten in der Lage, Stromstärken anzuwenden, wie sie in den eben angeführten Versuchen von Burekhardt, Erb und mir gebraucht wurden. Zumeist müssen wir uns mit viel geringeren Intensitäten begnügen. Dass aber auch bei Anwendung sehr mässiger Ströme Stromschleifen in das Innere des Spinalcanales eindringen können, kräftig genug, um physiologische Wirkungen hervorzurufen, hiefür

*) Die Muskeln, welche bei den geschilderten Versuchen neben den Rückenmuskeln vorzugsweise in Contraction treten (Gesässmuskeln, Kniebeuger, Wadenmuskeln) beziehen nach den Untersuchungen Ferrier's und Ye o's⁷⁾ beim Affen ihre motorischen Fasern wesentlich aus dem siebenten und sechsten Lumbarnerven, welche dem ersten Sacral — und fünften Lumbarnerven beim Menschen entsprechen sollen. Hievon weichen die Angaben von Kahler und Pick⁸⁾ bezüglich der Wadenmuskulatur allerdings etwas ab. Nach den Ermittlungen dieser Autoren in einem Falle von Poliomyelitis anterior mit Schwund der Wadenmuskulatur sollen die Wadenmuskeln hauptsächlich von der vierten und fünften Lendenwurzel versorgt werden.

ermangelten wir bisher eines ganz stringenten Beweises. Der Zufall brachte mich in den Besitz einer Erfahrung, welche diesem Mangel abhilft. Bei einer Rückenmarkskranken, zugewiesen durch Herrn Dr. Doldi dahier, welche ich längere Zeit zu beobachten Gelegenheit hatte (Fall von Myelitis disseminata*), und bei welcher unter anderen excentrischen Sensationen zeitweilig ein mehr minder intensives Constrictionsgefühl, von der Gegend der unteren Brustwirbel nach vorne gegen das epigastrium ausstrahlend bestand, wurde dieses Constrictionsgefühl durch absteigend am Rücken applicirte constante Ströme von mässiger Intensität (7—8 Stöhrer'sche Elemente) immer nach wenigen Augenblicken in intensiver Weise hervorgerufen oder, wenn schon vorher bestehend, bedeutend verstärkt; durch aufsteigende Ströme dagegen wurde dieses Gefühl zumeist überhaupt nicht und wenn, so nur in ganz geringem Maasse und erst nach längerer Stromdauer producirt. Diese Beobachtung nöthigte mich schliesslich, von der Anwendung absteigender Ströme wegen der dadurch der Patientin verursachten Belästigung abzusehen. Ich habe ferner nach wochenlangen Pausen den Versuch der Application absteigender Ströme wiederholt, in der Voraussetzung, dass sich mittlerweile die Wirksamkeit derselben bezüglich des erwähnten Gürtelgefühles geändert haben könnte; es zeigte sich jedoch immer wieder die erwähnte Wirkung und zugleich die früher beobachtete Differenz in dem Einflusse ab- und aufsteigender Ströme. Die Entstehung, resp. Steigerung des Gürtelgefühles während der Galvanisation des Rückens im vorstehenden Falle lässt sich nur dadurch erklären, dass in den Spinalkanal eindringende Stromschleifen gewisse im Zustande gesteigerter Erregbarkeit oder der Erregung befindliche Wurzelfasern in den Erregungszustand (beziehungsweise in stärkere Erregung) versetzten. Dass diese Wirkung im Wesentlichen sich auf absteigende Ströme beschränkte, ist darin begründet, dass bei diesen Strömen die stärker erregende Kathode auf die betreffenden Wurzelfasern ihren Einfluss ausübte**).

*) Die betreffende Patientin wurde in ihren letzten Lebensmonaten von Herrn Dr. G. von Hösslin dahier behandelt, durch dessen Güte ich in der Lage war, der Autopsie beizuwohnen.

***) Während des Druckes dieser Arbeit ersehe ich aus einem mir durch Herrn Dr. Möbius gütigst zugesandten Separatabdrucke seines Aufsatzes „Neuropathologische Notizen“ (Betz's Memorabilien, 1881 viertes und fünftes Heft), dass dieser Autor eine ähnliche Beobachtung bei einem Neurastheniker gemacht hat. Bei dem betreffenden Patienten traten, wenn die Anode am Nacken stand und die Kathode über die unteren Dorsalwirbel geführt wurde, ziemlich regelmässig dem Gürtelgefühle ähnliche Sensationen ein. Ueber die Stromstärke, welche zur Hervorrufung dieser Sensationen erforderlich war, ist jedoch nichts bemerkt.

Wir sehen also, dass die Einleitung von Stromschleifen von physiologischer Wirksamkeit in die Wirbelhöhle bei Anwendung mässiger Stromstärken möglich ist. Hierbei ist jedoch sehr zu berücksichtigen, dass die in Betracht kommenden Leitungsverhältnisse — i. e. der Widerstand der Haut, Wirbelknochen u. s. w. — bei verschiedenen Personen ausserordentlich variiren.

Ueberblicken wir die im Vorstehenden angeführten Beobachtungen, so finden wir zunächst durch die Versuche Erb's, Burekhardt's und von Ziemssen's in unangreifbarer Weise dargethan, dass man bei Leichen durch Application constanter Ströme am Rücken Stromschleifen in das Rückenmark senden, und die Richtung dieser Stromschleifen bestimmen kann. Da beim Lebenden die Verhältnisse für das Eindringen von Stromschleifen noch günstiger liegen, so ist hiemit schon sehr wahrscheinlich gemacht, dass es auch beim Lebenden gelingt, constante Ströme in das Innere der Wirbelsäule einzuleiten. Für die Möglichkeit besitzen wir ferner in den Ergebnissen der Versuche von Erb, Brenner und mir, sowie in verschiedenen klinischen Beobachtungen (Auftreten excentrischer Sensationen, von Muskelzuckungen, Aenderung an der Reflexerregbarkeit des Rückenmarks während der Galvanisation des Rückens), sehr gewichtige directe Beweismomente. Hiemit ist jedoch noch keineswegs die Frage erledigt, ob es möglich ist, bei Anwendung der in der Therapie gebräuchlichen Stromintensitäten und Applicationsweisen (percutan) therapeutisch wirksame Stromschleifen in das Rückenmark zu senden, i. e., Stromschleifen, welche ebensowohl die Ernährungs- als die Erregbarkeitsverhältnisse des Rückenmarks in entschiedener Weise zu beeinflussen vermögen. Die Antwort auf diese Frage kann nur die klinische Erfahrung geben, welche uns in diesem Punkte auch durchaus nicht im Zweifel belässt. Das nahezu einstimmige Zeugniß der Electrotherapeuten der Jetztzeit geht dahin, dass wir in der Lage sind, durch Galvanisirung des Rückens verschiedene Krankheitsformen des Rückenmarkes zu bessern und zum Theil sogar zu heilen. Zwar ist meines Erachtens die gegenwärtig fast allgemein acceptirte Ansicht, dass die bei Galvanisirung des Rückens erzielten therapeutischen Effecte lediglich auf directe Einwirkung des Stromes auf das erkrankte Rückenmark zurück zu führen seien, nicht haltbar. Allein den überwiegenden Theil jener Veränderungen in den Zuständlichkeiten des Rückenmarkes, auf welchen die therapeutischen Resultate beruhen müssen, können wir nach unseren gegenwärtigen Erfahrungen wohl nur auf directe Einwirkungen des Stromes auf das Rückenmark und dessen Häute zurück führen, und somit besteht für uns zur Zeit kein Grund zu bezweifeln, dass wir vom Rücken aus therapeutisch wirksame constante Ströme in die Wirbelhöhle einzuleiten in der Lage sind.

Auch die Treffbarkeit des Rückenmarkes durch den Inductionsstrom lässt sich nicht bezweifeln. Zwar wird letzterem auf Grund von Untersuchungen von Helmholtz⁹⁾ eine geringere Fähigkeit in die Tiefe zu dringen zugeschrieben als dem constanten Strome. Brenner's und meine Erfahrungen sind jedoch nicht geeignet, diese Auffassung, wenigstens soweit es sich um die Anwendung faradischer Ströme am Rücken handelt, zu bestätigen. Brenner bemerkt, wie bereits erwähnt wurde, dass es öfter und deutlicher mit inducirten Strömen gelinge die bekannten Parästhesien in den Unterextremitäten hervorzurufen, wenn die Kathode der Oeffnungsströme an die Lendenwirbel applicirt werde. Ich war im Stande, in mehreren Fällen schon bei Anwendung mässiger Inductionsströme *) am Rücken in den Unterextremitäten verschiedenartige excentrische Sensationen hervorzurufen, während solche bei Application constanter Ströme von 30—35° Nadelausschlag (Galvanometer von Krüger) nicht eintraten. Die Einleitung von Inductionsströmen in die Wirbelhöhle scheint sich demnach unter Umständen sogar leichter als die von constanten Strömen zu gestalten.

II. Abschnitt.

Untersuchungen zur Frage der directen elektrischen Erregbarkeit des Rückenmarkes.

Untersuchungen über die Wirkungen künstlicher Reizung des Rückenmarkes wurden von einer Anzahl von Forschern von den ersten Decennien dieses Jahrhunderts anfangend angestellt (Charles Bell, Flourens, Magendie). Es scheint jedoch Longet¹⁰⁾ der Erste gewesen zu sein, welcher Versuche über den Erfolg electrischer Reizung des Rückenmarkes unternahm. Er durchschnitt bei einem Hunde das Rückenmark im Niveau des letzten Brustwirbels und fand bei galvanischer Reizung der Hinterstränge des unteren Markabschnittes, dass keine Bewegung der Hinterextremitäten eintrat. Bei Reizung eines oder beider Vorderstränge beobachtete er heftige Muskelzuckungen in dem einen oder in beiden Hintergliedern, mehrmals auch bei Reizung nur eines Vorderstranges Zuckungen in beiden Extremitäten.

*) Genauere Angaben bezüglich der Stromstärken sind mir nicht möglich, weil die betreffenden Beobachtungen bei Anwendung sehr verschiedener Inductionsapparate gemacht wurden.

Bei Reizung der Seitenstränge ergaben sich erheblich geringere Contractionen als bei Reizung der Vorderstränge. Reizung der Hinterstränge des vorderen Markabschnittes löste heftige Schmerzäusserungen aus, Reizung der Seiten- und Vorderstränge bewirkte keinerlei Muskelcontraction am Rumpfe oder an den Vorderextremitäten des Thieres. Longet schloss hieraus, dass sich die Vorder- und Hinterstränge des Rückenmarkes dem elektrischen Reize gegenüber wie die entsprechenden Nervenwurzeln verhalten.

E. Weber¹¹⁾ sah bei Reizung des Rückenmarkes (Frosch) mittelst des Stromes eines Rotationsapparates bei entsprechender Stärke des Stromes alle Muskeln des Rumpfes und der Glieder in tetanische Contraction eintreten. Dieser Erfolg wurde erzielt sowohl bei Application der Elektroden an das obere und untere Ende des Rückenmarkes, als bei Application beider Elektroden an einen Theil des Rückenmarkes. Nach Durchschneidung des Rückenmarkes in der Mitte und Reizung der hinteren (unteren) Hälfte sah er nur Contraction der Muskeln der Hinterextremitäten erfolgen. Weber erschloss hieraus, dass die Muskelcontractionen bei Reizung des Rückenmarkes nicht durch Diffusion des Stromes zu den Vorderwurzeln, sondern durch Erregung des Markes selbst zu Stande kamen, da die Durchschneidung des Markes die Diffusion des Stromes nach oben und somit die Reizung der oberen Vorderwurzeln nicht verhindern konnte. Van Deen¹²⁾, welcher zuerst und zwar schon im Jahre 1841 den Satz aufstellte, dass das Rückenmark für künstliche Reize unerregbar sei, suchte diese Lehre auch speziell für den elektrischen Reiz durch Versuche an Fröschen und Kaninchen zu erhärten. Er legte bei Fröschen das Rückenmark nebst dem verlängerten Marke und dem Gehirne bloss, schnitt alle Nervenwurzeln, sensible wie motorische durch, mit Ausnahme derjenigen der vier letzten Rückenmarksnerven, welche für die Hinterfüsse bestimmt sind; hierauf wurden alle Körpertheile in der Ausdehnung, in der die Centraltheile von den Nervenverbindungen abgelöst waren, weggeschnitten, so dass nur mehr die unteren Körpertheile verblieben. Liess er an dem derart hergerichteten Präparate einen constanten Strom auf das Gehirn, die Vierhügel und den grössten Theil des verlängerten Markes einwirken, so konnte er beim Schliessen und Oeffnen der Kette in der Regel keine Bewegung in dem hintersten Theile des Körpers beobachten. Wurden dagegen die Elektroden nach dem untersten Theile des verlängerten Markes und dem obersten des Rückenmarkes verschoben, so traten bisweilen beim Schliessen und Oeffnen der Kette einige leichte Muskelzuckungen, namentlich in den untersten Muskeln des Bauches und in denen der Füsse ein. Diese Bewegungen fanden eher statt, wenn die Vorderstränge als wenn die Hinterstränge

der Einwirkung des constanten Stromes ausgesetzt wurden. Van Deen schliesst hieraus nicht etwa, dass dem Rückenmarke eine gewisse Empfänglichkeit für den Reiz des constanten Stromes zukommen müsse, sondern erklärt die beobachteten Bewegungen dadurch, dass einige Fasern der nicht durchschnittenen Nervenwurzeln in den Vordersträngen von unten nach oben dahinziehen und sich noch in diesen an jener Stelle befinden (i. e. noch nicht in die graue Substanz übergetreten sind), an welcher die Elektrizität zur Anwendung kam. Bei Anwendung des Inductionsstromes erhielt er dieselben Ergebnisse wie mit dem constanten Strom. In anderen Versuchen wurde der unterste Theil des Rückenmarkes blossgelegt, alle Nerven, mit Ausnahme der für die Vorderfüsse bestimmten, dicht am Rückenmark abgeschnitten und alle Theile des Körpers bis auf die vordersten mit den beiden Vorderfüssen abgeschnitten. Einschaltung des untersten Rückenmarksabschnittes ergab keine Zeichen von statthabender Empfindung. Es wurde ferner diesem Präparate auch noch der Kopf hinter dem Trommelfell weggeschnitten und der hintere Rückenmarksabschnitt dem elektrischen Reize ausgesetzt; es erfolgte keine Reflexbewegung von Seite der Vorderfüsse. Man wird diesen letzteren Versuchen wohl nur geringe Beweiskraft zuerkennen dürfen, noch weniger besitzen jedoch die Versuche van Deen's an Kaninchen. Diese wurden lediglich an dem Rückenmark getödteter Thiere angestellt; es bedarf desshalb wohl keines Eingehens auf dieselben.

Schiff¹³⁾ erklärt die Hinterstränge zwar für empfindlich, ist jedoch geneigt, die Empfindlichkeit derselben von den durchtretenden Wurzelfasern abhängig zu machen. Die Bewegungen, welche bei Reizung der Vorderstränge sich ergeben, sind nach ihm nur durch Erregung von Fortsetzungen vorderer Wurzelfasern, welche diese Stränge durchsetzen, bedingt; die Längsfasern der Vorderstränge sind nicht erregungsfähig durch künstliche Reize, sondern nur erregungsleitend (kinesodisch), das Gleiche soll für die graue Substanz des Rückenmarkes gelten. Indess bediente sich Schiff bei seinen Versuchen vorzugsweise der mechanischen Reizung, da er solche mit dem galvanischen Strome für unzulänglich zur Beweisführung hielt.

Chauveau¹⁴⁾, welcher seine Versuche nur an Säugern anstellte, fand bei Reizung des Rückenmarkes mit schwachen Inductionsströmen, dass die Oberfläche der Hinterstränge die einzige Stelle ist, von welcher aus eine Reaction sich erzielen lässt, und zwar eine Reaction, die der bei Reizung der Hinterwurzeln völlig gleicht: Schmerzäusserungen und (reflectorische) Bewegungen. Elektrische Reizung der Vorder- und Seitenstränge, der grauen Substanz und der tieferen Lagen der Hinterstränge mit gleichen Strömen hatte keine Wirkung. Die Bewegungen, welche bei Elektrisirung der Vorderseitenstränge mit starken

Strömen erfolgen, erklärt Chauveau von Diffusion der Ströme nach den Hintersträngen oder den spinalen Nervenwurzeln abhängig.

P. Guttman¹⁵⁾ wiederholte die van Deen'schen Versuche am Frosche und gelangte zu den gleichen Ergebnissen wie letzterer Forscher. Er constatirte bei Anwendung sehr schwacher Inductionsströme, dass nur bei Application der Elektroden in der Nähe der Nervenwurzeln Bewegungen (Reflexbewegungen) sich ergeben, und dass bei Reizung des Rückenmarkes an einer zwischen zwei Nervenwurzeln gelegenen Stelle kein Erfolg eintritt. Von der Anwendung stärkerer Ströme stand er wegen der unvermeidlichen Diffusion solcher ab.

Engelken¹⁶⁾, welcher auf Professor Fick's Anregung die Frage der Erregbarkeit des Rückenmarkes einer erneuten Prüfung am Froschrückenmark unterzog, bediente sich bei seinen Versuchen ebenfalls des Inductionsapparates. Er fand bei Application der Elektroden an verschiedenen Stellen des Rückenmarkquerschnittes, dass die eintretenden Bewegungen geordnete und stets geringere Stromstärken zur Erzielung eines Reizerfolges bei Anlegung der Elektroden an die Hinterstränge erforderlich waren, ferner dass nach Durchschneidung des Rückenmarkes eine Strecke weit unterhalb der Reizstelle bei Anwendung der gleichen Stromstärken nie Bewegungen eintraten. Die erwähnten geordneten Bewegungen der Hinterextremitäten wurden ferner von E. bei Anwendung hinreichender Stromstärken auch an einem Froschpräparate erzielt, an welchem nur der hintere Theil des Thieres nebst dem aus dem Wirbelkanale herausgenommenen Rückenmarke, welches nur mehr mit den den Hinterextremitäten angehörigen Nervenwurzeln zusammenhing, erhalten war. Der Verdacht einer directen Reizung der Wurzelfasern des Ichiadicus durch Stromschleifen wurde durch controlirende Markdurchschneidung zu beseitigen versucht. Um dem Einwande der reflectorischen Natur der betreffenden Bewegungen zu begegnen, wurden ferner an einem weiteren Präparate die Hinterstränge und ein grosser Theil der grauen Substanz in einer Ausdehnung von 6—10 Mm. abgetragen. Auch hier ergab Application der Elektroden vorne an die Vorderstränge geordnete Bewegungen der Hinterextremitäten; nach querer Durchschneidung des Rückenmarkes innerhalb der verstümmelten Partie trat bei gleicher Stromstärke kein Erfolg mehr ein; um einen solchen zu erzielen, musste die Stromstärke colossal gesteigert werden.

Derselbe Versuch wurde am Kaninchen mit gleichem Ergebnisse wiederholt. Die Engelken'schen Versuche wurden von Wislockiego¹⁷⁾ und S. Mayer¹⁸⁾ einer Nachprüfung unterzogen. W. konnte die von Engelken beschriebenen geordneten Bewegungen nicht beobachten, dagegen fand er, dass der durch Reizung des Rückenmarkes bewirkte Tetanus der Hinterextremi-

täten des Frosches auch nach Durchschneidung des Rückenmarkes unterhalb der gereizten Stelle fort dauerte, was für eine Entstehung des Tetanus durch Stromschleifen in die Wurzeln des nervus ischiadicus spricht. S. Mayer beobachtete zwar bei Reizung des Halsmarkes mit Strömen von einer gewissen Stärke die erwähnten geordneten Bewegungen der Hinterbeine, aber nur an sehr reizbaren Fröschen. Er constatirte auch, dass nach Durchschneidung unterhalb der gereizten Stelle die Bewegungen aufhörten. Er hält jedoch diese Bewegungen nicht für durch directe Erregung der Vorderstränge hervorgerufene, sondern für reflectorische. Im Gegensatze zu Engelken sah er in der Mehrzahl der Fälle die betreffenden Bewegungen bei Reizung der Hinterstränge früher eintreten als bei der der Vorderstränge. Er konnte bei sorgfältiger Abtragung der Hinterstränge eine Fortdauer der Bewegung nicht constatiren: ferner fand er, dass sich durch Reizung der sensiblen Wurzeln oder des Stammes des nervus brachialis mit derselben oder einer etwas höheren Stromstärke diese Bewegungen ebenso gut wie bei Reizung des Rückenmarkes selbst produciren liessen; endlich gelang es ihm in einer Anzahl von Versuchen durch Versetzung der sensiblen Wurzeln in elektrotonischen Zustand einen deutlichen Einfluss auf den Erfolg der Rückenmarksreizung auszuüben, alles Umstände, welche die reflectorische Natur der betreffenden Bewegungen erweisen sollen. Fick¹⁹⁾ trat den gegen die Engelken'schen Versuche erhobenen Einwänden in einer weiteren Arbeit entgegen, in welcher er mit aller Entschiedenheit dabei stehen blieb, dass nach vollständiger Abtragung der Hinterstränge (beim Frosche) durch Reizung der Vorderstränge Bewegungen in den hinteren Extremitäten sich auslösen lassen, und dass nach Durchschneidung der Vorderstränge selbst bei höheren Stromstärken Reizung des abgetrennten Theiles keine Bewegung mehr hervorruft. Eine solche trat in seinen Versuchen erst bei sehr viel höheren Stromstärken ein; hiedurch wird die Möglichkeit ausgeschlossen, dass die hervorgerufenen Bewegungen durch Stromschleifen nach den betreffenden Vorderwurzeln oder nach weiter abwärts gelegenen Hinterwurzeln und Erregung dieser als Reflex zu Stande kamen. Die Möglichkeit, dass die beobachteten Bewegungen durch Reizung von hinteren Wurzelfasern, welche mit den abgetrennten Vordersträngen etwa im Zusammenhang geblieben sein konnten, zu Stande kamen, wurde durch die von Recklinghausen ausgeführte mikroskopische Untersuchung beseitigt, welche in dem abgeschnittenen Markstücke bei genauer Durchforschung nichts von Wurzelfasern nachzuweisen vermochte.

Budge²⁰⁾ trat gleichfalls auf die Seite Ficks. Er führt als weiteren Beweis für die Reizbarkeit der vorderen Rückenmarksstränge die von ihm nachgewiesene Thatsache an, dass man bei Säugern durch elektrische Reizung des Rückenmarkes

(ebenso des verlängerten Markes und der pedunculi cerebri) Contraction der Harnblase hervorbringen kann. Dass diese Contraction nicht durch Stromschleifen zu den Blasenerven bedingt sein kann, erhellt nach B. daraus, dass dieselbe niemals eintritt, wenn man das Rückenmark an einer beliebigen Stelle durchschneidet und vor (oberhalb) dieser elektrisch reizt. Da ferner nach Abtragung der hinteren Rückenmarkshälfte die Contraction der Blase bei Reizung der vorderen Hälfte jedesmal eintritt, dagegen nach Abtragung der vorderen (unteren) Rückenmarkshälfte keine Spur von Bewegung eine vorhergegangene Erregung bekundet, so hält B. die Möglichkeit einer reflectorischen Erregung der Blasencontraction für ausgeschlossen und den Verlauf der betreffenden (elektrisch erregbaren) Bahnen in den Vordersträngen für erwiesen.

Aladoff²¹⁾ fand bei Hunden, Kaninchen und Fröschen nach vollständiger Entfernung der grauen Substanz mechanische und elektrische Reizung der Vorderstränge wirkungslos, während die Reizung von Erfolg war, so lange Spuren der grauen Substanz mit den Vordersträngen in Verbindung blieben. A. schloss hieraus, dass zwar die Cinerea des Rückenmarkes reizbar ist, die Vorderstränge dagegen wahrscheinlich nicht erregbar (für künstliche Reize) seien.

Die Fick'schen Behauptungen wurden neuerdings von Huizinga²²⁾ angegriffen, welcher Fick u. A. gegenüber den von seinem Lehrer van Deen aufgestellten Satz von der Unerregbarkeit des Rückenmarkes durch neue Versuche aufrecht zu erhalten sich bemühte. H. fand, dass nach Durchschneidung der Vorderstränge am entsprechend zugerichteten Froschpräparate mit Vermeidung jeglicher Zerrung dieser Stränge Bewegung der Hinterextremitäten von dem oberen Stumpfe aus bei nahezu gleicher Stromstärke wie vor der Durchschneidung sich auslösen lässt, höchstens eine ganz geringe Verstärkung des Stromes erforderlich ist, um die Zuckung in der früheren Stärke hervortreten zu lassen. Wenn Fick Zuckung erst bei bedeutend stärkeren Strömen erhielt, so erklärt sich dies nach H. durch ungenaue Aneinanderlagerung der Schnittflächen. Die beobachteten Zuckungen hält H. daher für Wirkung von Stromschleifen, welche die vorderen Wurzeln trafen. Als weitere Stützen für diese Ansicht führt H. an, dass man gleichfalls Bewegung der Hinterextremitäten erhält, wenn man auf die Vorderfläche des unteren Theiles des Rückenmarkes nach der Entfernung des oberen Theiles ein Stück zusammengerollter Froshhaut oder gekochten Froshmuskel legt und das entfernte Ende desselben reizt oder den oberen Theil des Rückenmarkes durch Wärme oder Schwefelsäure tödtet und den todtten Rückenmarkstheil reizt. Die Zuckungen bei Reizung des unver-

sehrten Markes erklärt H. mit S. Mayer für wenigstens theilweise reflectorischer Natur.

Auf van Deen's Seite trat ferner Mumm²³). Er konnte bei grossen reizbaren Fröschen nach Abtragung der Hinterstränge bis zum fünften Rückennerven bei Anwendung der nöthigen Vorsicht und Ausschliessung von Stromschleifen durch elektrische Reizung des verlängerten und vorderen Rückenmarkes keine Zuckung in den Muskeln der Hinterbeine hervorbringen. Gegen Van Deen erhob sich dagegen wieder Dittmar²⁴). Dieser Forscher suchte unter Ludwig's Leitung die von Bezold u. A. eruirte Thatsache, dass jede Reizung eines sensiblen Nerven reflectorisch eine Blutdrucksteigerung durch Contraction der Ringmuskeln der kleinsten Arterien hervorruft, zur Entscheidung der Frage von der Reizbarkeit der Rückenmarkssubstanz und zwar speziell der „ästhesodischen Substanz“ zu verwerthen. Er verwendete Kaninchen als Versuchsthiere und stellte unter anderen Versuchen folgenden als *experimentum crucis* an. Er legte dem curarisirten Thiere das Rückenmark auf einige Wirbellängen bloss und durchschnitt es im unteren Theile der Wunde. Hierauf wurde durch Längsschnitte die hintere Markmasse bis in die Hinterhörner hinein von den übrigen Theilen des Rückenmarksstumpfes (Vorderstränge, grösster Theil der Seitenstränge und der grauen Substanz) abgelöst und die vorderen Wurzeln durchtrennt. An die obere Grenze der präparirten Markpartie, welche durch eine untergeschobene Guttaperchaplatt vom Thierkörper isolirt und vor dem Vertrockenen durch Serum oder $\frac{1}{2}\%$ Kochsalzlösung geschützt war, wurde der Nerv eines Fröschenkelpräparates angelegt. Dittmar fand nun bei Reizung des der Hinterstränge beraubten Stumpfes, dass das Rückenmark sogar „eines der reizbarsten Gebilde des Thierkörpers ist.“ Wechselströme, welche an der Zungenspitze nicht gefühlt werden konnten, waren im Stande, eine nicht unbedeutende Drucksteigerung zu erzeugen. Reizung mit je einem einzigen heftigen Inductionsschlage ergab dagegen keine Drucksteigerung. Nach Theilung des Stumpfes in Vorder- und Seitenstränge beobachtete D. in zwei Versuchen bei Reizung der Vorderstränge keinen Effect, bei Reizung eines Seitenstranges eine kleine Drucksteigerung, von der in einem Versuche ebenfalls isolirten grauen Substanz erhielt er keine Wirkung. Indess gesteht D. selbst zu, dass die Spärlichkeit der in dieser Richtung von ihm angestellten Versuche irgend welche sichere Schlüsse nicht zulasse.

Wolski²⁵) stellte zur Entscheidung der Frage von der directen Reizbarkeit des Rückenmarkes Versuche am Rückenmark von Fröschen, Kaninchen und Hunden an und will hiebei alle von den einzelnen Forschern angegebenen Modificationen und Cautelen wiederholt haben. Er gelangte zu dem Resultate, dass die van Deen'sche Lehre von der Unempfindlichkeit des

Rückenmarkes für äussere (auch elektrische) Reize wohl begründet sei.

Gianuzzi²⁶) fand, dass die Hinterstränge auch nach vollkommener Zerstörung der Hinterwurzeln sich empfindlich zeigen.

Luchsinger²⁷) prüfte die Frage von der directen Reizbarkeit des Rückenmarkes ebenfalls an Kaltblütern, wählte aber statt des Frosches Blindschleichen, grössere Schildkröten, Erdmolche und grössere Tritonen als Versuchsthiere. Seine Versuchsanordnung war im Wesentlichen folgende: Das Thier wurde enthauptet, durch Entfernung des Herzens die Circulation unterbrochen, hierauf der Rumpf für einige Minuten in verdünnte Salzlösung von 40—42° eingetaucht, wodurch derselbe des Reflexvermögens (gewöhnlich schon nach 5 Minuten) vollständig beraubt wird, der Schwanz und hiemit das Caudalmark aber hiebei vor Miterwärmung auf passende Weise geschützt. Hierauf wurde in der Höhe der vordersten Wirbel Electrodenadeln in das Mark eingestochen und mit immer stärker anwachsenden Inductionsströmen gereizt. Bei 10 Cm. Rollenabstand traten alsdann schon leise Bewegungen am Schwanze auf, bei weiterer Annäherung der Rollen kräftige, peitschende Bewegungen desselben, während der Rumpf ruhig verharrte. Hierauf wurde der Rücken des Thieres enthäutet und frisch präparirte galvanische Nervenmuskelpräparate auf denselben gelegt und abermals wie vorher das Halsmark gereizt; es traten wiederum Bewegungen des Schwanzes ein, während die Muskeln der Nervenmuskelpräparate ruhig verharrten. Da hier eine Reizung des Caudalmarkes durch Stromschleifen, ebenso wie eine reflectorische Auslösung der Schwanzbewegungen bei der Reflexlosigkeit des gereizten Markstückes ausgeschlossen ist, so erübrigt nur die Annahme, dass das Caudalmark durch Fortpflanzung eines Erregungsvorganges von dem direkt gereizten Markabschnitte aus in Thätigkeit versetzt, also durch die elektrische Reizung des Halsmarkes Erregungsvorgänge in demselben ausgelöst wurden.

Wir ersehen aus dem Vorstehenden, dass die Frage der elektrischen Erregbarkeit des Rückenmarkes von den bisherigen experimentellen Bearbeitern derselben in sehr verschiedener Weise beantwortet wurde. Während die Einen und zwar die Majorität dem Rückenmarke die Fähigkeit absprechen, durch den elektrischen Reiz in Thätigkeit versetzt zu werden, finden Andere, dass die Rückenmarkfasern gleich den peripheren Nervenfasern für den electricischen Reiz sich empfindlich zeigen; Einzelne gestehen diese Eigenschaft nur bestimmten Theilen des Rückenmarkes zu. Negative Beobachtungen können jedoch für die in Rede stehende Frage nicht als entscheidend erachtet werden, so ferne ihnen einwurfsfreie positive Beobachtungen entgegenstehen. Als solche können von den oben angeführten

nur die Versuchsergebnisse Dittmar's, Budge's und Luchsinger's erachtet werden, und von diesen beweisen die ersteren nur die Erregbarkeit einzelner spinaler Leitungsbahnen bei Säugethieren. Es dürfte deshalb nicht überflüssig erscheinen, wenn ich hier einiger Experimente an Säugern Erwähnung thue, die ich gelegentlich einer zu anderem Zwecke unternommenen Versuchsreihe machte. Es war mir bei den betreffenden Untersuchungen übrigens weniger um Beibringung neuer Beweise für die elektrische Erregbarkeit des Rückenmarkes als um Entscheidung der speziell für die Elektrotherapie wichtigen Frage zu thun, wie sich — die Erregbarkeit des Rückenmarkes vorausgesetzt — die am Rückenmarke wirksame Reizstärke zu der am peripheren Nerven wirksamen verhält. Die Resultate, welche ich hiebei anfänglich erhielt, waren sehr geeignet — ich gestehe dies gerne zu — mich zu einem Anhänger der van Deen'schen Lehre zu machen. Ich legte an 2 Versuchsthieren einen grösseren Theil des Dorsalmarkes bloss und durchschnitt dieses hierauf ungefähr in der Mitte der betreffenden Markpartie. Bei Reizung des unteren Stumpfes mit Inductionsströmen bis zu $7\frac{1}{2}$ Centimeter Rollenabstand*) ergab sich hiebei keine Contraction der Muskulatur der Hinterbeine. Auch nach Abtragung der Hinterstränge liess sich bei der gleichen Stromstärke in Bezug auf die Hinterbeine keine Wirkung erzielen. In einem dritten Versuche (halbgewachsenes Meerschweinchen), in welchem die untere Partie des Brustmarkes bloss gelegt worden war, zeigte sich bei Reizung des intacten (nicht durchschnittenen) Markes mit Inductionsströmen ebenfalls bis zu $7\frac{1}{2}$ Cm. Rollenabstand keine Bewegung der hinteren Extremitäten. Die Schlüsse, welche man aus diesen Versuchen zu ziehen geneigt sein könnte, werden jedoch durch andere Beobachtungen widerlegt. Von diesen will ich hier, als zum Beweise genügend, nur eine anführen. Bei einem nicht ganz ausgewachsenen, kräftigen Kaninchen wurde etwa die Hälfte des Brustmarkes in der Mitte zwischen dem obersten und untersten Viertel bloss gelegt und mit dem Inductionsstrom gereizt. Es ergab sich bei Reizung am oberen Theil der blossgelegten Partie schon bei einem Rollenabstande von $11\frac{1}{2}$ Cm. Bewegung beider Hinterbeine und des Schwanzes; hierauf wurde das Rückenmark ungefähr in der Mitte der blossgelegten Partie mit einem scharfen Messerchen durchschnitten. Application des gleich starken Inductionsstromes an dem oberen Stumpfe producirte hierauf keine Bewegung der hinteren Extremitäten mehr; selbst Verstärkung des Stromes bis zu $8\frac{1}{2}$ Cm. Rollenabstand

*) Benützt wurde ein Dubois'scher Schlittenapparat, getrieben von 2 Leclanchéelementen; bei O. C. sind beide Rollen über einander geschoben.

ergab den gleichen negativen Erfolg bezüglich der Hinterbeine; nur Bewegung des Schwanzes trat ein. Als hierauf auch der untere Stumpf mit der früher angewandten Stromstärke ($11\frac{1}{2}$ Cm. Rollenabstand) gereizt wurde, traten nur schwache Bewegungen der Hinterextremitäten und des Schwanzes ein. Bei Wiederholung des Versuches kurze Zeit später war die betreffende Bewegung etwas stärker, aber immerhin noch etwas schwächer wie vor der Durchschneidung. Hierauf wurden die Hinterstränge an dem unteren Stumpfe abgetragen und dieser neuerdings mit dem Inductionsstrome ($11\frac{1}{2}$ Cm. Rollenabstand) gereizt. Es ergab sich der gleiche Erfolg wie vorher. Abermalige Reizung des oberen Stumpfes und zwar dicht an der Durchschneidungsstelle produzierte wiederum keine Bewegung der Hinterextremitäten, wol aber solche des Schwanzes. Vom unteren Stumpfe dagegen liess sich erst nach wiederholten Reizungen für kurze Zeit keine Bewegung der Hinterextremitäten mehr hervorrufen.

Wie wir aus dem Angeführten ersehen, bildete die Durchtrennung des Markes in unserem Versuche kein Hinderniss für die Fortpflanzung von Stromschleifen nach abwärts gelegenen Theilen (Schwanzbewegungen). Wenn daher nach der Durchschneidung des Markes trotz bedeutender Verstärkung des Stromes keine Bewegungen der Hinterextremitäten mehr auftraten, so konnten die bei intactem Marke erzielten Bewegungen der Hinterextremitäten nicht durch Stromschleifen nach abwärts gelegenen Nervenwurzeln bedingt sein. Allein auch eine weitere Möglichkeit, die reflectorische Entstehung dieser Bewegungen durch Reizung hinterer Wurzelfasern an der blossgelegten Markpartie, erscheint ausgeschlossen. Gegen diesen Entstehungsmodus spricht einerseits der Umstand, dass auch nach Abtragung der hinteren Markpartie die Bewegungen der Hinterextremitäten sich hervorrufen liessen, andererseits die Thatsache, dass die Auslösung dieser Bewegungen eine viel beträchtlichere Stromstärke erheischte, als diejenige, welche zur Reizung von Wurzelfasern erforderlich ist. Sonach erübrigt nur die Annahme, dass die Bewegung der Hinterextremitäten durch directe Erregung centrifugalleitender Rückenmarksfasern durch den angewandten elektrischen Reiz zu Stande kam. Die Bewegungen des Schwanzes dagegen bei Reizung des oberen Stumpfes nach der Durchschneidung des Rückenmarkes lassen sich anstandslos auf Stromschleifen beziehen. Die negativen Ergebnisse meiner ersten Versuche sind wahrscheinlich auf mehrere Momente zurück zu führen. Die betreffenden Thiere waren sämtlich Meer-schweinchen durch Chloroform narkotisirt; dieses Agens hat nach den Untersuchungen Bernsteins²⁸⁾ einen lähmenden Einfluss auf die reflexvermittelnden Apparate der Rückenmarksinerea, welche centralen Apparate wohl mit denjenigen zu-

sammen fallen, durch welche die Erregung von den centrifugalleitenden Rückenmarksstrangfasern auf die austretenden Wurzelfasern übertragen werden. Eine ähnliche Wirkung hat vorübergehend die Durchschneidung des Markes zur Folge, welche an zweien der betreffenden Versuchsthiere ausgeführt wurde. Es werden hiedurch in dem unteren Rückenmarksstumpfe Hemmungsvorgänge ausgelöst, welche der Uebertragung reflectorischer und hiemit wahrscheinlich auch der motorischer Erregungen durch die Cinerea entgegen wirken. Die Schwächung der Bewegungen bei Reizung des unteren Stumpfes in dem vierten der angeführten Versuche ist wahrscheinlich auf solche Hemmungsvorgänge zurückzuführen. Reichlicher Blutverlust und längeres Blossliegen (Abkühlung?) sind gleichfalls im Stande, die Erregbarkeit der Rückenmarksubstanz sehr herab zu setzen, selbst aufzuheben. Diese beiden Momente waren in dem dritten Versuche gegeben und mögen hier zusammen mit der Narkose das negative Ergebniss herbeigeführt haben.

Nach dem Vorstehenden kann wohl nicht bezweifelt werden, dass die Marksubstanz des Rückenmarkes, die weissen Faserstränge desselben durch den elektrischen Reiz in den Erregungszustand übergeführt werden können. Dass die Cinerea des Rückenmarkes sich der gleichen Fähigkeit erfreut, können wir als ein logisches Postulat erachten, nachdem Nervenfasern unter den Bauelementen derselben reichlich vertreten sind. Indess, wenn auch erregbar durch den elektrischen Reiz, besitzen die Faserstränge des Rückenmarkes jedenfalls nicht jenen Grad oder jene Art der Erregbarkeit wie die periphere Nervenfasern. Es erhellt diess sowohl aus meinen speciell darauf hin gerichteten Versuchen als aus den Erfahrungen Luchsinger's. Zur Erregung der motorischen Wurzeln sowohl als blossgelegter Nervenstämme (des Ischiadicus z. B.) genügt nach meinen Beobachtungen an Katzen, Meerschweinchen und Kaninchen schon die minimalste Stromstärke, welche an der Zunge noch keine Sensation hervorruft. Zur Erregung der Rückenmarksstränge ist wenigstens etwa 4 Centimeter Rollenabstand weniger erforderlich. Luchsinger benützte einen von einem Daniell'schen Elemente getriebenen Schlittenapparat. Bei 10 Cm. Rollenabstand traten schwache Bewegungen des Schwanzes auf; um kräftige Bewegungen des Schwanzes zu erhalten, musste L. die Rollen noch einige Centimeter einander näher schieben. Auch noch in einer anderen Beziehung unterscheidet sich die Erregbarkeit der Rückenmarksstränge von der der Nervenwurzeln und der peripheren Nervenstämme. Die Erregbarkeit ersterer erlischt nach meinen Beobachtungen im Durchschnitte ungefähr zwei bis drei Minuten nach dem Tode.*)

*) Onimus^{29a}) fand gleichfalls, dass das Rückenmark bei Säugern unmittelbar nach dem Tode noch erregbar ist; wie lange dasselbe seine

dauernder Agone schwindet deren Erregbarkeit unmittelbar nach dem Eintritte des Todes (resp. dem Stillstande der Respiration). Die Erregbarkeit der Wurzeln dagegen erhält sich länger nach dem Tode, bei Katzen, Kaninchen und Meer-schweinchen bis zu zehn Minuten, die der peripheren Stämme noch länger.

III. Abschnitt.

Ueber den Einfluss des constanten Stromes auf die vom Rückenmarke vermittelten Reflexvorgänge.

Bevor wir die speziell unsere Frage behandelnden Arbeiten berühren, müssen wir zunächst einiger älterer Beobachtungen Erwähnung thun, deren Tragweite für die Elektrotherapie wohl lange Zeit überschätzt wurde. Nobili³⁰⁾ machte einige Male die Wahrnehmung, dass bei einem aus unbekannter Ursache in Tetanus verfallenen Frosche durch Hindurchleiten eines constanten Stromes in einer gewissen Richtung Erschlaffung der Glieder eintrat, während bei Anwendung der entgegengesetzten Stromrichtung der tetanische Zustand andauerte. Nähere Angaben

Erregbarkeit bewahrt, hierüber macht er keinerlei Angabe. Er erwähnt dagegen, dass die Cinerea ihre Erregbarkeit vor der weissen Substanz einbüsst. Rossbach^{31b)} machte an der frischen Leiche eines Hingerichteten an dem peripheren Rückenmarkscervicalschnitt, sowie an einem zweiten Querschnitte durch den untersten Theil des Brustmarks zwischen elftem und zwölftem Brustwirbel Reizungsversuche mit folgenden Ergebnissen: Reizung des Cervicalquerschnittes und zwar des rechten Vorderstranges: Hinaufziehen der Schulter; des linken Vorderstranges: Contraction des *M. pectoralis major*; des linken Seitenstranges: Bewegungen der Schulter, des linken und rechten Seitenstranges: ohne Erfolg. Reizung an dem unteren Querschnitte, und zwar des rechten Vorderstranges: Bewegungen des Penis und Scrotums; des linken Vorderstranges: Contractionen des linken *Lumbosacralis* und Hebung der ganzen linken Rumpfhälfte; des rechten Seitenstranges: Contractionen der *Glutaei*; des linken Seitenstranges: Contractionen der Rückenmuskulatur beiderseits; des linken und rechten Hinterstranges ohne Erfolg. R. scheint die angeführten Reizergebnisse auf Reizung der betreffenden Rückenmarksstränge beziehen zu wollen, bemerkt jedoch vorsichtigerweise, dass er nicht garantiren könne, dass nicht doch Stromschleifen zu den austretenden Nervenfasern gekommen sind. Controlversuche an den Wurzeln hätten R. über diese Eventualität jedenfalls aufgeklärt. Nach meinem Dafürhalten unterliegt es nicht dem geringsten Zweifel, dass die Rossbach'schen Reizergebnisse von Erregung von Wurzelfasern durch Stromschleifen herrührten.

über die speziell krampfstillende Stromrichtung macht er nicht. Neun Jahre später trat Matteucci³¹⁾ mit der Behauptung hervor, dass aufsteigende Ströme den Tetanus beim Frosche beseitigen, absteigende Ströme denselben steigern. Er versuchte auch, diese Beobachtung therapeutisch zu verwerthen, indem er in Gemeinschaft mit Dr. Farina in Turin den aufsteigenden Strom (vom Kreuzbeine zum Nacken) einer 30—40 paarigen Säule in einem Falle von traumatischem Tetanus zur Anwendung brachte. Es sollen hiedurch auch wirklich die Krämpfe wenigstens vorübergehend beseitigt worden sein. Indess scheint M. sich von der Incorrektheit seiner oben angeführten Behauptung selbst überzeugt zu haben; er erwähnt nämlich in einer späteren Arbeit³²⁾ nur, dass bei durch Strychnin oder Opium in Tetanus versetzten Fröschen ein elektrischer Strom von gewisser Intensität im Stande sei, die Steifigkeit der Glieder und die Zuckungen zum Verschwinden zu bringen. Diese Frösche starben zwar ebenfalls in einer gewissen Zeit, aber ohne Zuckungen. Um hiebei die bei Beginn der Durchleitung eintretenden Zuckungen zu verringern, sei es besser, den aufsteigenden Strom anzuwenden. Die ersten Versuche, direct das Verhalten des Rückenmarkes, während der Durchleitung eines constanten Stromes zu prüfen, wurden von Baierlacher³³⁾ (1857) angestellt. Er leitete durch das blossgelegte Rückenmark von Fröschen den constanten Strom von 2 ziemlich grossen Bunsen'schen Elementen und untersuchte, wie sich die Reaction des Rückenmarkes auf Einwirkung elektrischer Reize sowohl während der Durchströmung als bei offener Kette verhielt. Zum Reizen verwendete er sowohl den unterbrochenen Strom eines kleinen Bunsen'schen Elementes als einen schwachen Inductionsstrom. Baierlacher fasste die Ergebnisse seiner Versuche dahin zusammen, dass „wenn das Rückenmark von einem constanten galvanischen Strom durchflossen wird, die Erregbarkeit desselben an allen Stellen geschwächt, beziehungsweise gelähmt wird, welche Wirkung jedoch der aufsteigenden Stromesrichtung in höherem Grade zukommt, als der absteigenden, sowie ferner, dass dieser Vorgang im Rückenmark auf die motorischen Nerven keinerlei Einfluss ausübt.“ Ziemlich gleichzeitig mit Baierlacher, (Mai 1857) veröffentlichte Kunde³⁴⁾ einige hieher gehörige Beobachtungen. Er führt u. A. an: „Setzt man einen durch Strychnin tetanisirten Frosch einem unterbrochenen elektrischen Strome aus, welcher bei einem normalen Frosche Tetanus erzeugt, so verschwindet der Strychnintetanus nach kurzer Zeit, bei aufsteigendem wie bei absteigendem Strome.“

Ein durch Strychnin tetanisirter Frosch kann 8 Stunden lang der stärksten Wirkung zweier Daniell'schen Batterien ausgesetzt werden. Dennoch erscheint der Tetanus nach Unterbrechung des Stromes wieder, nachdem eine Zeit verstrichen

ist, während der mechanische und chemische Reiz keine Reflexbewegungen hervorriefen, wohl aber (sogleich nach Entfernung der Drähte) der elektrische Reiz Zuckung erregte.“ An einem andern Orte³⁵⁾ (Virch. Arch.) bemerkt K. bezüglich der Erklärung des Einflusses der Elektrizität auf den Strychnintetanus, dass er denselben nicht auf eine momentane Lähmung des Rückenmarkes zurückführen wolle, das Phänomen des Schwindens des Tetanus vielmehr als gebundenen Tetanus bezeichnen und hiebei an jene poetische Skizze Humboldt's „der Rhodische Genius“ erinnern möchte.

Die Beobachtung, dass der Tetanus mit Strychnin vergifteter Frösche durch Hindurchleiten eines constanten Stromes zum Verschwinden gebracht werden kann, wurde auch von Ranke³⁶⁾ bestätigt. R. fand, dass, wenn man einen elektrischen Strom von mässiger Stärke derart schliesst, dass das Rückenmark der Länge nach durchflossen wird, die Reflexkrämpfe momentan verschwinden, einige Augenblicke nach dem Oeffnen des Stromes jedoch wieder auftreten. Die Stromrichtung ist hiebei nach R. irrelevant, gleichgültig ob das Rückenmark auf- oder absteigend durchflossen wird, der Strom wirkt in gleicher Weise krampfstillend. Dagegen ist die angewandte Stromstärke nach R. in diesen Versuchen von der grössten Bedeutung. Sehr schwache Ströme heben den Tetanus nicht auf, sondern wirken stark reizend, sehr starke Ströme bewirken nahezu augenblicklich den Tod des Thieres. Ferner soll, so lange die Energie der Krämpfe noch eine sehr bedeutende ist, bei Strömen von anwendbarer Stärke manchmal gar keine Wirkung, oft nur eine Verringerung der Zuckungen auf taktile Reize eintreten. Um nun zu Aufschlüssen darüber zu gelangen, in welcher Weise der constante Strom diese Beruhigung der Krämpfe zu Stande bringt, wurden von Ranke weitere Versuche an entsprechend zugerichteten Froschpräparaten (bestehend aus den beiden mit Haut bedeckten Hinterbeinen und dem unter dem verlängerten Marke abgeschnittenen Rückgrate) angestellt. Hiebei wurde von R. ermittelt, dass ein genügend starker, in auf- oder absteigender Richtung das Rückenmark durchfliessender Strom die Reflexe auf taktile sowohl als Säuerreize vollkommen aufhebt. Die richtige Stromstärke muss hier durch allmähliges Ansteigen, von den schwächsten Strömen angefangen, ermittelt werden. R. glaubt, dass diese Beobachtungen die krampfstillende Wirkung durch das Rückenmark geleiteter elektrischer Ströme in einfacher Weise erklären. Das Rückenmark verliert unter der Einwirkung eines hindurch geleiteten elektrischen Stromes die Fähigkeit auf sensible Reize Reflexbewegungen zu vermitteln. Die Krämpfe in den beobachteten Fällen waren reflectorische, daher ihr Aufhören unter der Stromrichtung. Die Hemmung der Reflexe durch den das Rückenmark durchfliessenden Strom soll dagegen

darin ihren Grund haben, „dass unter der Einwirkung der Richtkraft des elektrischen Stromes die polarisirten Nervenmoleküle des Rückenmarkes keine Lageveränderungen eingehen können, wenigstens sicher keine Querschwankungen.“

Dass der von R. aufgestellte Satz, das Rückenmark verliere unter der Einwirkung eines dasselbe durchziehenden elektrischen Stromes die Fähigkeit der Reflexvermittlung in dieser Allgemeinheit nicht aufrecht zu erhalten ist, erhellt sowohl aus R's. eigenen Beobachtungen, nach welchen eben nur ein „genügend starker“ Strom diese Wirkung hat, wie aus denen späterer Forscher. Legros und Onimus³⁷⁾ fanden bei Hindurchleiten eines constanten Stromes durch das Rückenmark enthaupiteter Frösche, dass bei absteigender Richtung während der Dauer der Durchströmung kein Reflex sich von den Hinterextremitäten aus hervorrufen lässt, aufsteigende Richtung des Stromes dagegen zuweilen das gleiche Resultat ergibt, im Allgemeinen jedoch eine Reihe von Contractionen in den Hinterextremitäten und Steigerung der Reflexthätigkeit bewirkt. Versuche an Ratten und Meerschweinchen ergaben die gleichen Resultate: Hemmung der Reflexe durch absteigende Ströme. L. und O. sind der Ansicht, dass der absteigende Strom bei seiner reflexhemmenden Einwirkung auf das Rückenmark direct auf die motorischen Nerven und nicht auf die spinalen Reflexmechanismen einen Einfluss ausübt, der aufsteigende Strom dagegen die Erregbarkeit des Rückenmarkes steigert und auf die motorischen Nerven par action réflexe wirkt. Uspensky³⁹⁾ stellte Versuche an nicht enthaupiteten Fröschen an und prüfte die Veränderungen, welche der constante Strom bei seiner Durchleitung durch das Rückenmark sowohl in den Athembewegungen als in der Reflexbewegung der unteren Extremitäten hervorrief. Hiebei fand er, dass kurz andauernde, auf- wie absteigende Ströme keine merkbaren Veränderungen herbeiführen, sehr lang andauernde Ströme dagegen bei auf- wie absteigender Richtung das Rückenmark paralyisiren und zwar in absteigender Richtung schneller als in aufsteigender. Bei Strömen von mittlerer Dauer wurden bei aufsteigender Richtung die Athembewegungen sehr energisch, die Reflexbewegungen von den unteren Extremitäten dagegen aufgehoben oder geschwächt, bei absteigender Richtung dagegen die Athembewegungen schwächer und zuletzt ganz aufgehoben, während die Reflexbewegungen der unteren Extremitäten sich sehr lange erhielten. Picrotoxinvergiftung liess den Unterschied in der Wirkung auf- und absteigender Ströme noch deutlicher hervortreten; die Picrotoxinkrämpfe wurden durch den absteigenden Strom aufgehoben, durch den aufsteigenden Strom dagegen bei vergifteten Fröschen sogleich Tetanus hervorgerufen. Uspensky folgert aus seinen Versuchen, dass für die Leitung der Erregungsvorgänge durch das Rückenmark hindurch, wie

für die im Rückenmark selbst entstehenden Reflexe dieses Organ sich ganz wie ein peripherer Nerv verhalte, d. h. in der Gegend der Anode die Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit vermindert, in der Gegend der Kathode erhöht werde. Es verdienen endlich hier noch einige Beobachtungen S. Mayer's³⁹⁾ (1868) Erwähnung. M. liess eine Strecke des Froschrückenmarkes einen Strom von 6 Grove'schen Elementen in auf- und absteigender Richtung durchfliessen und reizte das Rückenmark elektrisch sowohl oberhalb als unterhalb der durchflossenen Stelle. Hierbei konnte er einen Einfluss auf die Erregbarkeit des Rückenmarkes weder im positiven, noch im negativen Sinne constatiren. S. Mayer gesteht jedoch selbst zu, dass seine Versuche die Frage bezüglich des Rückenmarkselektrotonus nicht zu erledigen im Stande seien.

Das grosse Interesse, welches die vorliegende Frage für die Elektrotherapie besitzt, sowie der Umstand, dass zur Lösung derselben bisher fast ausschliesslich an Fröschen experimentirt wurde, und trotzdem die erzielten Resultate weit entfernt von Uebereinstimmung waren, bestimmten mich, durch weitere Versuche eine Klärung der hier obwaltenden Verhältnisse anzustreben. Meine Versuche wurden nur an Säugethieren (Meerschweinchen, Kaninchen und jungen Katzen) angestellt. Hierbei wurde zum Theil die von Bayerlacher eingeschlagene Untersuchungsmethode befolgt, i. e. die Veränderung geprüft, welche die Einleitung eines constanten Stromes in das Rückenmark eines Versuchsthieres an dem durch Reizung eines bestimmten Rückenmarksabschnittes mittelst eines Inductionsstromes hervorgebrachten Effecte zu erzielen im Stande war; zum Theil nach vorgängiger Durchschneidung des Rückenmarkes das Verhalten der von den hinteren Extremitäten auszulösenden Reflexe während der Durchströmung des Rückenmarkes untersucht. Die Resultate der nach beiden Methoden angestellten Versuche erwiesen sich als in der Hauptsache übereinstimmend, wie folgende zwei Versuche zeigen.

Versuch A.

Versuchsthiere des oben (Seite 17) beschriebenen Versuches, Kaninchen, welchem das Dorsalmark in der Mitte bloss gelegt und durchschnitten und an dem unteren Stumpfe die Hinterstränge abgetragen waren. Reizung des Rückenmarkes mit einem Inductionstrom von $11\frac{1}{2}$ C. Rollenabstand ergab hier, wie erwähnt, Bewegung beider Hinterextremitäten.

Einschaltung eines aufst. constanten Stromes (10 Siem. El.).

Reizung mit dem Indstr.: Verstärkte Reaction.

Absteigender Strom (10 Siem. El.).

Reizung mit dem Indstr.: Hinterextremitäten fast bewegungslos, dagegen stärkere Bewegung des Schwanzes. Dieses Verhalten hält auch bei länger fortgesetzter Reizung an, doch steigert sich allmählig im Laufe der Zeit die Reaction etwas, die Bewegung der einen Extremität wird unzweifelhaft stärker.

Aufsteigender Strom.

Reizung mit dem Indstr.: Sehr verstärkte Reaction. Dieser Erfolg anhaltend.

Stromöffnung.

Reizung mit dem Indstr.: Nahezu keine Reaction.

Aufst. Strom.

Reizung mit dem Indstr.: Sofort sehr energische Reaction. Gewaltames Aufziehen beider Hinterbeine.

Absteigender Strom.

Reizung mit dem Indstr.: Reaction der Hinterextremitäten bedeutend geringer als bei aufsteigendem Strom. Bewegung des Schwanzes stärker. Der Reizerfolg später sich etwas steigend.

Aufsteigender Strom.

Reizung mit dem Indstr.: Sofort abermals sehr energische Reaction; Durchschneidung des Rückenmarkes am unteren Ende der bloss gelegten Partie.

Erneute Reizung mit dem Inductionsstrom bleibt ohne Erfolg.

In diesem Versuche lässt sich, wie wir bereits erwähnt haben, der Erfolg der Reizung des Rückenmarkes, abgesehen von den Schwanzbewegungen, weder auf Stromschleifen nach den tiefer liegenden Nervenwurzeln, noch auf reflectorische Reizung am Reizorte befindlicher Hinterwurzelfasern zurückführen; die durch Reizung mit dem Inductionsstrom hervorgerufenen Bewegungen der Hinterextremitäten konnten daher nur durch directe Erregung centrifugalleitender Rückenmarksfasern zu Stande kommen. Die Intensität dieses Erfolges zeigte sich je nach der Richtung des in das Rückenmark eingeleiteten constanten Stromes in anderer Weise modificirt. Bei aufsteigender Stromrichtung finden wir regelmässig Verstärkung der Reaction, bei absteigender Richtung dagegen verringerte Reaction. Wir sehen mit anderen Worten, dass umgekehrt wie beim peripheren Nerven, dagegen entsprechend dem Verhalten des Grosshirns die im Zustande des Anelektrotonus befindliche Rückenmarkspartie gesteigerte Erregbarkeit, die im Zustande des Katalektrotonus befindliche dagegen herabgesetzte Erregbarkeit aufweist. Eine Lähmung des Rückenmarkes durch den durchfliessenden Strom tritt dagegen bei keiner der beiden Richtungen ein. Der Unterschied in der Beeinflussung der Rückenmarkssubstanz und der Wurzelfasern durch den constanten Strom erhellt hier in eclatanter Weise aus dem Verhalten des Schwanzes und der Hinterextremitäten. Die Bewegungen des Schwanzes, die, wie schon erwähnt, auf Stromschleifen nach tiefer abgehenden Wurzeln beruhen, werden bei absteigender Stromrichtung (Katalektrotonus der Nervenwurzeln) entschieden gesteigert, während gleichzeitig die von Reizung des Rückenmarkes selbst abhängigen Bewegungen der Hinterextremitäten verringert sind.

Versuch B.

Halbwachsendes Meerschweinchen; Durchschneidung des Rückenmarkes in der Mitte des Dorsalmarkes ohne Blosslegung desselben. Unmittelbar nach der Durchschneidung keine Reflexbewegungen von den

Hinterextremitäten aus durch mechanische Reize (Stiche, Druck etc.) zu erzielen. Nach wenigen Minuten sind jedoch die Reflexe und zwar ziemlich lebhaft (insbesonders auf Stiche) zurückgekehrt.

Aufsteigender Strom, 5° Nadelausschlag: Reflexe erhöht.

Zuckung des Vorderkörpers.

Oeffnung des Stromes.

Absteigender Strom, 5° N. A.: Anfänglich kein sehr erheblicher Unterschied in den Reflexreaktionen gegen vorher, nach einigen Minuten Reflexe geringer.

Oeffnung des Stromes.

Reflexe bei geöffnetem Strom etwas lebhafter als während des letzten Theiles der Untersuchung bei absteigendem Strom.

Aufsteigender Strom, anfänglich 5° N. A., später Steigerung des Stromes bis zu 15°: Reflexe entschieden gesteigert.

Absteigender Strom, 15–20° N. A.: Starke Streckung der Hinterbeine (vorübergehend), Reflexe ansehnlich, aber jedenfalls geringer wie bei aufsteigendem Strom.

Aufsteigender Strom, 10–15° N. A.: Reflexe sehr lebhaft.

Absteigender Strom, gleicher Stärke: Reflexe entschieden geringer wie vorher.

Aufsteigender Strom: Reflexe wieder stärker.

Absteigender Strom: Reflexe geringer als vorher.

Aufsteigender Strom: Reflexe wieder sehr lebhaft, viel lebhafter als bei absteigendem Strom.

Auch aus diesem zweiten Versuche ersehen wir die differente Wirkung auf- und absteigender Ströme auf die Erregbarkeit des Rückenmarkes. Ferner ersehen wir, dass bei keiner der beiden Stromrichtungen und bei Anwendung von mässigen Stromstärken, die mit den in der Elektrotherapie gebräuchlichen sich vergleichen lassen, eine Lähmung der Rückenmarkscentren eintritt. Wenn daher Legros und Onimus bei absteigender Stromrichtung Ausfall der Reflexe auch bei Säugern beobachteten, so dürfte dieser Umstand von der Anwendung sehr bedeutender Stromstärken herrühren, durch welche intensive Reize peripherer sensibler sowohl als hinterer Wurzelfasern und dadurch die Entstehung von Hemmungsvorgängen im Rückenmarke peripheren Ursprungs ermöglicht ist. Auch bei den Beobachtungen Ranke's dürfte die lähmende, respective reflexhemmende Einwirkung des constanten Stromes auf das Rückenmark wenigstens theilweise auf periphere reflexhemmende Reizungen zurückzuführen sein.

Was uns die klinische Erfahrung an Thatsachen kennen gelehrt hat, welche auf die vorwürgige Frage Bezug haben, ist verhältnissmässig wenig und dieses Wenige oft noch zum Theil mehrfacher Deutung fähig. Wir haben oben bereits erwähnt, dass Matteuci in Verbindung mit Farina in einem Falle von traumatischem Tetanus den Strom einer 30–40paarigen Säule mit wenigstens vorübergehendem Erfolge zur Anwendung brachte. Mendel⁴⁰⁾ in Berlin theilte zwei Fälle von Tetanus mit, in welchen die Anwendung des constanten Stromes nicht bloss vorübergehende Beseitigung der Krämpfe, sondern dauernde günstige Resultate

erzielte. In dem einen dieser beiden Fälle handelte es sich um traumatischen Tetanus, in dem anderen um idiopathischen; in beiden Fällen wurde der Strom vorzugsweise derart angewendet, dass die eine Elektrode an den Rücken und die andere an eine der Extremitäten applicirt wurde. Hiebei trat unmittelbar nach dem Schliessen des Stromes öfters Erschlaffung einer tetanisch contrahirten Muskelgruppe ein. Diese Beobachtung ist für unsere Frage jedoch von zweifelhaftem Werthe, weil hiebei neben der Einwirkung auf das Rückenmark eine solche auf periphere Nerven statt hatte. Legros⁴¹⁾ und Onimus berichten über einen Fall von traumatischem Tetanus, in welchem durch die Anwendung von Chloral und constanten Strömen vollständige Genesung erzielt wurde. In diesem Falle wurde durch Anwendung absteigender Ströme am Rücken ebenfalls die Lösung contrahirter Muskeln nahezu regelmässig, jedoch meist nur für kurze Zeit herbeigeführt. Von Legros und Onimus⁴²⁾ wurden ferner mehrere Fälle mitgetheilt, in welchen die Anwendung constanter Ströme am Rücken je nach der Richtung des Stromes einen verschiedenen Einfluss auf die Reflexvorgänge ausübte. Bei einem Paraplegischen, bei welchem die Reflexbewegungen an den unteren Extremitäten sehr lebhaft waren, gelang es dieselben durch Galvanisirung der unteren Rückenmarkspartie mit absteigenden Strömen erheblich zu verringern. Anwendung aufsteigender Ströme bewirkte in diesem Falle sofort Tremor der Beine und heftige Contractionen an dem unteren Rumpfabschnitte. Bei einem zwölfjährigen Kinde, welches an verschiedenartigen (wahrscheinlich hysterischen) Reflexkrämpfen litt, bewirkte Anwendung aufsteigender Ströme am Rücken das Eintreten von Krampfanfällen, während absteigende Ströme diese beseitigten. Bei einem achtjährigen Mädchen, welches seit einem Jahre die Sprache und den grösseren Theil seiner Intelligenz eingebüsst hatte, und bei welchem zu gleicher Zeit Erscheinungen von Chorea aufgetreten waren, wurden durch Anwendung eines aufsteigenden Stromes am Rücken (15–20 Remak'sche Elemente) hochgradige Unruhe, heftige Bewegungen der Glieder nach allen Richtungen etc. hervorgerufen, während bei Application eines absteigenden gleich starken und selbst noch stärkeren Stromes das Kind ruhig blieb und die Bewegungen seiner Glieder cessirten. Anscheinend im Gegensatz zu diesen Erfahrungen von Legros und Onimus steht eine von Leyden⁴³⁾ mitgetheilte Beobachtung Rabow's (Beobachtung 5). Bei einem 45jährigen, an chronischer Myelitis (disseminirter Sklerose) leidenden Manne wurde lebhaftere Reflexerregbarkeit beiderseits in Folge von Stecknadelstichen in die grosse Zehe constatirt. Bei Application eines Stromes von 26 Elementen (Pineus), Anode in der Höhe der Spin. scapul., Kathode 6 Zoll tiefer, erschien nach 5 Minuten die Reflexerregbarkeit der Beine

beträchtlich erhöht, auch nach Beendigung der Sitzung (15 Min.) noch beiderseitig entschieden gesteigert. Einige Tage später ergab sich jedoch bei der gleichen Anordnung der Elektroden nach 15 Minuten diese Steigerung der Reflexerregbarkeit nicht mehr, sondern nur eine geringe Erhöhung der Muskelregbarkeit in den Oberschenkeln. (Wirkung von Stromschleifen in diese? Ref.)

Ich selbst sah in einem Falle von Myclitis transversa (zugewiesen durch Hrn. Hofstabsarzt Dr. Nobiling) mit Paraplegie, eigenthümlichen spastischen Erscheinungen an den Unterextremitäten und gesteigerter Reflexerregbarkeit dieser bei Anwendung eines aufsteigenden Stromes am Rücken (+ Pol über dem untersten Abschnitte der Dorsal- und Anfangstheil der Lendenwirbelsäule, — Pol Nacken, 10 — 12 Stöhrer'sche Elemente) einige Secunden nach Application der Elektroden hochgradigen convulsivischen Tremor beider Beine und Zuckungen der Muskulatur an dem unteren Rumpfabschnitte auftreten. Zu gleicher Zeit ergab sich bei Nadelstichen in die Fusssohle länger dauernder convulsivischer Tremor des Fusses (früher eine einzige Zuckung des Beines). Der Tremor hielt nach Entfernung der Elektroden noch an. Bei Application eines absteigenden Stromes (gleiche Anordnung) zeigte sich ebenfalls noch Tremor der Beine, doch war derselbe von viel geringerer Intensität als bei entgegengesetzter Stromrichtung. Bewegungen von Seiten der oberen Extremitäten wurden bei keiner der beiden Stromrichtungen beobachtet.

Von mehreren Beobachtern wurde die Lösung von Contracturen an den Extremitäten während der Galvanisation des Rückens constatirt, so von Leyden⁴⁴⁾ Lösung von Contracturen nach Typhuslähmung, welche Wirkung jedoch die Sitzung gewöhnlich nicht überdauerte, von Bärwinkel⁴⁵⁾ Hebung von Contractur der Beine in Folge von Spondylitis. Fieber⁴⁶⁾ gelang es bei einem Manne, welcher mit Katalepsie der oberen Extremitäten und Brustmuskeln und Tetanus der unteren Extremitäten behaftet war, durch stabile Anwendung eines absteigenden Stromes am Rücken (Pole am Nacken und Kreuzbeine, Stromstärke allmählig bis auf 40 Dan. El. gesteigert) in der Dauer von 12 Minuten Katalepsie und Tetanus zu beseitigen. Holst⁴⁷⁾ erzielte bei einer Hysterischen, welche an Katalepsie mit Flexibilitas cerea des ganzen Körpers einschliesslich der Kaumuskeln litt, durch am Rücken applicirte Ströme von 30 Elementen bei absteigender wie bei aufsteigender Stromrichtung sofort Erschlaffung des Körpers und anfänglich auch der Kaumuskeln. Dieser Erfolg überdauerte jedoch kaum die Sitzung. Endlich verdienen jedoch hier die beiden von Schivardi und Lagneau publizirten Fälle von Hydrophobia Erwähnung. In dem Falle Schivardi's⁴⁸⁾ wurde der negative Pol einer Batterie von

22 Daniell'schen Elementen an die Stirne und der positive an die Füße applicirt (Nadelausschlag 34^o), der Strom 4 Tage ohne Unterbrechung geschlossen erhalten und hiedurch Besserung der Symptome bewirkt. Der Patient starb jedoch nichts destoweniger. Lagneau⁴⁹⁾ erzielte in einem Falle von Lyssa durch Application eines constanten Stromes an den Rücken bei stabiler Stellung der Anode auf den contrahirten Muskeln temporär bedeutende Milderung der Krämpfe. Der Patient starb jedoch auch in diesem Falle dessenungeachtet.

Wir können nach den im Vorstehenden angeführten klinischen Beobachtungen wohl nicht bezweifeln, dass sich durch die Galvanisation am Rücken ein Einfluss auf die vom Rückenmark vermittelten Reflexvorgänge ausüben lässt. Dieser Einfluss scheint jedoch nach Erfahrungen, die ich auf experimentellem Wege gewann, nur dann in deutlicher Weise sich geltend zu machen, wenn entweder sehr erhebliche Stromintensitäten angewendet werden, oder die Erregbarkeit des Rückenmarkes eine abnorm gesteigerte ist. Ich habe an Gesunden und Neurasthenischen den Einfluss der Galvanisation des Rückens auf die verschiedenen spinalen Hautreflexe (Stich — Kitzel — Cremaster — Bauchreflex) sowie auf die als Patellarreflexe bezeichneten Phänomene geprüft. Nach den hiebei — allerdings nur vermittelst primitiver Untersuchungsmethoden — gewonnenen Beobachtungen scheinen bei völlig oder annähernd normaler Erregbarkeit des Rückenmarkes die genannten Hautreflexe sowie das Patellarphänomen durch Galvanisation längs der Wirbelsäule mit Strömen bis zu 32^o (Galvanometer von Krüger) eine Modification nicht zu erfahren.

Einzelne der oben angeführten klinischen Beobachtungen sprechen des Weiteren dafür, dass je nach der angewandten Stromrichtung die Art der Beeinflussung des Rückenmarkes wechseln, i. e. Steigerung oder Herabsetzung der Reflexerregbarkeit herbeigeführt werden kann. Die betreffenden Beobachtungen sind jedoch noch nicht zahlreich genug, um völlig zuverlässige Schlüsse zu gestatten. Andererseits darf man aber auch aus dem Umstande, dass bei entgegengesetzten Stromesrichtungen der gleiche Erfolg erzielt wurde, noch keineswegs folgern, dass die Richtung des Stromes (resp. der Umstand, ob man den einen oder anderen Pol über der erkrankten Rückenmarkspartie applicirt) für die Einwirkung auf die Erregbarkeit des Rückenmarkes gleichgültig sei. Fassen wir die betreffenden Beobachtungen (Fall Holst und Leyden) genauer in's Auge, so finden wir, dass sich dieselben auf Fälle beziehen, in welchen sehr intensive Ströme angewendet wurden. Solche Applicationen sind mit mächtiger Reizung der Hautnerven verbunden, wodurch sogenannte Interferenzerscheinungen, Hemmung sowohl als Stei-

gerung von Reflexen producirt werden können. Bei dieser Complication können wir den betreffenden Fällen eine Beweiskraft für die in Rede stehende Frage nicht zuerkennen.

IV. Abschnitt.

Ueber die Einwirkung des constanten Stromes auf die Circulations-Vorgänge im Rückenmarke.

Betreffs des geschichtlichen Theiles des uns hier beschäftigenden Themas kann ich mich sehr kurz fassen. Die Frage, in welcher Weise der constante Strom die Circulationsvorgänge im Rückenmarke beeinflusst, wurde bisher noch nie experimentell in Angriff genommen. Man begnügte sich seit Remak dem constanten Strom auf Grund therapeutischer Erfahrungen katalytische Wirkungen auf das Rückenmark zuzuschreiben.

Zu welcher präcisen Anschauungen man nach einer mehr als 20jährigen Uebung der Galvanisation des Rückens in Bezug auf diese katalytischen Wirkungen gelangt war, erhellt wohl am besten aus den Aeußerungen Erb's in dessen Werk über Rückenmarkskrankheiten⁵⁰⁾, die quasi ein Resümee der bisherigen Erfahrungen betreffs dieses Punktes darstellen. „Die katalytischen Wirkungen“ sagt Erb, „sind wahrscheinlich ganz unabhängig von der Stromesrichtung. Ebenso ist aber auch die Wirkung der einzelnen Pole in dieser Beziehung noch sehr unklar, obgleich man dieselbe genauer zu präcisiren gesucht hat. Einfaches Durchströmensein des erkrankten Theiles in genügender Stärke und Dauer scheint die Hauptsache zu sein. Alle Details sind noch empirisch und experimentell zu finden.“

Ich ging bei den Untersuchungen, über welche ich im Nachstehenden berichten werde, von der Anschauung aus, dass man nach den bisherigen Erfahrungen nicht hoffen dürfe, auf rein empirischem Wege Genaueres bezüglich der Einwirkung des constanten Stromes auf die Ernährungsvorgänge im Rückenmarke zu ermitteln, und daher die experimentelle Inangriffnahme dieses Problems nicht zu umgehen sei. Die Fragen, deren Lösung ich zunächst für wünschenswerth erachtete, sind folgende:

1) Ist es bei Anwendung von therapeutisch verwendbaren Stromstärken überhaupt möglich, eine deutliche Wirkung auf die Gefäße der Rückenmarkspia hervorzubringen?

2) Ist bei Einschaltung des ganzen Rückenmarkes in den

Stromkreis die Einwirkung auf die Injectionsverhältnisse der Pia eine verschiedene je nach der Richtung des angewandten Stromes, i. e. je nach der Application des positiven oder negativen Poles an die Halswirbelsäule?

3) Ist bei querer (horizontaler) Durchströmung des Rückenmarkes die Einwirkung auf die Gefässe der Pia eine verschiedene, je nach dem der eine oder der andere Pol an den Rücken applicirt wird?

A. Technik der Versuche.

Es liegt in der Natur der Sache, dass experimentelle Beobachtungen an Rückenmarksgefässen im eigentlichen Sinne des Wortes sich überhaupt nicht anstellen lassen. Der Beobachtung zugänglich sind nur die Piagefässe an den hinteren und seitlichen Partien des Rückenmarkes. Bei den Beziehungen jedoch, welche zwischen den Piagefässen und dem Rückenmark bestehen, lässt sich das an ersteren Beobachtete ohne Weiteres als für die Rückenmarksgefässe gültig betrachten. Die Gefässe des Rückenmarkes stammen nämlich aus der Pia und dringen mit den Fortsätzen dieser in das Rückenmark ein. Die zunächst zu lösende Aufgabe geht also dahin, die Hinterfläche des Rückenmarkes des Versuchstieres an einer für die Beobachtung der Piagefässe, speziell der Piaarterien, günstigen Stelle und in für die Beobachtung genügender Ausdehnung bloss zu legen. Nachdem diess geschehen ist, muss natürlich die Blutung gestillt und das Thier in einem Zustande erhalten werden, der spontane Bewegungen möglichst hinten hält; erst dann kann mit der Einleitung des Stromes und der eigentlichen Beobachtung begonnen werden. Sehen wir nun zu, wie sich diese Forderungen erfüllen lassen. Ich habe die Blosslegung des Rückenmarkes in sämtlichen Versuchen im Wesentlichen nach der von Schiff⁵¹⁾ in dessen Lehrbuch beschriebenen Methode ausgeführt. Es wurde hiebei zuerst die Haut mit dem Unterhautzellgewebe über den Dornfortsätzen in entsprechender Ausdehnung durchschnitten; hierauf die Muskulatur durch zwei Längsschnitte zu beiden Seiten der Wirbelsäule möglichst von den Wirbelbögen abgetrennt und das noch Anhaftende von Muskeltheilen, um Blutung thunlichst zu vermeiden, mit den Scalpellstiele abgeschabt. Hierauf wurden die Weichtheile zwischen zwei Dornfortsätzen weggenommen und mit Abtragung der Dornfortsätze und Wirbelbögen vorsichtig begonnen. Dass dieser erste Theil des Versuches sich nur bei tiefster Narkose des Thieres durchführen lässt, ist naheliegend. Sowohl die Schmerzhaftigkeit der Operation, als der Umstand, dass nur bei völliger Ruhe des Thieres eine Verletzung der Rückenmarkshäute und des Rückenmarkes zu vermeiden ist, machen die Narkose zur Nothwendigkeit. Die Tiefe der Narkose, die hier unumgänglich ist, erheischt

es, dass diesem Theile der Versuchstechnik besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird. Sind die Schwierigkeiten der Anästhesirung glücklich überwunden, so tritt eine neue Klippe in Sicht, die Blutung. Ist dieselbe einigermassen erheblich, so kann sie schon bei der Abtragung der Wirbelbögen grosse Schwierigkeiten bereiten, so ferne sie das Terrain, in dem sich die Scherenbranchen oder die Knochenzangenspitzen bewegen müssen, dem Blicke entzieht. Indess gelingt es hier alsbald durch Abtupfen mit Schwämmen das Operationsfeld temporär so weit zu säubern, dass sich die schneidenden Instrumente mit der zur Abtragung der Wirbelbögen nöthigen Präcision handhaben lassen. Ist die Abtragung beendet, und persistirt alsdann noch die Blutung hartnäckig, so ist der Versuch meistens missglückt. Hiebei kommt im Wesentlichen nur die Blutung aus den Wirbelknochen in Betracht. Zur Stillung derselben lassen sich nur Schwamm oder Löschpapier benützen, beide ziemlich precäre Hilfsmittel. Indess sind die Verhältnisse hier bei verschiedenen Thieren sehr verschieden. Bei Kaninchen ist die Blutung aus den sehr massigen Muskeln oft schon eine recht erhebliche; die Blutung aus den Knochen dagegen eine sehr beträchtliche und hartnäckige, so dass allen Tupfens ungeachtet, das blossgelegte Rückenmark meist einer stetigen Beobachtung unzugänglich bleibt. Hievon abgesehen bewirkt der Blutverlust eine Erschöpfung des Thieres, welche ebenfalls die Erzielung eines positiven Versuchsresultates zur Unmöglichkeit macht. Bei Meerschweinchen ist die Blutung aus den Knochen sowie aus den Weichtheilen gewöhnlich geringer als beim Kaninchen, dasselbe gilt für die Katze; doch ist auch hier die Blutung mitunter hartnäckig genug, um ernste Schwierigkeiten zu bereiten, ja selbst den Versuch ganz misslingen zu lassen. Verhältnissmässig sehr unbedeutend ist die Blutung mitunter beim Lamm; die Wirbelknochen sind hier verhältnissmässig weich, so dass die Abtragung sich ziemlich leicht gestaltet. Bei einzelnen Thieren verursacht aber auch hier die Blutung erhebliche Schwierigkeiten. Von den genannten Thieren ist daher das Kaninchen sowohl wegen der Blutung als aus einem anderen, sogleich näher zu erörterndem Grunde für die hier in Betracht kommenden Rückenmarksversuche am Wenigsten geeignet; ihm reiht sich in dieser Beziehung das Meerschweinchen an. Ist auch die Klippe der Blutung glücklich überwunden, so ist die Möglichkeit der Beobachtung von Aenderungen in der Weite der Piaarterien noch keineswegs bei jedem Thierte gegeben. Auf diese am wenigsten vorherzusehende Schwierigkeit bin ich erst im Laufe meiner Untersuchungen aufmerksam geworden. Um nämlich zuverlässige Beobachtungen über die Einwirkung des constanten Stromes auf die Weite der Arterien des Rückenmarkes machen zu können, ist es nothwendig, dass man solche Arterien von nicht zu feinem Caliber in

längerem Verlaufe zu Gesicht bekommt. Diese Bedingung ist jedoch keineswegs bei allen Thieren zu erfüllen, und wir müssen desshalb etwas auf die Injectionsverhältnisse der Pia bei den früher genannten Thieren eingehen. Beim Kaninchen erblickt man an der Hinterfläche des Rückenmarkes, in der Mittellinie (der Fissura mediana posterior entsprechend) ein nahezu senkrecht von der Gegend des Lendenmarkes bis etwa zum Anfangstheil des Halsmarkes aufsteigendes venöses Gefäss, die vena mediana posterior. In letzterer Gegend theilt sich dieselbe gewöhnlich in zwei Zweige, einen stärkeren, im Bogen seitlich sich wendenden und einen weiter aufwärts, wenn auch nicht in der Mittellinie fortziehenden. In nahezu regelmässigen Abständen sieht man zu derselben, von der Seite her zutretende, transversal verlaufende Aeste deutlich venöser Natur sich begeben. In den Zwischenräumen zwischen diesen und zwar gleichfalls in fast regelmässigen Abständen ziehen ebenfalls in transversaler Richtung deutlich arterielle Aeste gegen die Mittellinie hin, zu einem unter der Ven. med. post. dahinziehenden, in die fiss. med. post. eingebetteten arteriellen Gefässe. Dieses wird erst nach Entfernung der Vene sichtbar, und die Aeste desselben sind wegen ihrer Kürze keine sehr geeigneten Beobachtungsobjekte. Seitlich von der ven. med. post., in gleicher Richtung mit dieser verlaufend, sieht man in der Regel, wenn nicht die Abtragung der Wirbelbögen in sehr weitem Umfange geschah, welches letztere jedoch wegen der Blutung gewöhnlich nicht möglich ist, entweder überhaupt keine oder nur sehr feine, zu exacteren Beobachtungen sich ebenfalls nicht eignende arterielle Gefässe. In Folge dieser Umstände trifft man selbst unter einer grösseren Anzahl von Kaninchen nur ausnahmsweise einmal ein für die Beobachtung der Rückenmarkspiaarterien gut geeignetes Thier an. Nahe zu völlig übereinstimmend mit dem geschilderten Verhalten beim Kaninchen liegen die Dinge beim Meerschweinchen, nur dass hier wegen des noch geringeren Umfangs des Rückenmarkes, und des entsprechend geringeren Calibers der Gefässe die Beobachtung sich noch schwieriger gestaltet. Anders verhält es sich bei der Katze. Hier erstreckt sich die ven. med. post. als solche gewöhnlich nur vom Lendentheil bis in den Anfangstheil des Dorsalmarkes, woselbst sie in bogenförmigem Verlaufe sich seitlich wendet, einen schmälern Ast aufwärts sendend. Von der Umbiegungsstelle der Vena med. post. an nach aufwärts bis gegen das Halsmark sind zahlreiche Gefässverästelungen z. Th. arteriell, z. Th. venös, an der Hinterfläche des Markes wahrzunehmen. Die arteriellen Gefässe sind zwar meist feinen Calibers, jedoch auf längere Strecken zu verfolgen, wesshalb das Rückenmark der Katze ein entschieden günstigeres Beobachtungsobject bildet als das des Kaninchens und Meerschweinchens. Noch günstiger für die Beobachtung

sind die Verhältnisse meist beim Lamm. Auch hier finden wir noch im Bereiche des Dorsalmarkes eine Vena. med. post., allerdings mitunter nicht strenge in der Mittellinie verlaufend, mitunter auch an einer Stelle sich sehr verdünnend, um dann weiter oben wieder stärker anzuschwellen. Seitlich hievon verlaufen arterielle Gefässe, die in der Hauptsache die Richtung der ven. med. einhalten und mehr minder zahlreiche Aeste nach beiden Seiten abgeben. Unter den von mir benützten Versuchsthieren erwies sich daher das Lamm als das entschieden für die hier in Rede stehenden Beobachtungen geeignetste. Die Beobachtung der Gefässe geschah in allen meinen Versuchen vermittelt der Lupe. Die Erfahrungen, die ich gelegentlich meiner Gehirnversuche bezüglich der Vortheile der Erhaltung der Dura mater gewonnen hatte, bestimmten mich von vornherein dazu, die Beobachtungen soweit als möglich bei Erhaltung der Dura vorzunehmen, und in der That sind beim Rückenmarke noch mehr Gründe für diesen Modus der Untersuchung vorhanden als beim Gehirn. Die Dura mater zeigt sich bei allen den genannten Thieren als eine anfänglich wenigstens völlig durchsichtige Membran. Durch dieselbe hindurch lassen sich meist für längere Zeit die Injectionsverhältnisse der Pia, namentlich bei Benützung der Lupe, mit vollster Deutlichkeit wahrnehmen. Erst nach längerem Blossliegen und zwar bei einzelnen Thieren früher, bei anderen später (bei häufigen Abtupfen und Wischen der Dura gewöhnlich früher, als wenn dies nicht geschieht) trübt sich die Dura, so dass eine genauere Wahrnehmung durch dieselbe hindurch nicht mehr möglich ist. Ich schritt alsdann, aber auch bei noch nicht getrübt Dura gewöhnlich bei Schluss des Versuches zur Abtragung der Dura. Dieser Eingriff gestaltet sich viel schwieriger, als man a priori glauben möchte, wenn er ohne Verletzung eines der Piagefässe durchgeführt werden soll. Unmittelbar nach dem Einschneiden der Dura fliesst die Subdural- und Subarachnoidealflüssigkeit ab*). Die Dura legt sich hierauf knapp an die Pia an, und selbst mit der äussersten Vorsicht gelingt es oft nicht, die dünne und nur undeutlich sich abgrenzende Membran ohne Verletzung eines Gefässes von der Pia abzuheben und weiter abzutrennen. Nach dem Abfluss der Subdural- und Subarachnoidealflüssigkeit beginnt

*) Am Gehirne z. B. von Kaninchen sieht man nach Abtragung der Dura noch deutlich das Ab- und Zutreten der Subarachnoidealflüssigkeit. Die abfliessende Flüssigkeit muss daher aus dem Subduralraum stammen. Am Rückenmarke konnte ich mich nach Abtragung der Dura von einem Nochvorhandensein der Subarachnoidealflüssigkeit nicht überzeugen. Es scheint hier bei der Entfernung der Dura wahrscheinlich in Folge einer einst nicht leicht zu vermeidenden Mitverletzung des äusseren Piablattes (der Arachnoidea älterer Autoren) mit der Subdural- auch die Subarachnoidealflüssigkeit abzufließen.

auch sehr rasch das Eintrocknen der Pia und hiemit die Reaktionsunfähigkeit der Gefässe. Die Veränderungen, welche das Caliber der Piaarterien, unmittelbar nach der Blosslegung des Rückenmarkes darbietet, sind minder auffällig als die entsprechenden Veränderungen der Piaarterien des Gehirns. Häufig liess sich eine deutliche Aenderung des Lumens überhaupt nicht wahrnehmen. In anderen Fällen war dagegen eine deutliche, langsam zunehmende Erweiterung zu constatiren. Eine deutliche Verengung ist dagegen nur sehr selten wahrzunehmen. Eine Erweiterung der Gefässe und zwar nicht bloss der arteriellen, sondern auch der venösen, letztere sogar viel ergiebiger hervortretend, machte sich immer bei Bewegungen des Thieres bemerklich. Da bei heftiger Bewegung ausserdem die Blutung, wenn sie bereits auch einige Zeit sistirt hatte, neuerdings begann, und hiemit die Beobachtung unmöglich wurde, so war es nothwendig, auch nach der Blosslegung des Rückenmarkes, und der Stillung der Blutung, also während der eigentlichen Versuchszeit das Thier in einer, wenn auch minder tiefen Narkose zu erhalten. Dieser prolongirten Narkose sind, aller Vorsicht ungeachtet, bei Anwendung des Chloroforms manche meiner Versuchsthierchen erlegen.

Der Strom wurde bei den Versuchen mit Längsdurchströmung des Rückenmarkes in der Regel derart applicirt, dass ein Pol mit der Halswirbelsäule, der andere mit dem untern Theil der Lendenwirbelsäule in Verbindung gesetzt wurde. Die Einleitung des Stromes bewerkstelligte ich in den ersten Versuchen vermittelst kleiner Flanell überzogener Knopfelektroden, wie sie in der Elektrotherapie gebräuchlich sind. Diese wurden an glattgeschorene Stellen der betreffenden Rückenpartieen applicirt. Dieser Modus erwies sich jedoch als unpraktisch, aus mehrfachen Gründen (Ableiten der Knöpfe bei Bewegungen der Thiere, Nothwendigkeit besonderer Assistenz zum Halten der Elektroden etc.). Ich ging deshalb dazu über, einen ziemlich dicken Kupferdraht mehrere Cm. lang quer unter die Haut der betreffenden Stellen des Rückens durchzuführen. Die beiden Enden dieses Kupferdrahts wurden zusammengedreht und mit der Leitungsschnur in Verbindung gebracht. Noch später benützte ich länglich viereckige, an beiden Seiten durchlöchernte Zinkblechplättchen, welche unter die durch einen Einschnitt abgetrennte Haut eingeführt wurden. Diese wurden durch einen Kupferdraht, welcher durch die seitlich an den Plättchen angebrachten Löcher durchgezogen war, mit den Leitungsschnüren in Verbindung gebracht.

Als Stromquelle diente in allen Versuchen bis auf einen eine Batterie Siemens'scher Elemente. Die Stromstärken variierten im Allgemeinen von 5° — 40° Nadelausschlag; meist war jedoch der Nadelausschlag ein geringer. Die Einschaltung des Stromes geschah in der Regel erst dann, nachdem eine weitere

Veränderung des Calibers der beobachteten Gefässe nicht mehr zu constatiren war. Auch die Einwirkung der Bewegungen, welche meist beim Schliessen des Stromes, wahrscheinlich durch Reizung der Nervenwurzeln, eintreten, wurden gebührend berücksichtigt. Es wurden nur solche Veränderungen als von der Einwirkung des constanten Stromes herrührend notirt, welche nicht wie die von den Bewegungen des Thieres abhängigen momentan oder nur einige Secunden währten, sondern während der ganzen oder wenigstens des grösseren Theiles der Stromdauer anhielten. In mehreren Versuchen wurde auch die Einwirkung peripherer faradischer Reizung auf die Piagefässe des Rückenmarkes einer Prüfung unterworfen.

Versuch I.

3 Monate altes Kätzchen, Chloroformnarkose. Blosslegung des Rückenmarkes, vom untersten Theile des Brustmarkes nach abwärts. Mässige Blutung. In der Mitte der blossgelegten Markpartie ein längs verlaufendes venöses Gefäss, von welchem zahlreiche seitliche Aeste abgehen. Dieses Gefäss wendet sich weiter oben seitlich. Ausserdem mehrere arterielle Gefässe im Gesichtsfelde.

1. Absteigender Strom. Die als arteriell erscheinenden Gefässe sowohl als die Vene weiter; Thier vollkommen ruhig athmend. Nadelausschlag 6°.
2. Aufsteigender Strom. Nadelausschlag 5°. Im ersten Moment werden die Gefässe anscheinend etwas enger; später keine merkliche Veränderung.
3. Absteigender Strom. Die Injection ist eine stärkere.

Versuch II.

Halbgewachsenes Kätzchen. Chloroformnarkose. Blosslegung des Rückenmarkes vom Anfangstheile des Lendenmarkes anfangend nach auf- und abwärts. Reichliche Injection der Pia mater. Nicht unerhebliche Blutung aus den intravertebralen venösen Plexus. Injection alsbald noch zunehmend.

1. Absteigender Strom. Geringe Erweiterung der Gefässe, insbesondere Zunahme des grösseren venösen sich unten theilenden Gefässes. Nadelausschlag 5°.
2. Aufsteigender Strom. Keine merkliche Aenderung, jedenfalls keine Erweiterung. Abtragung der Dura mater.
3. Absteigender Strom. Nadelausschlag 10°. Geringe Zunahme, stärkere Füllung der Gefässe.
4. Aufsteigender Strom. Nadelausschlag 10°. Anfänglich Verengerung, später eher etwas Zunahme der Weite der Gefässe. Periphere Reizung mit dem Inductionsstrom. Starke Zunahme der Injection.

Versuch III.

Halbgewachsenes Meerschweinchen; Eröffnung des Rückenmarkes von der Mitte der Brustwirbelsäule nach abwärts. Aethernarkose. Genau in der Mitte senkrecht emporsteigend ein bläulich durchschimmerndes venöses Gefäss mit seitlich abgehenden Aesten. Ferner von den Seiten gegen die Mittellinie in nahezu regelmässigen Abständen verlaufend, deutlich hellrothe arterielle, theils schmalere, theils stärkere Aestchen.

1. Absteigender Strom. Keine merkliche Aenderung anfänglich, später geringe Erweiterung, Nadelausschlag 4°.
2. Aufsteigender Strom. Geringe Verengerung. Steigerung des Stromes: Verengerung deutlicher*).

Versuch IV.

Ausgewachsenes Kaninchen von ungewöhnlicher Grösse. Aethernarkose. Eröffnung des Wirbelcanals ungefähr in der Mitte der Dorsalwirbelsäule. In der Mitte des Gesichtsfeldes die vena mediana mit seitlichen Verzweigungen in grösseren Abständen. Rechts, wo die Wirbelbogen in grösserer Ausdehnung abgetragen wurden, sind zwei längs und parallel verlaufende Gefässe zu beobachten, dem Anscheine nach arteriell. Das eine davon, das stärkere, verästelt sich hauptsächlich nach oben zu, und ein sehr feiner Ast vereinigt sich mit einem Aestchen, das gegen die ven. med. zieht. Das andere noch weiter lateral liegende Gefäss, sehr lang und schmal, gibt ebenfalls Aestchen ab, welche, wie es scheint, mit denen des anderen arteriellen Gefässes nach oben zu communiciren.

Blutung nicht erheblich, aber sehr hartnäckig, wegen derselben ist nur die Blosslegung einer beschränkten (circa $2\frac{1}{2}$ —3 Cm.) langen Markpartie möglich. Dura mater völlig intact. Caliber der arteriellen Gefässe bei längerer Beobachtung gleichbleibend.

1. Absteigender Strom: Deutliche Erweiterung.
2. Aufsteigender Strom: Keine merkliche Veränderung; im Laufe der Zeit Gefässe eher enger.
3. Absteigender Strom: Gefässe weiter.

Die Einleitung des Stromes geschah durch Blechblättchen an Nacken und Lendenwirbelsäule.

Versuch V.

Lamm. Aethernarkose. Blosslegung des Rückenmarkes an der unteren Partie des Dorsalmarkes. Von der rechten Seite und dem unteren Rande zutretend, nach aufwärts und der Mittellinie verlaufend ein venöses Gefäss, welches weiter nach aufwärts nicht strenge die Mittellinie einhält. Zu beiden Seiten dieses Gefässes in der Hauptsache längs verlaufende, schmale arterielle Gefässe, deren Caliber bei längerer Beobachtung keine auffallende Veränderung zeigt (höchstens sich etwas verringert).

1. Absteigender Strom. Nadelausschlag 28°. Erweiterung der Arterien, Pulsation an einer Anzahl von Arterien sichtbar. Diese Erweiterung während der Stromdauer zunehmend, desgleichen die Pulsation; dieselbe ist so bedeutend, dass an einem der Zweigchen eine grössere Strecke sich förmlich hin und her bewegt. 2 Minuten.
2. Aufsteigender Strom. Nadelausschlag 28°. Gefässkaliber wenig geändert, eher enger, Pulsation entschieden geringer, Verengerung nach $1\frac{1}{2}$ Minuten merklicher, Pulsation noch geringer. Stromdauer $2\frac{1}{4}$ Minuten.
3. Absteigender Strom. Nadelausschlag 31°. Caliberveränderung nicht sehr erheblich, soweit zu beobachten, Gefässe jedenfalls eher weiter. Pulsation an dem einen Zweigchen wieder lebhafter. Erweiterung später deutlicher.
4. Periphere Reizung mit dem Inductionsstrom. $11\frac{1}{2}$ — $7\frac{1}{2}$ Centimeter Rollenabstand. Geringe Erweiterung und deutliche

*) Beim Abtragen der Dura erfolgte Verletzung eines Pia-Gefässes, in Folge welcher eine Fortsetzung des Versuches unmöglich wurde.

Verstärkung der Pulsationen an den Arterien. Dura bis dato erhalten. Abtragung derselben. Gefässinjection mittel.

5. Reizung der gleichseitigen *) Hinterextremitäten mit dem Inductionsstrom. $6\frac{1}{2}$ Centimeter Rollenabstand. Geringe Zunahme. Reizung auf der anderen Seite: Erfolg wie vorher; geringe Zunahme.

Versuch VI.

Lamm von 8—10 Wochen, Aethernarkose, Blosslegung des Rückenmarkes in der Mitte des Dorsalmarkes ungefähr; mässige Blutung. Zwischen Dura mater und Periost ziemlich reichliche Massen von Fettgewebe. In der Mittellinie, dem sulcus med. post. entsprechend, von oben nach unten verlaufend ein deutlich venöses Gefäss (hellroth wegen des Aether's). In der Mitte des blossgelegten Gesichtsfeldes eine Verdünnung dieses Gefässes; weiter nach abwärts zu erneuter Uebergang desselben in stärkeres Caliber. Zu dem Gefässe treten von der Seite, und zwar vorzüglich von der linken Seite stärkere Venenstäme heran. Ein deutlich arterielles Stämmchen an der oberen Partic der linken Markhälfte von der Seite her zutretend und sich in zwei lange schmale Aeste theilend, wovon der eine schräg gegen die Mittellinie, der andere leicht bogenförmig nach abwärts zieht. Injection der Gefässe mässig und so bei längerer Beobachtung verbleibend.

1. Absteigender Strom. 10 Stöhrer'sche El., später 15—20 El. 4 Minuten. Stärkere Injection der Gefässe.
2. Aufsteigender Strom. 10—20 El. 5 Minuten. Injection dem Anscheine nach sich wenig verändernd. Nach der Oeffnung des Stromes deutliche Erweiterung und Pulsation an dem gegen die Mittellinie verlaufenden arteriellen Aste.
3. Aufsteigender Strom. 15 El. Arterien etwas schmaler als vorher und keine Pulsation zeigend. Steigerung des Stromes (18 El.). Caliber der arteriellen Gefässe gleichbleibend. 4 Minuten.
4. Absteigender Strom. 10—20 El. Anfänglich Gleichbleiben des Arteriencalibers. Hierauf allmählig mässige Zunahme desselben; besonders an den Hauptstämmchen und dem nach abwärts verlaufendem Aste wahrnehmbar. Spätere Zunahme noch deutlicher. 4 Minuten.

Reizung der Hinterextremitäten mit dem Inductionsstrom (eine Pinselektrode, eine feuchte Elektrode): Deutliche Zunahme der Injection bei Reizung sowohl der gleichseitigen als der gegenüberliegenden Extremität. Diese Zunahme auch nach Abtragung der Dura bei erneuter faradischer Reizung zu constatiren. Rollen übereinander geschoben.**)

*) i. e. Derjenigen Hinterextremität, welche mit den beobachteten Gefässen gleichseitig war. Es wurden nämlich, da eine gleichzeitige Beobachtung sämmtlicher Gefässe an der blossgelegten Markpartie nicht möglich ist, in der Regel nur die auf einer Seite (rechts oder links von der fissura mediana post.) befindlichen Arterien zum Gegenstande der Beobachtung gemacht.

**) Der in diesem Versuche benützte Inductionsapparat ist von bedeutend geringerer Wirksamkeit als der in den übrigen Versuchen gebrauchte. Die Stromstärke bei übereinander geschobenen Rollen entspricht etwa der bei 7 Cm. Rollenabstand des anderen Apparates.

Versuch VII.

Meerschweinchen*). Eröffnung der Wirbelhöhle in der Mitte der Wirbelsäule nach auf- und abwärts. Dura mater völlig intact. Injection der blossliegenden Partie mässig. In der Mitte deutlich sichtbar ein venöses Gefäss, von welchem in grösseren Abständen seitliche Zweige abgehen; daneben einzelne hellrothe (arterielle) Aestchen.

Inductionsstrom. Reizung der Beine mit diesem bewirkt eine Verstärkung der Injection. Inhalation von Amylnitrit; Deutliche Zunahme der Gefässweite, namentlich an der mittleren Vene wahrnehmbar. Abtragung der Dura. Reizung der Muskulatur in der Nähe der Wunde: Verengerung der Gefässe.

Ueberblicken wir die Ergebnisse der im Vorstehenden angeführten Versuche, so zeigt sich, dass dieselben die zwei ersten von jenen drei Fragen, deren experimentelle Lösung ich unternahm, in ganz klarer Weise entscheiden. Wir ersehen aus den Versuchen:

1) dass es gelingt, durch Einleitung mässiger, therapeutisch verwendbarer constanter Ströme in den Wirbelkanal von Thieren eine deutliche Wirkung auf die Gefässe der Rückenmarkspia auszuüben,

2) dass die Art dieser Wirkung je nach der Richtung des eingeleiteten Stromes eine verschiedene ist.

Aus sämtlichen Versuchen ergibt sich, dass absteigende Ströme (respective Applicationen des + Pols an die Halswirbelsäule) Erweiterung der arteriellen Gefässe bewirken. Dieser Erfolg tritt, wo überhaupt eine Aenderung an den Piagefässen des Rückenmarkes zu beobachten ist, ganz regelmässig auf. Es ist in keinem der von mir angestellten Versuche eine Verengerung der Piagefässe bei absteigender Stromrichtung beobachtet worden. An der Erweiterung der Gefässe participirten in einzelnen Fällen auch die Venen ganz deutlich. Die Zunahme des Arterien-calibers, welche der constante Strom in den angeführten Versuchen producirte, war im Durchschnitte nur eine mässige, sie erreichte nie den Umfang, der z. B. bei Einwirkung des Amylnitrits zu beobachten ist. Auch trat die Erweiterung keineswegs in jedem Versuche sogleich nach Stromschluss hervor. Sie stellte sich öfters in deutlicher Weise erst nach einer gewissen Stromdauer ein, hielt jedoch immer bis zur Stromöffnung, nicht selten auch noch einige Zeit nach dieser an.

Die Wirkung aufsteigender Ströme (resp. der Application des — Poles an die Halswirbelsäule) unterscheidet sich, wie wir sehen, in mehrfachen Beziehungen von der absteigender Ströme. Zunächst ist hervor zu heben, dass die durch aufsteigende Ströme producirten Veränderungen der Gefässweite im Ganzen minder erheblich und minder gleichförmig sind als die durch absteigende Ströme

*) Ob Chloroform — oder Aethernarkose gebraucht wurde, ist in dem Versuchsprotokoll zu notiren versäumt worden.

hervorgerufenen. In mehreren Reizversuchen war eine deutliche Aenderung des arteriellen Lumens weder in dem einen noch in dem anderen Sinne zu constatiren. Dagegen trat — mit einer sogleich zu berührenden Ausnahme — in allen Versuchen, in denen eine Lumenschwankung überhaupt beobachtet wurde, Verengerung der Gefässe ein.

In einem Reizversuche des zweiten Experimentes trat nachdem anfänglich eine Verengerung der Gefässe sich eingestellt hatte, eine geringfügige Erweiterung derselben ein. Dieser Wechsel in den Caliberverhältnissen ist nicht ohne Weiteres auf die Einwirkung des constanten Stromes zurückzuführen. Ich habe oben schon erwähnt, dass Bewegungen des Thieres eine Erweiterung der Piagefässe zur Folge haben. Dieser Einfluss der Bewegungen auf die Piagefässe macht sich natürlich während der Einwirkung aufsteigender Ströme eben so gut als unter anderen Verhältnissen geltend. Da die verengernde Wirkung aufsteigender Ströme ohnediess keine sehr energische ist, so gelingt es, wie ich mich zu überzeugen Gelegenheit hatte, der Einwirkung der Bewegungen sogar leicht, den Einfluss des aufsteigenden Stromes auf die Gefässlumina zu übercompensiren. Es sind deshalb Reizversuche, in welchen das Thier anhaltend Bewegungen ausführt, unbrauchbar. Ich bin nun nicht in der Lage mit Sicherheit die nach vorübergängiger Verengerung beobachtete geringfügige Zunahme der Gefässweite auf die Einwirkung von Bewegungen zurückzuführen, da hierüber in dem betreffenden Versuchsprotokolle nichts constatirt ist; das Statthaben einer solchen mag jedoch übersehen worden sein, wenn dieselbe nicht erheblich war. Ich glaube, diesen Erklärungsmodus um so eher adoptiren zu dürfen, als in den Lammversuchen, auf deren Ausführung die peinlichste Sorgfalt verwendet wurde, und in welchen die Beobachtung der Gefässe wegen des grösseren Calibers und der grösseren Ausdehnung der beobachtbaren Gefässstrecken die zuverlässigsten Resultate lieferte, von einem Umschlagen der Wirkung während der Stromdauer oder einer primären Erweiterung der Gefässe bei aufsteigender Stromrichtung nichts zu beobachten war. Berücksichtigt man alle diese Umstände, so wird man den Schluss nicht abweisen können, dass wir durch in aufsteigender Richtung in den Spinalkanal eingeleitete Ströme, resp. Application des — Poles an die Halswirbelsäule eine Verengerung der Piaarterien des Rückenmarkes herbeizuführen im Stande sind. Dieser Schluss findet eine gewichtige weitere Stütze in der Thatsache, dass sich durch Application des — Poles an die Halswirbelsäule auch in anderen Gefässgebieten (Retinaarterieen, Wangenarterieen) Verengerung herbeiführen lässt. (S. hierüber Seite 48 u. f.)

Was den vorstehend angeführten Versuchsergebnissen einen erhöhten Werth verleiht, ist der Umstand, dass dieselben völlig

mit dem übereinstimmen, was von mir bezüglich des Einflusses in der Längsrichtung durch den Kopf geleiteter Ströme auf die Weite der Piagefässe des Gehirns ermittelt wurde. Auch bei der Längsleitung durch den Kopf tritt bei Application des + Poles an den Nacken des Thieres Erweiterung, bei Application des — Poles Verengung der Piaarterien ein. Diese Uebereinstimmung in den Resultaten beider Versuchsreihen legt uns die Annahme sehr nahe, dass wir es hier mit Wirkungen zu thun haben, die von denselben centralen Mechanismen ausgehen. Wo diese Mechanismen sich befinden, hierüber kann kaum ein Zweifel obwalten. Wir wissen, dass zwar in der ganzen Länge des Rückenmarkes vasomotorische Apparate sich finden, diese aber besonders reichlich in den obersten Markabschnitten vertreten sind, dass ferner in der med. obl., die bei Application einer Elektrode an den Nacken ebenfalls von Stromschleifen erreicht wird, sich ein sehr wichtiges vasomotorisches Centrum befindet. Da an den Applicationsstellen der Elektroden die Stromdichte stets am bedeutendsten ist, so wird es wohl nicht als gezwungene Annahme erachtet werden können, dass bei Application einer Elektrode an den Nacken die vasomotorischen Apparate in den oberen Markpartieen (inclusive med. obl.) von Stromschleifen in genügender Dichte getroffen werden, um eine Aenderung in ihren functionellen Verhältnissen zu erfahren. Die Erweiterung der Piagefässe bei absteigender, die Verengung derselben bei aufsteigender Stromrichtung beruht also auf entgegengesetzten Modificationen in den Thätigkeitsverhältnissen der vasomotorischen Apparate in den obersten Markabschnitten (incl. med. obl.), welche Modificationen durch die Einwirkung der beiden Pole zu Stande kommen. *)

Bei den nachstehend mitzutheilenden Versuchen wurde von der horizontalen Durchleitung des Stromes (ein Pol Sternum, ein Pol Rücken) Gebrauch gemacht. Die Einleitung des Stromes geschah in einer Weise, die den therapeutisch üblichen Applicationen wenigstens sich möglichst nähert, da eine völlige Nachahmung dieser hier nicht ausführbar ist. Es wurde ein grösseres Zinkplättchen unter die durch einen Einschnitt abgetrennte Haut

*) Wollte man dagegen annehmen, dass die bei auf- und absteigender Stromrichtung an der Rückenmarkspia beobachteten Caliberveränderungen von einer directen Einwirkung der in den Spinalcanal eindringenden Stromschleifen auf die Piagefässe, resp. deren vasomotorische Nerven herrühren, so stünde man der seltsamen Erscheinung gegenüber, dass aufsteigende Ströme am Rückenmarke eine Verengung der Gefässe, am Gehirne dagegen eine Erweiterung, absteigende Ströme am Rückenmarke eine Erweiterung, am Gehirne eine Verengung der Gefässe herbeiführen. Da eine derart entgegengesetzte Einwirkung nicht wohl denkbar ist, erübrigt nur die oben ausgesprochene Annahme, dass die Caliberveränderungen von Beeinflussung in den obersten Markpartieen befindlicher vasomotorischer Apparate abhängen.

am Sternum eingeführt und durch einen Kupferdraht mit dem einen Zuleitungsdrahte in Verbindung gesetzt. Zwei kleinere Zinkplättchen wurden am Rücken unter die Haut ober- und unterhalb der blossgelegten Rückenmarkspartie eingeführt und beide Plättchen durch Kupferdrähte mit dem anderen Zuleitungsdrahte verknüpft.

Versuch VIII.

Ausgewachsenes Kaninchen. Aethernarkose. Blosslegung des Rückenmarkes im oberen Theile des Dorsalmarkes. In der Mitte des Gesichtsfeldes ein nach oben zu gablich sich theilendes, dem Anscheine nach venöses Gefäss; seitlich und in der Mitte zwischen den Gabeln längs verlaufende, schmale arterielle Gefässe. Das Lumen dieser Gefässe nimmt bei längerer Beobachtung zu. Nach oben zu von der Seite ein stärkeres venöses Gefäss zutretend, das mit den gablich sich theilenden communicirt. Blutung mässig. Bei weiterem Abtragen der Wirbel, an der Seite ein weiteres längs verlaufendes arterielles Gefäss sichtbar. Caliber dieses Gefässes bei längerem Beobachten auch etwas zunehmend.

- + Pol Rücken. Nadelausschlag 27°: Caliber der Gefässe sehr wenig verändert, eher enger, später etwas zunehmend; diese Zunahme jedoch nicht sehr erheblich; noch später die Erweiterung deutlicher.
- + Pol Brust — Pol Rücken. Nadelausschlag 27°: Caliber annähernd gleich; Steigerung des Stromes: 35° Nadelausschlag, bis zum Schlusse des Versuches (vier Minuten) keine sehr auffallende Veränderung.
- + Pol Rücken — Pol Brust: Nadelausschlag 40°: Caliber zunehmend; eine Minute.
- + Pol Brust — Pol Rücken: Keine sehr merkliche Aenderung des Calibers.
- + Pol Rücken — Pol Brust. Nadelausschlag 30°. Caliber zunehmend.

Versuch IX.

Kleines Lamm. Aethernarkose, ziemliche Blutung. Eröffnung der Wirbelhöhle in der Mitte der Dorsalwirbelsäule. Die ven. med. in der Mitte des Gesichtsfeldes die Mittellinie einhaltend, nach oben und unten seitlich abweichend und sich gablich theilend. Seitlich von der ven. med. arterielle Gefässe. Die Injection der Gefässe bei längerer Beobachtung zunehmend; später gleichbleibend.

- Pol Rücken + Pol Sternum. Nadelausschlag 35°: Weder das Lumen der Venen, noch der Arterien anfänglich viel verändert, doch eher weiter. Die Erweiterung später merklicher. 2½ Minuten. Etwas Pulsation an den Arterien wahrzunehmen. Die Erweiterung noch später deutlicher.
- + Pol Rücken — Pol Sternum. Nadelausschlag 35°. Auch jetzt keine sehr erhebliche Veränderung, aber jedenfalls Erweiterung; dieselbe wird später etwas deutlicher sogar als vorhin; 3—3½ Minuten. Gefässe nach der Oeffnung etwas enger.
- Pol Rücken + Pol Sternum. 30—40° Nadelausschlag: Gefässe jedenfalls weiter; Erweiterung aber nicht sehr erheblich.
- + Pol Rücken — Pol Sternum. Nadelausschlag 35°: Erweiterung jetzt etwas deutlicher.
- Pol Rücken + Pol Sternum. Nadelausschlag 30°: Keine wesentliche Veränderung. Verstärkung des Stromes: Erweiterung deutlicher.

Inductionsstrom: Reizung der gleichseitigen Hinterextremität: Anfänglich keine Veränderung, später bei 6½ Rollenabstand: Erweiterung und verstärkte Pulsation.

Versuch X.

Ziemlich grosses und kräftiges Lamm. Aethernarkose. Eröffnung der Wirbelhöhle in der Mitte der Dorsalwirbelsäule. Nicht unbeträchtliche Blutung. In der Mitte des blossgelegten Gesichtsfeldes die vena mediana; ein allerdings nicht sehr beträchtliches arterielles Gefäss von der Seite her zutretend und sich in zwei auf- und abwärts verlaufende Aestchen theilend. Aehnliches Gefässverhalten weiter oben; diese Arterienstämmchen erweitern sich bei längerem Beobachten. Auf der rechten Seite reichlichere arterielle Injection.

+ Pol Sternum — Pol Rücken; Nadelausschlag 40°. Deutliche Erweiterung und stärkere Pulsation an dem arteriellen Gefässe wahrnehmbar. Die stärkere Pulsation und die Erweiterung anhaltend, später die Pulsation nachlassend.

+ Pol Rücken, — Pol Sternum; Nadelausschlag 40°. Im ersten Moment Verengung, hierauf Rückkehr zum vorigen Lumen. Allmählig werden wieder stärkere Pulsationen der arteriellen Gefässe wahrnehmbar; später anscheinend noch weitere Zunahme der Injection.

+ Pol Sternum, — Pol Rücken; Nadelausschlag 40°. Wiederum geringe Erweiterung der Arterien.

Pause von mehreren Minuten.

+ Pol Rücken, — Pol Sternum; Nadelausschlag 40—45°; etwas stärkere Pulsation; vielleicht auch etwas Zunahme des Calibers.

Die Dura mater blieb in allen drei vorstehenden Versuchen erhalten.

Wir erfahren aus den vorstehenden Versuchen, dass in qualitativer Beziehung in der Wirkung beider Pole auf die Gefässe der Rückenmarkspia eine wesentliche Differenz nicht besteht. Beide Pole können Erweiterung der arteriellen Gefässe herbeiführen. Im Einzelnen erweist sich jedoch die Wirkung beider Pole wenigstens in quantitativer Beziehung nicht völlig gleich. Die sich ergebenden Differenzen zeigen aber keine Constanz. Bei Application des + Poles am Rücken ergab sich durchgängig Erweiterung der Gefässe, zwei Male nach vorhergängiger Verengung. Bei Application des — Poles am Rücken trat in den Lammversuchen durchgängig Erweiterung ein und zwar war diese in Versuch II bedeutender als bei Einwirkung des + Poles, während in Versuch I (Kaninchen) keine deutliche Caliberänderung constatirt werden konnte. Ob diese Differenzen von individuellen Eigenthümlichkeiten der gebrauchten Versuchsthiere oder sonstigen Momenten (Einwirkungen auf die vasomotorischen Centren im Halsmarke?) abhängen, bin ich nicht in der Lage zu entscheiden.

Vergleichen wir die lokalen Wirkungen beider Pole auf die Piagefässe des Rückenmarkes mit den Wirkungen derselben auf die Hautgefässe, wie sie insbesondere durch die Versuche Hrn. Prof. v. Ziemssens⁵²⁾ festgestellt wurden, so ergibt sich in mehreren Beziehungen eine Uebereinstimmung. Auch an der Haut ist die Wirkung beider Pole auf die Gefässe in qualitativer Beziehung gleich; an der Anode ergibt sich zuweilen nach vorhergängiger Anämie eine Hyperämie, an dem — Pole treten aber beide Veränderungen schneller, sowie in- und extensiver als an dem

+ Pole auf, was ich an den Piagefässen im Allgemeinen nicht finden konnte.

Ein Ergebniss der beiden Versuchsreihen ist ferner die Thatsache, dass Reizung der Haut mit starken faradischen Strömen Erweiterung der Arterien der Rückenmarkspia herbeiführt. Diese Thatsache steht in Uebereinstimmung mit den Erfahrungen, welche ich bezüglich des Einflusses faradischer Hautreizung auf die Weite der Piagefässe des Gehirns gewonnen habe; sie steht ferner in Uebereinstimmung mit der von mir am Kaninchen gemachten experimentellen Beobachtung, dass starke faradische Hautreizung Erweiterung der Retinaarterien herbeiführt. Eine Verengerung der Piaarterien des Rückenmarkes konnte ich als Folge peripherer faradischer Reizung weder bei Anwendung mässiger, noch starker Ströme beobachten.*) Meine in dieser Richtung gehegten Erwartungen blieben unerfüllt. Was die Deutung dieses Versuchsergebnisses anbelangt, so muss ich zunächst die Annahme zurückweisen, dass es sich hier vielleicht um eine als Folgewirkung von Muskelcontractionen auftretende collaterale Hyperämie handeln könnte. Es ist selbstverständlich, dass bei Reizung einer Hautpartie mit beträchtlichen faradischen Strömen Contractionen in den darunter liegenden Muskeln nicht leicht ausbleiben. Solche fehlten auch in den hier in Betracht kommenden Versuchen nicht, betrafen jedoch nur beschränkte Muskelgruppen, da die Reizung gewöhnlich an einer Hinterextremität vorgenommen wurde. Dass diese Muskelcontractionen die beobachtete Erweiterung der Piaarterien nicht herbeiführten, können wir aus dem Umstande schliessen, dass letztere öfter schon eintrat, bevor Muskelcontractionen bemerkbar wurden; andererseits zeigen zahlreiche physiologische Erfahrungen, dass durch directe Reizung sensibler Nerven sowie durch Reizung von Hautpartien vermittelt chemischer Agentien in verschiedenen Gefässgebieten Erweiterung ohne vorhergehende Verengerung sich herbeiführen lässt, so z. B. Erweiterung der Ohrgefässe bei Reizung des Ischiadicus und sensibler Cervicalnerven⁵³), Erweiterung der Gefässe des Froschmesenteriums etc., bei Reizung der Haut eines Beines durch Faradisation mit starken Strömen, Senfspiritus, Cantharidentinktur etc. (Naumann⁵⁴) anfängliche Erweiterung der Piaarterien des Gehirns bei Application von Senfteigen auf ausgedehnte Hautpartien (Schüller⁵⁵) u. s. w. Es kann demnach wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die hier in Rede stehende Gefässerweiterung Folge der faradischen Hautreizung war und durch reflectorische Beeinflussung vasomotorischer Centren zu Stande kam.

*) Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass ich die faradische Reizung immer nur kurze Zeit ($\frac{1}{2}$ Minute etwa) anwandte.

V. Abschnitt.

Wirkungen der therapeutischen Galvanisation des Rückens.

Die Galvanisation des Rückens kann in verschiedener Weise ausgeführt werden. Man kann hiebei beide Elektroden oder nur eine an die Wirbelsäule appliciren; im letzteren Falle wird die zweite Elektrode an irgend eine andere Stelle des Rückens oder an die Vorderfläche des Rumpfes, oder endlich an eine Extremität angesetzt. Ich habe im Nachstehenden zunächst nur diejenige Procedur im Auge, bei welcher die beiden Elektroden an die Wirbelsäule applicirt werden — die Galvanisation längs der Wirbelsäule Benedicts —; was indess für diese gilt, gilt im Wesentlichen auch für die anderen Methoden der Rückengalvanisation — mit Ausnahme derjenigen, wobei die zweite Elektrode an eine Extremität applicirt wird.

Ich unterscheide die im Titel genannten Wirkungen in:

1. Primäre, i. e. während der Durchleitung des Stromes oder unmittelbar nach derselben auftretende,

2. in secundäre, i. e. solche, die erst einige Zeit nach der Application oder nach wiederholten Applicationen bemerkbar werden. Die therapeutischen Erfolge der Rückengalvanisation gehören im Wesentlichen dieser Rubrik an.

I. Primäre Wirkungen.

Der Eintritt der primären Wirkungen der Galvanisation des Rückens ist zunächst an die Einwirkung einer bestimmten, individuell wechselnden Stromstärke gebunden. Diese Stromstärke gegeben, variiren die Wirkungen zum Theil, je nachdem die Elektroden an die eine oder andere Partie der Wirbelsäule applicirt werden, zum Theil je nach den Zuständlichkeiten des Gehirnes, Rückenmarkes und der Nervenwurzeln. Wir ziehen hier nur die Wirkungen therapeutisch verwendbarer Stromstärken in Betracht und sehen, um die Sache nicht zu sehr zu compliciren, von einer Unterscheidung zwischen stabiler und labiler Application ab. Setzt man, die eine Elektrode an die Halswirbelsäule, die andere an eine tiefergelegene Stelle der Wirbelsäule und schaltet einen Strom von mittlerer Stärke (20—30° Galv. von Krüger) ein, so erhält man folgende Erscheinungen:

1) Eine Empfindung mehr minder intensiven Brennens an der Applicationsstelle der negativen Elektrode, während an der des positiven Poles eine ähnliche Sensation überhaupt nicht oder

nur in geringerer Intensität auftritt*). Die Intensität dieser Sensationen ist im Allgemeinen um so bedeutender, je zarter die Haut und je geringer das Fettpolster ist, also je prominenter die Dornfortsätze. Hievon abgesehen finden sich in maehen Krankheitsfällen an der Wirbelsäule einzelne umschriebene Stellen, vorzugsweise Dornfortsätzen entsprechend, woselbst schon sehr mässige Ströme (insbesonders bei Application des — Poles) sehr bedeutende Schmerzen verursachen⁵⁶). Diese Stellen sind zuweilen spontan schmerzhaft; öfters erweisen sich dieselben für Druck überempfindlich. So finden sich vorzugsweise über Partien des Rückenmarkes, an welchen mehr floride entzündliche (meningitische und myelomeningitische) Processe ablaufen, ferner bei Neurosen der verschiedensten Art (Neuralgien, Chorea etc.). Auf der anderen Seite beobachtet man namentlich bei lange abgelaufenen, veralteten Rückenmarksaffectionen öfters auffallende Unempfindlichkeit für den constanten Strom, ohne dass zu gleicher Zeit Erscheinungen von Anästhesie oder Analgesie an der Rückenhaut beständen.

2) Hautröthung, gewöhnlich beträchtlich an der Applicationsstelle des — Poles, geringer oder fehlend an der des + Poles.

3) Geschmacksempfindungen (sogenannter galvanischer Geschmack); diese treten nach den beiden ersterwähnten Erscheinungen am häufigsten und zwar in der Mehrzahl der Fälle auf; öfters dauern dieselbe noch Tage lang nach der Oeffnung des Stromes in schwächerem Grade an.

4) Lichtblitze; sie lassen sich nach meinen Erfahrungen zum Mindesten in der Hälfte der Fälle hervorrufen; ihr Eintritt wird nicht selten auch bei Application einer Elektrode an den oberen Abschnitt der Brustwirbelsäule beobachtet (was übrigens auch für die Geschmacksempfindungen gilt).

5) Ohrensausen, wird wenigstens von Legros und Onimus⁵⁷) erwähnt; mir ist diese Erscheinung bei Application constanter Ströme am Rücken nie vorgekommen, wohl aber in einem Falle bei Anwendung des Inductionsstromes.

6) Hustenbewegungen. Diese zählen nach meinen Erfahrungen nicht zu den häufigeren Vorkommnissen bei Galvanisation des Rückens, treten jedoch in einzelnen Fällen ganz regelmässig auf. Die Auslösung derselben gelang mir mit beiden Polen, und waren Wendungen oder jähe Stromschliessungen hiezu nicht erforderlich. Häufig waren diese Bewegungen von

*) Hiebei ist jedoch vorausgesetzt, dass beide Elektrodenplatten von gleicher Grösse sind. Wählt man für die negative Elektrode eine erheblich grössere Platte als für die positive, so kann die Sensation des Brennens an der Applicationsstelle der negativen Elektrode in Wegfall kommen, dagegen an der Applicationsstelle der positiven Elektrode auftreten.

einem Kitzelgeföhle im Halse begleitet. Bei mehreren Personen nahm ich die Gelegenheit war, die Zone am Rücken, von welcher aus Hustenbewegungen sich hervorrufen liessen, genauer zu umgrenzen; dieselbe erstreckte sich über die untere Hälfte der Halswirbelsäule und die oberen drei bis vier Brustwirbel. Schon diese Localisirung scheint mir gegen Brenners Annahme zu sprechen, dass die in Rede stehenden Hustenbewegungen auf Vagusreizung zu beziehen seien. Noch mehr dürfte aber hiegegen die von Brenner selbst erhärtete Thatsache sprechen, dass bei unipolarer Reizung die Auslösung des Hustens früher und sicherer durch die Anode als durch die Kathode geschieht (S. Brenner, Unters. 2. Band 1869, S. 83). Dieser Umstand weist meines Erachtens eher auf einen centralen Auslösungsort hin. Vielleicht handelt es sich um Einwirkungen auf die spinalen Athmungscentren.

7) Verschiedene Erscheinungen, welche auf Beeinflussung der Organe im Innern der Schädelhöhle hinweisen: Eingenommenheit des Kopfes, Schwindel von leisen Andeutungen bis zu den bedeutendsten Intensitäten, Druck im Hinterhaupt (Schraubstockgefühl), unter Umständen aber auch Erscheinungen entgegengesetzter Art: Verringerung oder Beseitigung abnormer Sensationen im Kopfe, wie z. B. des Geföhles der Eingenommenheit oder Schwere im Kopfe; die erstgenannten Erscheinungen sind mitunter von objectiv wahrnehmbaren vasculären Veränderungen, lebhafter Röthung des Gesichtes, stärkerer Pulsation der Kopfarterien begleitet. Unter diesen Erscheinungen bedarf die Entstehung der cutanen Sensationen und der Hautröthung keiner besonderen Erörterung. Die Geschmackssensationen, die Lichtblitze und das Ohrensausen sind zweifelsohne durch Erregungen der betreffenden Sinnesnerven durch Stromschleifen bedingt. Die Umstände, von welchen die, wie erwähnt, mitunter vorkommende lange Andauer der Geschmacksempfindung abhängt, sind zur Zeit unbekannt. Der Schwindel sowie die übrigen sub 7) erwähnten Erscheinungen verdanken ihre Entstehung wahrscheinlich einer Beeinflussung vasomotorischer Apparate im Hals- und verlängerten Marke durch Stromschleifen. Ein- und Ausschleichen mit dem Strome verhindert das Auftreten oder verringert wenigstens die Intensität des Schwindels, sowie der Eingenommenheit des Kopfes und des Druckes im Hinterhaupte. Zur Hervorrufung der beiden ersteren Erscheinungen ist, wie ich mich durch eine Anzahl von Versuchen überzeugt habe, die Anwesenheit eines bestimmten Poles in der Nähe des Schädels nicht erforderlich; in den Fällen, in welchen sie überhaupt sich produciren lassen, werden sie durch Application des positiven wie des negativen Poles an die Halswirbelsäule herbeigeföhrt. Sie gehören im Ganzen bei Anwendung der oben erwähnten Stromstärken zu den selteneren Erscheinungen; bei dazu beson-

ders disponirten Personen treten sie jedoch schon bei Anwendung sehr geringfügiger Stromintensitäten auf.

8a. Aenderungen in der Temperatur der Arme und der Mundhöhle.

Leyden⁵⁸⁾ erwähnt, dass directe Application der Elektroden an die Halswirbelsäule wenn auch nicht constant, so doch sehr gewöhnlich eine Steigerung der Temperatur in dem Arme einer oder beider Seiten um $\frac{1}{2}$ — 1° bewirke. Meine Beobachtungen stimmen hiemit nicht ganz überein. Ich stellte eine grosse Anzahl von Versuchen (an Gesunden und Neurasthenischen vorzugsweise) an, um über die Einwirkung der Galvanisation des Halsmarkes auf die Temperatur der Arme sowie in der Mundhöhle Näheres zu ermitteln; die Versuche wurden alle in gleicher Weise und mit den nöthigen Cautelen vorgenommen. Die Versuchsperson sass, am Oberkörper entkleidet und ruhig, an der gleichen Stelle des Zimmers von dem Momente angefangen, in welchem das Thermometer mit der Hand in Berührung gebracht, respective in die Mundhöhle eingeführt wurde, bis zur Entfernung des Thermometers. Die Galvanisation wurde in der Weise vorgenommen, dass ein Pol über die Halswirbel, der andere zwischen die Scapulae zu stehen kam. Als beweisend wurden nur solche Versuche erachtet, in welchen vor Beginn der Galvanisation bereits während einiger Zeit ein weiteres Steigen des Thermometers nicht mehr constatirt wurde. Hiebei stellte sich heraus, dass in vielen Fällen die Galvanisation des Halsmarkes mit Strömen bis 35° einen merklichen Einfluss auf die Temperatur der Arme nicht äusserte; wo ein solcher sich geltend machte, handelte es sich meist nur um Steigerungen von $\frac{1}{10}$ — $\frac{4}{10}^{\circ}$; nur in einem einzigen Falle konnte ich eine Steigerung von $\frac{6}{10}^{\circ}$ C. beobachten (Fall von chronische Myelitis). Ein Sinken der Temperatur der Arme liess sich dagegen nie constatiren. Anders verhält es sich mit der Temperatur in der Mundhöhle. In vielen Fällen liess sich auch hier eine nennenswerthe Schwankung nicht wahrnehmen. Dagegen ergab sich in einer Anzahl von Versuchen ein deutliches Sinken der Temperatur während der Galvanisation. Die Stromrichtung, bei welcher das Sinken eintrat, war mit Ausnahme eines Falles die aufsteigende (— Pol an der Halswirbelsäule). Das Sinken begann hiebei alsbald nach der Anlegung der Elektroden und hielt während der Dauer der Galvanisation an. Das Maximum des Temperaturabfalles betrug $\frac{6}{10}^{\circ}$. Gewöhnlich begann unmittelbar nach der Oeffnung des Stromes die Temperatur wieder zu steigen, um in einigen Minuten ihr früheres Niveau völlig oder nahezu zu erreichen. Ich war jedoch nicht im Stande, bei völlig gleicher Versuchsanordnung, selbst bei der gleichen Versuchsperson die Herabsetzung der Mundhöhlentemperatur constant herbeizuführen. In manchen Versuchen und zwar bei verschiedenen Stromrichtungen trat eine

Steigerung der Temperatur ein, diese betrug jedoch nie über $\frac{2}{10}^{\circ}$ C. Bei so geringfügigen Erhöhungen ist es jedoch im einzelnen Falle immer fraglich, ob es sich um eine Wirkung der Galvanisation handelt. Derartige Steigerungen können noch innerhalb der Breite physiologischer Schwankungen vorkommen.

Zur Illustrirung des Angeführten will ich hier einige Versuche mittheilen:

1) Kräftiger Mann von 23 Jahren (Neurasthenia cerebialis).

Temperatur in der Hand nach 16 Minuten: 36,9° C.

nach 8 Minuten langer Galvanisation

+ Pol Nacken	}	37,2
— Pol zwischen Scapulae		
Nadelausschlag: 30°		

nach weiteren 2 Minuten Galvanisation: 37,2.

4 Minuten nach der Stromöffnung: 36,9.

2) Derselbe Mann.*)

Temperatur in der Hand nach 20 Minuten: 33,0° C.

nach 8 Minuten langer Galvanisation

— Pol Nacken	}	34,1
+ Pol zwischen Scapulae		
Nadelausschlag: 33°		

nach 12 Minuten langer Galvanisation: 35,1

5 Minuten nach der Stromöffnung: 35,6.

3) Mann in den 50er Jahren (Neurastheniker)

Temperatur in der Hand nach 20 Minuten: 35,6

nach 6 Minuten langer Galvanisation

— Pol Nacken	}	36,0
+ Pol Scapulae		
Nadelausschlag: 25°		

3 Minuten nach der Stromöffnung: 36,1.

4) Kräftiger Mann von 27 Jahren (Neurastheniker)

Temperatur in der Mundhöhle nach 15 Minuten: 37,3 C.

nach 7 Minuten langer Galvanisation

— Pol Nacken	}	36,9
+ Pol Scapulae		
Nadelablenkung: 35°		

5 Minuten nach der Stromöffnung 37,3.

5) Weibliche Person von 42 Jahren, Allgemeine Neurasthenia,

Temperatur in der Mundhöhle nach 20 Minuten: 37,8°

nach 7 Minuten langer Galvanisation

— Pol Nacken	}	37,8
+ Pol Scapulae		
18 Stöhrer'sche Elemente (nicht sehr kräftig wirkend)		

4 Minuten nach der Stromöffnung: 37,6.

*) Dieser Versuch ermangelt meines Erachtens jeglicher Beweiskraft bezüglich der Einwirkung der Galvanisation des Rückens auf die Temperatur der Arme. Ich führe denselben nur deshalb an, weil er zeigt, welche verschiedene Zeiträume zur Messung der Temperatur peripherer Theile erforderlich sein können, und wie Nichtbeachtung dieses Umstandes zu Täuschungen führen mag.

- 6) Mann von 23 Jahren
 Temperatur in der Mundhöhle nach 20 Minuten: 37,6
 nach 8 Minuten Galvanisation
 — Pol Nacken
 + Pol Scapulae } 37,3
 Nadelablenkung: 33°
 7 Minuten nach der Stromöffnung 37, 1—2.

Dass die im Vorstehenden erwähnten Temperaturänderungen auf einer Beeinflussung der im Hals- und oberen Brustmarke befindlichen vasomotorischen Apparate durch den constanten Strom beruhen, ist eine naheliegende Annahme. Auf eingehendere Erklärungsversuche dürfte den in Rede stehenden Beobachtungen gegenüber zur Zeit noch zu verzichten sein*).

8b. Einwirkungen auf die Circulationsvorgänge in der Retina. Nach den vorläufigen Ergebnissen einer von Herrn Stabsarzt Dr. Seggel mit mir unternommenen Versuchsreihe bewirkt Application des negativen Poles an die Halswirbelsäule beim Menschen regelmässig eine Verengerung der Retinaarterien, während Application des positiven Poles im Allgemeinen eine nennenswerthe Aenderung in der Weite der Retinagesäße nicht herbeizuführen scheint.**)

8c. Auch die Circulationsverhältnisse im Uterus werden durch die Galvanisation des Rückens beeinflusst; indess tritt diese Wirkung in der Regel erst nach mehreren Sitzungen hervor. Eine Ausnahme bildet in dieser Beziehung eine Beobachtung Hiffelheims⁶⁰). Dieser Autor sah während der Application eines constanten Stromes an den Rücken (vermittelst einer Kette seiner bekannten, wenig wirksamen Elemente) wiederholt Metrorrhagieen bei einer Dame eintreten und nach Entfernung der Kette cessiren. Von Benedict wurden in einem Falle wiederholt Mastdarmlutungen als Folgen der Galvanisation des Rückens beobachtet.

Den Uebergang zu den folgenden Wirkungen bildet:

9) Schlafneigung oder allgemeine Müdigkeit. Diese Wirkung ist nichts der Rückengalvanisation speciell Angehöriges. Sie wird öfters bei Anwendung des constanten Stromes an den verschiedensten Körpertheilen beobachtet — ich sah dieselbe z. B. sehr deutlich bei Galvanisation der Fussgelenke auftreten — und scheint auf reflectorischer Beeinflussung der Circulationsvorgänge im Innern der Schädelhöhle zu beruhen. — An die im Vorhergehenden angeführten reiht sich eine Anzahl weiterer

*) Vergl. hiezu Przewoski, Ueber den Einfluss des inducirten und galvanischen Stromes auf vasomotorische Nerven. Diss. Greifswald, 1876.

*) Ueber die betreffenden Versuche wird an anderem Orte ausführlicher berichtet werden. Rieger und von Forster⁶⁹) erhielten bei faradischer Reizung des Rückenmarkes an verschiedenen Punkten Erweiterung, einmal dagegen Verengerung der Retinagesäße; beim Frosche ergab sich Verlangsamung bis zu nahezu völligem Stillstande des Blutstromes in der Hyaloida.

Wirkungen an, deren Eintritt von der Anwendung bedeutenderer Stromstärken als die oben erwähnten oder von dem Vorhandensein bestimmter pathologischer Zustände abhängt.

10) Excentrische Sensationen. Von Flies⁶¹⁾ und Rosenthal⁶²⁾ wurde während der Galvanisation des Rückens mit Strömen auf- und absteigender Richtung bei verschiedenen Krankheitszuständen das Auftreten excentrischer Sensationen in den Extremitäten, von Möbius am Rumpfe, von mir in den Extremitäten und in einem Falle am Rumpfe beobachtet. Dass sich bei Anwendung bedeutender Ströme und Application des — Poles an die Lendenwirbel auch bei Gesunden excentrische Sensationen in den Unterextremitäten hervorrufen lassen (Brenner), wurde bereits erwähnt. Auch das Auftreten solcher (Kriebeln, Schmerzen) kurze Zeit nach der Sitzung wurde beobachtet (Seeligmüller⁶³⁾, Leyden⁶⁴⁾, eigene Beobachtung).

11) Muskelzuckungen an den Extremitäten, Steigerung choreatischer Bewegungen während der Galvanisation des Rückens wurden von Flies⁶⁵⁾ und Legros und Onimus⁶⁶⁾ und mir beobachtet. Der Eintritt der hier in Betracht kommenden Bewegungen war meines Erachtens durch die Einwirkung des constanten Stromes auf Rückenmarkspartien oder spinale Wurzeln, die sich in einem abnormen Reizzustande befanden, bedingt. Von diesen Bewegungen müssen wir diejenigen unterscheiden, welche hier und da bei elektrischer Reizung einzelner Stellen der Wirbelsäule auftreten und offenbar reflectorischer Natur, i. e. durch Reizung von Haut- oder Wirbelnerven bedingt sind; letzteren Reflexbewegungen gehören auch manche der Remak'schen diplegischen Contractionen an (Brown-Sequard⁶⁷⁾, Benedict⁶⁸⁾, Rosenthal⁶⁹⁾, Meyer⁷⁰⁾, eigene Beobachtungen bei Tabes und Neurasthenia spinalis).

12) Lösung von Muskel-Contracturen (jüngeren Datums), ferner Erschlaffung von Muskeln in Fällen von Tetanus und Katalepsie (Legros und Onimus, Bärwinkel, Leyden, Fieber, Holst). Bezüglich der Deutung dieser Wirkungen muss ich auf Seite 61 verweisen.

13) Veränderungen der Pupillenweite und zwar Verengerung der erweiterten sowohl als der normalen Pupille (letzterer weniger) während der Sitzung wurden von Arndt⁷¹⁾ beobachtet. Die Verengerung trat insbesondere bei Schliessung und Oeffnung des Stromes auf, aber auch während der Stromdauer blieb die Pupille enger als vorher. (Stromrichtung absteigend). Arndt bezog die Erweiterung der Pupille in dem betreffenden Falle auf einen Reizzustand des Halsmarkes und obersten Theiles des Dorsalmarkes, „welche das Centrum ciliospinale bergen.“ Die Verminderung des Reizzustandes dieses Centrum durch Versetzung desselben in Anelektrotonus (absteigender Strom) soll sich durch Schliess- und Oeffnungszuckung etc. dokumen-

tiren, weil momentan der Nervus oculomotorius das natürliche Uebergewicht über die Nerven des Dilatator bekommt. Nach den neueren physiologischen Erfahrungen ist diese Auffassung wohl dahin zu modificiren, dass die Versetzung der im Rückenmarke entspringenden Nerven für den Dilatator pupillae (dessen Existenz vorläufig wieder gesichert erscheint⁷²) in den Anelektrotonus die Veränderungen der Pupillenweite herbeiführt.

14) Modification der Reflexerregbarkeit und zwar Steigerung sowohl als Herabsetzung derselben wurde bei Rückenmarkskranken während der Galvanisation des Rückens constatirt. (Legros und Onimus, Leyden, eigene Beobachtung; siehe hierüber oben).

15) Zunahme der galvanischen Erregbarkeit der Oberschenkel- und Vorderarmmuskeln während der Galvanisation des Rückens wurde von Leyden⁷³) (Rabow) in mehreren Fällen constatirt. Leyden scheint diese Wirkung als Folge einer Einwirkung des constanten Stromes auf das Rückenmark zu betrachten, welche Auffassung meines Erachtens auf einer Täuschung beruht. In den Leyden-Rabow'schen Versuchen wurden ziemlich beträchtliche Ströme durch längere Zeit (10—12 Minuten) angewendet. Hiebei müssen Stromschleifen auch in die oberen und unteren Extremitäten gelangen, deren Stärke nach den Beobachtungen von Onimus eine nicht ganz geringfügige ist. Onimus⁷⁴) stach bei mit Anaesthetie behafteten Frauen Platinnadeln, welche mit einem Galvanometer in Verbindung standen, in den Vorderarm ein, und beobachtete eine deutliche Nadelablenkung bei Application constanter Ströme an die obere Partie des Halses und selbst an die Schulter der gegenüberliegenden Seite. Dass diese Stromschleifen unter Umständen eine Steigerung der Erregbarkeit der Muskeln vortäuschen können, unterliegt wohl keinem Zweifel. Diese Deutung der Leyden-Rabow'schen Beobachtungen scheint mir durch mehrere Thatsachen noch weiter gewährleistet. Schiel⁷⁵) fand die Kraftleistung des Armes (gemessen durch den Burq'schen Druckdynamometer) während eines ziemlich kräftigen Rückenstromes vom Nacken zum Kreuzbein unverändert; auch das Verhalten der motorischen Nerven der Extremitäten gegen den Inductionsstrom schien ihm während der Polarisation des Rückenmarkes — von einigen unsicheren Differenzen abgesehen — keine Veränderung zu erleiden. Ich konnte ebenfalls einen Einfluss der Rückengalvanisation auf die elektrische Erregbarkeit der Extremitätennerven (geprüft mit beiden Stromesarten vorzugsweise am N. medianus am Oberarm und am N. peroneus) nicht constatiren. Auch die faradocutane Sensibilität der Extremitäten zeigt nach meinen — mit denen Schiel's übereinstimmenden — Beobachtungen während der Galvanisation des Rückens keine Modification.

16) Verschiedene therapeutische Wirkungen (abgesehen

von den bereits erwähnten): Verringerung oder Beseitigung excentrischer Sensationen (Parästhesien und Schmerzen), bei Lähmungszuständen Zunahme der motorischen Kraft. Bezüglich der Deutung dieser Erfolge verweise ich auf den folgenden Abschnitt. Hieher gehört ferner die sogenannte erfrischende Wirkung der Rückengalvanisation. Diese besteht im Wesentlichen in Beseitigung oder Verringerung des Gefühls von Schwäche und Müdigkeit im Rücken und in den Extremitäten, welches sich bei so vielen spinalen Leiden findet. Man bezieht letzteren Erfolg auf die zuerst von Heidenhain⁷⁶⁾ für den ermüdeten Muskel nachgewiesene erfrischende, i. e. Erregbarkeit modificirende Wirkung des constanten Stromes. Ich halte es jedoch für fraglich, ob dieselben lediglich auf eine Modification der Erregbarkeitsverhältnisse und nicht auch auf vasomotorische und noch andere Wirkungen des Stromes zurückzuführen ist. Die hier genannten therapeutischen Wirkungen haben das Gemeinsame, dass sie sich selbst bei anscheinend gleich gelagerten Fällen nichts weniger als constant hervorrufen lassen und dass sie anfänglich (d. h. während der ersten Sitzungen) wenigstens gewöhnlich vorübergehender Natur sind. Wo sie sich überhaupt fixiren, geschieht es meist erst nach öfterer Wiederkehr derselben oder wenigstens nach öfterer Vornahme der Galvanisation des Rückens.

17) Verschiedene unangenehme Nach- und Nebenwirkungen. Wir finden hierüber in der Literatur nur spärliche Mittheilungen, obwohl derartige Vorkommnisse sicherlich nicht allzu selten sich ereignen. Ich habe in zwei Fällen nach der Galvanisation des Rückens bei Application der einen Elektrode an die Halswirbelsäule länger (mehrere Stunden) anhaltende Eingenommenheit des Kopfes beobachtet, ohne dass übermässige Ströme angewendet worden wären. In dem einen dieser Fälle trat diese Erscheinung in Begleitung von lebhafter und sehr lästiger Carotidenpulsation regelmässig bei Application einer Elektrode an den Nacken ein. In einem Falle (Neurasthenia) traten kurze Zeit nach der Sitzung heftige excentrische Schmerzen in den Beinen (s. oben), wahrscheinlich durch Anwendung eines zu starken Stromes veranlasst, auf; in einem anderen Falle (Rückenmarkerschütterung durch Fall) in welchem jedoch nur mässige Ströme angewendet worden waren, stellten sich alsbald nach der Sitzung Schmerzen in einem Beine ein, später für kurze Zeit gefolgt von einem Gefühle lähmungsartiger Schwäche. Auch Richter⁷⁷⁾ beobachtete in einem Falle (wahrscheinlich Myelitis chronica) das Auftreten stärkerer Schmerzen nach Anwendung beträchtlicherer Ströme. Ein jedenfalls sehr seltenes Vorkommniss ist dagegen, was Legros und Onimus⁷⁸⁾ von der Einwirkung verschiedener Stromrichtungen in einem Falle berichten. Diese Autoren wandten bei einem Tabetiker, welcher an sehr heftigen lancinirenden Schmerzen in den Unterextremitäten litt, aufstei-

gende Ströme (30 El.) an. Die Schmerzen verschwanden nach der ersten Sitzung, aber bedeutende allgemeine Aufregung trat an deren Stelle auf. Sie entschlossen sich desshalb zur Anwendung absteigender Ströme; hierauf kehrten die Schmerzen in den Beinen in grosser Heftigkeit wieder, während die Aufregung ausblieb. Diese verschiedenen Wirkungen traten nach jeder Anwendung der einen oder anderen Stromrichtung ein.

Secundäre Wirkungen der Galvanisation des Rückens.

Der Annahme secundärer Wirkungen der Rückengalvanisation liegt im Wesentlichen die Thatsache zu Grunde, dass man bei einer Reihe von Erkrankungen des Nervensystems und zwar insbesondere des Rückenmarkes und seiner Häute während der Anwendung der Rückengalvanisation Besserung und selbst Beseitigung krankhafter Erscheinungen (Funktionsstörungen) beobachtet. Eine genauere Präcisirung der hier in Betracht kommenden Wirkungen ist z. Z. aus mehrfachen Gründen unmöglich. Die Erkrankungen des Nervensystems, bei welchen von der Galvanisation des Rückens Gebrauch gemacht wird, sind ausserordentlich zahlreich; bei sehr vielen ist uns die zu Grunde liegende Aenderung in den anatomisch-physiologischen Verhältnissen nur sehr ungenügend bekannt; bei nicht wenigen erlangen wir sogar jeder nähären Kenntniss über den Sitz und die Art der vorhandenen Abweichung von der Norm. Schon bei denjenigen Erkrankungen, deren pathologisch-anatomisches Substrat uns relativ bekannt ist, entbehren wir eines tieferen Einblicks in die Vorgänge, welche die Galvanisation des Rückens in den erkrankten Theilen erregt; noch verschleierter ist uns natürlich die Kette von Actionen und Reactionen, welche bei der anderen Gruppe von Erkrankungen durch die Galvanisation des Rückens herbeigeführt wird. Diese Sachlage involvirt eine gewisse Begrenzung unseres Themas. Wir können natürlich nicht daran denken, die Wirkungen der Galvanisation des Rückens bei jeder einzelnen Krankheitsform, in welcher dieselbe angewandt wurde, feststellen zu wollen. Wir müssen uns damit begnügen, kurze Revue über die Leistungen dieser Procedur bei denjenigen Erkrankungen zu halten, bei welchen von derselben bisher in ausgedehnterem Masse Gebrauch gemacht wurde, also die Beurtheilung auf ausreichendes Erfahrungsmaterial sich stützen kann. Nachdem wir solchergestalt einen Ueberblick über das bezüglich der secundären Wirkungen empirisch Festgestellte gewonnen haben, können wir zusehen, in wie weit dieses augenblicklich einer Erklärung zugänglich sich erweist.

Die Galvanisation des Rückens wurde bisher angewendet:

- 1) bei Erkrankungen des Rückenmarkes, der Rückenmarkshäute und Nervenwurzeln,
- 2) bei gewissen Erkrankungen des Gehirns und der Gehirnhäute,
- 3) bei verschiedenen centralen Neurosen: Hysterie, Chorea, Paralysis agitans etc.

Unter den Erkrankungen des Rückenmarkes, bei welchen die Galvanisation des Rückens Erfolge aufzuweisen hat, stehen in erster Linie diejenigen Störungen, die man in neuerer Zeit unter der Bezeichnung *Neurasthenia* zusammenfasst. Es ist hier nicht der Platz, auf die Manigfalt der Symptome dieses proteusartigen Leidens einzugehen. So viel kann ich auf Grund eigener ziemlich umfangreicher Erfahrungen behaupten, dass consequente Anwendung der Galvanisation des Rückens sich in jedem dieser Fälle wenigstens nützlich erweist. In vielen derselben von nicht zu langem Bestande wird sogar eine der Heilung sich nähernde Besserung erzielt. Auch bei den chronischen entzündlichen Affectionen der Rückenmarkshäute, bei den Folgezuständen spinaler Blutungen, ferner bei Rückenmarkerschütterungen — und zwar bei den acuten durch Fall, Stoss, Eisenbahnunfälle etc. bewirkten, wie bei den chronischen, die bei Ausübung gewisser Berufe, (wie z. B. dem der Eisenbahnconducteure) unvermeidlich sind, werden günstige Resultate erzielt. Doch kommen hier die therapeutischen Erfolge nach meinen eigenen Erfahrungen und dem mir sonst Bekanntgewordenen den bei der *Neurasthenia* beobachteten keineswegs gleich. Die Erfolge treten zögernder ein und selbst bei andauernder Behandlung lässt sich oft nur eine partielle Besserung (oft auch diese nicht) erzielen. Je mehr der Krankheitsprocess auf die Substanz des Rückenmarkes übergreift und in dieser sich ausbreitet, also bei den verschiedenen Formen subacuter und chronischer Myelitis, um so weniger sicher kann man im Allgemeinen auf befriedigende Resultate rechnen. Es scheinen indess einzelne Formen der Myelitis günstigere Objecte der hier in Rede stehenden Therapie zu bilden als andere. So erweist sich nach den bisherigen Erfahrungen die multiple Sklerose der Behandlung überhaupt und hiemit auch der Rückengalvanisation gegenüber äusserst renitent, während bei der grauen Degeneration der Hinterstränge und bei der einfachen Myelitis transversa selbst in ziemlich fortgeschrittenen Fällen nicht selten noch günstige Erfolge i. e. Besserung oder Beseitigung der vorhandenen Functionstörungen erzielt werden. Auch bei der *Poliomyelitis chronica anterior infantum* leistet nach den Versicherungen verschiedener Elektrotherapeuten (Erb⁷⁹⁾, Legros und Onimus⁸⁰⁾ u. A.) die Galvanisation des Rückens Ersparnisliches. Das Gleiche gilt für die von Erb als „Mittelform der chronischen *Poliomyelitis*“ beschriebenen Krank-

heitsform (Erb, eigene Beobachtungen). Dagegen scheint mir die gewöhnliche Poliomyelitis chronica anterior Erwachsener nicht zu denjenigen Myelitisformen zu gehören, bei welchen von der Galvanisation des Rückens Bedeutendes zu erwarten ist. Wenigstens war ich nicht in der Lage, in den Fällen, welche ich von dieser Krankheitsform zu behandeln bisher Gelegenheit hatte, hiedurch einen merklichen Erfolg zu erzielen.*) Auch bei der progressiven Muskelatrophie darf man sich nach den bisherigen Erfahrungen von der Galvanisation des Rückens nicht sehr viel versprechen**). Dagegen scheint wieder bei der als spastische spinale Paralyse (Tabes spasmodique der Franzosen) bezeichneten Form chronischer Myelitis die Galvanisation am Rücken mit entschiedenem Nutzen angewendet zu werden. Mir gelang es in einem Falle von zweijähriger Erkrankung noch eine Besserung der Lähmungs- und Contracturerscheinungen an den Unterextremitäten herbeizuführen. Auch bei den Lähmungen nach acuten Erkrankungen, die zum Theil ebenfalls auf myelitischen Veränderungen beruhen, hat sich die Galvanisation des Rückens oft erfolgreich erwiesen. (Leyden⁸¹), Mossdorf⁸²) Erdmann⁸³), eigene Beobachtung).

Bei den einzelnen Myelitisformen steht zwar im Allgemeinen der therapeutische Effect der Rückengalvanisation im umgekehrten Verhältnisse zu dem Alter und der Ausbreitung der anatomischen Läsion. Diese Regel erleidet jedoch viele Ausnahmen. Es gibt Fälle, die von Anbeginn an, aller Therapie zum Trotz, unaufhaltsam zum Schlechteren fortschreiten. Und nicht blos diess; von den verschiedenen Symptomen der zahlreichen Myelitisformen erweisen sich einzelne der Rückengalvanisation viel zugänglicher als andere. Zu ersteren zählen nach meinen Erfahrungen, welche mit denen von Legros und Onimus übereinstimmen, vor Allem Lähmungen und Schwächezustände der Blase und des Mastdarmes. Es ist mir in mehreren Fällen gelungen, Blasenlähmungen von längerem (Wochen und Monate langem) Bestande in einigen Sitzungen zu beseitigen, während eine Besserung der übrigen Symptome nur sehr langsam sich einstellte. Ich beobachtete sogar in einem Falle von Hinterstrangssklerose nahezu völlige Beseitigung einer hochgradigen Blaseschwäche, während zu gleicher Zeit die vorhandene Ataxie eine Steigerung erfuhr.

Bei Neuralgien im Bereiche der spinalen Nerven (speziell

*) Erb dagegen scheint auch bei dieser Myelitisform von der Galvanisation des Rückens Günstiges gesehen zu haben. (S. dessen Handbuch der Elektrotherapie S. 387.)

**) Der Misserfolg der Galvanisation des Rückens bei der progressiven Muskelatrophie ist zum Theil wohl in dem Umstande begründet, dass nach vorliegenden Beobachtungen eben nur in einem Theile der Fälle der Ausgangspunkt der Erkrankung in der Citera des Rückenmarkes gegeben ist.

bei den sogenannten Wurzelneuralgien) erzielt die Galvanisation des Rückenmarkes nicht selten glänzende Erfolge. Dieselbe erweist sich auch bei der als *Asphyxie locale des extrêmités* von Raynaud⁸⁴⁾ zuerst beschriebenen Erkrankung von Nutzen.

In den therapeutischen Rayon der Galvanisation des Rückens fallen ferner verschiedene Gehirnerkrankungen und zwar insbesondere jene, bei welchen Störungen der psychischen Sphäre vorherrschen — Geisteskrankheiten. Von Benedict⁸⁵⁾ wurde, soweit ersichtlich, zuerst und zwar mit auffallend günstigem Erfolge von der Galvanisation des Rückens bei Geisteskranken Gebrauch gemacht. Er schreibt besonders der Galvanisation der Halswirbelsäule einen günstigen Einfluss auf manche Fälle von Psychosen zu und glaubt diesen Einfluss darin begründet, dass entweder ein im Halsmarke gelegenes wichtiges Centrum für die Circulation im Gehirne oder ein solches an der Schädelbasis befindliches Centrum vom Strome getroffen werde. Arndt⁸⁶⁾ machte von der Voraussetzung ausgehend, dass die meisten Psychosen von einem Leiden des Rückenmarkes, respective der *medulla oblongata* eingeleitet wurden, und die Veränderungen im Gehirne nur Folgen dieser Erkrankung seien, von der Galvanisation des Rückens bei Geistesstörungen ausgedehnten Gebrauch und empfiehlt das Verfahren nachdrücklichst. Ueber günstige Resultate der Rückengalvanisation bei beginnender progressiver Paralyse berichten Hitzig⁸⁷⁾ und Schüle⁸⁸⁾; letzterer empfiehlt das Verfahren auch bei anderen Psychosen. Eigene Erfahrungen über die Leistungsfähigkeit der Galvanisation des Rückens bei Psychosen besitze ich nicht. Ich muss jedoch bemerken, dass ich von der Galvanisation längs durch den Kopf in verschiedenen Fällen von Geistesstörung z. Th. mit unzweifelhaftem Nutzen Gebrauch gemacht habe. Bei dieser Procedur (ein Pol Stirn, ein Pol Nacken) wird das Halsmark jedenfalls vom Strome getroffen, und es lässt sich der erzielte Erfolg z. Th. auf die Beeinflussung dieser Markpartie zurückführen. Ich habe ferner in einer Anzahl von Fällen von *Neurasthenia* des Gehirns und Rückenmarkes mich ausschliesslich der Galvanisation des Rückens bedient und hiedurch Beseitigung der cerebralen Störungen (chronische Eingenommenheit des Kopfes, Kopfschmerz, Verstimmung, verringerte geistige Leistungsfähigkeit etc.) erzielt. Es unterliegt daher auch für mich durchaus keinem Zweifel, dass wir durch die Galvanisation des Rückens auf verschiedene Erkrankungen des Gehirns günstig einzuwirken vermögen⁸⁹⁾. Unter den centralen Neurosen erweist sich die *Chorea* als das günstigste Object der Rückengalvanisation. Benedict⁹⁰⁾, Fieber⁹¹⁾, Legros und Onimus⁹²⁾ und Leube⁹³⁾ sahen von derselben sehr befriedigende Resultate. Rosenthal⁹⁴⁾ empfiehlt dieselben in Verbindung mit peripherer Galvanisation. Ich habe von der Galvanisation des Rückens in vier Fällen entschiedenen

Erfolg wahrgenommen. Bei Tremor und Paralysis agitans (bei letzterer Erkrankung insbesondere in Fällen jüngeren Datum's) soll nach den Angaben mehrerer Beobachter (Rosenthal⁹⁵), Fieber⁹⁶), Legros und Onimus⁹⁷) die Galvanisation des Rückens wenigstens in einzelnen Fällen Besserung (jedoch keine Heilung) herbeiführen. Bei Epilepsie übt die Galvanisation des Rückens nach Allem mir Bekanntgewordenen keine curative Wirkung. Dagegen gelingt es in einzelnen Fällen durch Galvanisation des Halsmarkes drohende Anfälle zu coupiren oder Anfallserien abzukürzen (Beobachtung Herrn Ob.-M.-R. v. Ziemssen's, mir durch mündliche Mittheilungen bekannt). Bei Tetanus lässt sich, wie der Fall von Legros und Onimus zeigt, wenigstens eine vorübergehende Erschlaffung der Muskulatur durch die hier in Rede stehende Procedur herbeiführen.

Erklärung der therapeutischen Wirkungen der Galvanisation des Rückens bei spinalen Erkrankungen.

Die therapeutischen Erfolge, welche die Galvanisation des Rückens bei spinalen Erkrankungen erzielt, hat man bisher fast allgemein ausschliesslich auf directe Einwirkung des Stromes auf das Rückenmark, die Rückenmarkshäute und die Nervenwurzeln bezogen. Diese Auffassung findet sich schon bei Remak sen.⁹⁸) R. glaubte, das Eindringen des Stromes in den Spinalkanal, wie bereits erwähnt wurde, nicht bezweifeln zu dürfen, und bezog die therapeutischen Erfolge des constanten Stromes bei Rückenmarkserkrankungen z. Th. auf katalytische Einwirkungen desselben auf Gefässe und Bindegewebe, z. Th. auf dessen feinere antiparalytische und antispastische Wirkungen auf Nervenfasern und Ganglienzellen. Nach von Krafft-Ebing⁹⁹) ist der Heilerfolg der Rückengalvanisation bei tabetischen Processen jedenfalls nicht auf die Erregbarkeit modificirenden, sondern wesentlich auf die katalytischen Wirkungen des Stromes zu beziehen, die im gegebenen Falle in Beseitigung exsudativer Vorgänge in der Neuroglia und etwaiger Hyperämie spinaler Gefässe bestehen sollen. Auch Legros und Onimus¹⁰⁰) führen die Erfolge der Rückengalvanisation wesentlich auf die Einwirkung auf die Gefässe und die feineren Ernährungsvorgänge im Nervengewebe zurück. „Les courants continus agissent incontestablement sur la circulation intra-vertébrale. Grâce à cette influence et de plus à leur action chimique qui provoque plus directement la nutrition intime des éléments électrisés, ils peuvent empêcher la destruction lente des éléments nerveux“. Leyden¹⁰¹) zieht die erregbarkeitmodificirenden, erfrischenden und die vasomotorischen (katalytischen) Wirkungen des constanten Stromes zur Erklärung der therapeutischen Leistungen desselben

bei spinalen Erkrankungen heran. Erdmann¹⁰²⁾ dagegen will letztere nur aus den katalytischen Wirkungen Remak's ableiten. Erb¹⁰³⁾, der diese Frage zuletzt besprach, führt die Leistungen elektrischer Ströme bei Rückenmarkskrankheiten auf deren katalytische, erregende und modificirende Eigenschaften zurück. Auch der Umstand, dass man gegenwärtig auf eine möglichst intensive Durchströmung des Rückenmarkes allseitig Gewicht legt, zeugt zur Genüge dafür, dass man an eine andere als eine directe Wirkung des elektrischen Stromes auf das Rückenmark, (beziehungsweise dessen Blutgefässe etc.) nicht denkt.*)

Ich bin nicht in der Lage, mich der zur Zeit herrschenden Ansicht anzuschliessen. Die therapeutischen Leistungen der Galvanisation des Rückens sind nach meinem Dafürhalten abzuleiten:

1) Von Einwirkungen des constanten Stromes auf die das Rückenmark umhüllenden Weichtheile und Knochenmassen;

2) Von directen Einwirkungen des Stromes auf das Rückenmark selbst.

I. Der am Rücken applicirte constante Strom muss, bevor er in das Innere des Spinalcanales eindringt, die aus Muskelmassen und Knochen bestehende Umhüllung des Rückenmarkes durchsetzen. Dass er hiebei auch auf die Circulations- und Ernährungsvorgänge in diesen Theilen einen Einfluss ausübt, unterliegt wohl keinem Zweifel. Die Ernährung dieser Theile steht aber in mannigfachen Wechselbeziehungen zu der des Rückenmarkes. Das Rückenmark (beziehungsweise die Rückenmarkspia) bezieht seine Blutzufuhr in erster Linie aus den Vertebralarterien, in zweiter Linie vorzugsweise aus den Intercostalarterien; Zweige dieser Arterien versorgen auch die Weichtheile des Rückens und die Wirbelknochen. Die Venen, in welchen das Blut aus dem Rückenmarke abgeführt wird, münden in die plexus spinales externi ein, welche in dem Fettgewebe zwischen Dura und Wirbelperioost liegen, und diese anastomosiren mit den plexus spinales externi, welche das Blut aus den Rückenmuskeln und der Haut abführen. Die Lymphbahnen, welche an die Gefässe sich anschliessend, in das Rückenmark eindringen, stehen nach den Untersuchungen von Key und Retzius in Verbindung mit dem Subarachnoidealraum und dieser steht wiederum mit den Lymphräumen in Zusammenhang, welche in den Scheiden der Nervenwurzeln und peripheren Nerven enthalten sind. Es stehen also, wie wir sehen, die Gefässe des Rückenmarkes und der Rückenmarkshäute mit den Gefässen der Weichtheile des Rückens und der Wirbelknochen in Verbindung.

*) Eine Ausnahme in dieser Beziehung bildet die locale galvanische Behandlung schmerzhafter Druckpunkte an der Wirbelsäule. Hiebei wird z. Th. eine indirecte, reflectorische Einwirkung auf das Rückenmark intendirt.

Dieser Umstand macht es schon a priori wahrscheinlich, dass eine Modification der Ernährungsvorgänge in den äusseren Theilen auch einen Einfluss auf die nutritiven Verhältnisse im Innern des Spinalcanales anstößt. Für diese Auffassung lassen sich eine Reihe von Argumenten aus der klinischen Erfahrung beibringen. Wir sind im Stande durch verschiedene therapeutische Agentien, welche wir auf die Weichtheile des Rückens und zwar speciell längs der Wirbelsäule einwirken lassen, Ernährungsstörungen an den Rückenmarkshäuten und im Rückenmarke selbst wenigstens in vielen Fällen zu beeinflussen. In dieser Weise sind bei acuten und chronischen Rückenmarkserkrankungen wirksam: die Kälte, Blutentziehungen, Vesicantien, Moxen und Cauterisation mit dem Glüheisen längs der Wirbelsäule, zum Theil auch Rückendonchen und Sinapismen. Die erstgenannten dieser Agentien wirken sämmtlich nur dadurch auf das Rückenmark, dass sie in den Circulations- und Ernährungsverhältnissen der Weichtheile am Rücken Modificationen herbeiführen und hiedurch secundär die betreffenden Verhältnisse im Innern des Wirbelcanales beeinflussen. Wir sind zwar nicht in der Lage, dem constanten Strome eine Wirkung auf die Ernährungsvorgänge in den Weichtheilen zuzuschreiben, die der irgend eines der eben genannten Agentien völlig gleicht, aber dass derselbe ähnliche Wirkungen zum Theil wenigstens hervorzubringen im Stande ist, bezeugen die hiemit erzielten Erfolge bei Muskel- und Gelenkrheumatismen. Diese Wirkungen der Rückengalvanisation kommen natürlich nur dann in Betracht, wenn einer der beiden Pole entsprechend dem Sitze der Erkrankung im Rückenmarke applicirt wird. Welcher Antheil den in Rede stehenden Leistungen des constanten Stromes an dem zu erzielenden therapeutischen Gesamteffecte im einzelnen Falle zukommt, steht vorerst dahin; ich will hier zunächst nur auf die Thatsache an sich, die meines Wissens noch von Niemand hervorgehoben worden ist, aufmerksam machen. Noch auf einem anderen indirecten Wege ist der constante Strom im Stande, auf die Ernährungsvorgänge im Vertebralcanales einzuwirken. Dies ist der Weg des Reflexes durch Reizung der Haut und Wirbelnerven über erkrankten Rückenmarksabschnitten. Benedict¹⁰⁴⁾ hat auf diesen Umstand zuerst hingewiesen. Die Beziehungen zwischen der Sensibilität der Haut über gewissen Wirbelabschnitten und dem Verhalten der darunter liegenden Rückenmarkspartieen (Empfindlichkeit der Haut bei entzündlichen Affectionen der Rückenmarkshäute, des Rückenmarkes und der Wirbel) legen wenigstens die Möglichkeit einer solchen Einwirkung sehr nahe.

II. Die unmittelbaren Wirkungen des constanten Stromes auf die Rückenmarkssubstanz zerfallen in zwei Gruppen: a. locale, b. centrale, vasomotorische, hervorgerufen durch Beeinflussung vasomotorischer Apparate im Hals- und verlängerten Marke.

Appliciren wir die Elektroden an zwei von einander entfernte Stellen der Wirbelsäule oder eine der Elektroden an die Vorderfläche des Körpers und die andere an die Wirbelsäule, so haben wir nicht bloss an der Applicationsstelle der Elektroden locale Wirkungen; solche sind vorhanden, soweit überhaupt das Mark von Stromschleifen von einiger Intensität durchzogen wird, also auch in gewisser Masse an den zwischen den beiden Elektroden gelegenen Markpartien und bei Application einer Elektrode an die Vorderfläche des Körpers in der Umgebung der in der directen Stromrichtung liegenden Markpartie. Diejenigen Markabschnitte, welche unmittelbar unter den Elektroden sich befinden, werden jedenfalls von den beträchtlichsten Stromschleifen durchsetzt und müssen daher auch die intensivsten Einwirkungen erfahren. Welcher Art diese sind, in Bezug auf diese Frage, war man bisher lediglich auf Vermuthungen angewiesen, welche dahin gingen, dass der Strom Aenderungen in der Caliberweite der Gefässe, in der intraparenchymatösen Saftströmung, in den endo- und exosmotischen Vorgängen, sowie in den feinsten Ernährungs- und Umsatzvorgängen in den Bindegewebs- und Nerven-elementen und hiemit in den Erregbarkeitsverhältnissen der letzteren herbeiführe. Von mancher Seite wurde auch den durch den Strom bewirkten Aenderungen in dem elektromotorischen Verhalten der Nerven-elemente in therapeutischer Beziehung Gewicht beigelegt. So glaubt Althaus¹⁰⁵⁾, dass die Galvanisation des Rückens den in Rückenmarke normaliter vorhandenen Strom animaler Elektrizität zu stärken, wo derselbe zu schwach, dessen Richtung zu corrigiren, wo dieselbe verkehrt ist, und hiedurch functionelle Störungen des Rückenmarkes zu beseitigen vermöge. Von Clemens¹⁰⁶⁾ wird darauf hingewiesen, dass durch am Rücken applicirte Ströme im Rückenmarke möglicherweise durch Induction Ströme erzeugt werden, die von grosser therapeutischer und physiologischer Wichtigkeit sind. Durch meine Versuche hat die bisherige Vermuthung bezüglich der localen Wirkungen des constanten Stromes auf die Blutgefässe des Rückenmarkes eine gewichtige Stütze erhalten. Wir können aus denselben jedenfalls folgern, dass sich durch den constanten Strom local die Circulations- und Ernährungsvorgänge im Rückenmarke anregen lassen. Dass sich unter Umständen auch ein Einfluss in entgegengesetzter Richtung ausüben lässt, halte ich für nicht unwahrscheinlich, wenn auch meine experimentellen Beobachtungen einer solchen Vermuthung vorerst keine Stütze bieten. Auch darüber können Zweifel nicht obwalten, dass die Galvanisation des Rückens auf die Erregbarkeitsverhältnisse der durchströmten Theile einen Einfluss auszuüben im Stande ist. Hier muss jedoch die Einwirkung auf die Nervenwurzeln von der auf die Rückenmarkssubstanz selbst auseinander gehalten werden. Wie bereits an früherer Stelle ausgeführt

wurde, besitzt die Rückenmarkssubstanz wenigstens bei normalem Erregbarkeitszustande nicht die gleiche Empfindlichkeit für das elektrische Agens wie die spinalen Nervenwurzeln. Letztere werden daher leichter als die Rückenmarkssubstanz unter der Einwirkung des constanten Stromes in ihren Erregbarkeitsverhältnissen modificirt, und die gesetzten Modificationen entsprechen nach allen Erfahrungen (s. oben) völlig denen der peripheren Nerven. Man hat bisher vielfach geglaubt, das Verhalten des peripheren Nerven den polaren Einflüssen gegenüber ohne Weiteres auf die Rückenmarkssubstanz übertragen und dem entsprechend auch hier im Bereiche der Kathode Steigerung, im Bereiche der Anode Herabsetzung der Erregbarkeit annehmen zu dürfen. Ich habe bereits an anderer Stelle (S. Exp. u. krit. Unters. z. Elektrother. d. Gehirns) diese Annahme für unhaltbar erklärt, und meine Auffassung hat mittlerweile in den Ergebnissen meiner oben angeführten Thierversuche und klinischen Beobachtungen eine weitere Stütze erhalten. Hier kommt jedoch nur die Frage in Betracht, ob sich die Erregbarkeit des Rückenmarkes selbst durch die Galvanisation des Rückens überhaupt beeinflussen lässt und diese Frage muss nach den vorliegenden klinischen Erfahrungen bejaht werden. Es scheint jedoch, dass nur bei gesteigerter Erregbarkeit des Rückenmarkes die in der Therapie gebräuchlichen Stromintensitäten im Stande sind, auffallende Aenderungen in den Erregbarkeitsverhältnissen des Rückenmarkes herbeizuführen.

C) Bei Application einer Elektrode an die Halswirbelsäule gesellt sich zu den localen Wirkungen auf das Halsmark die Beeinflussung der in diesem (und in der von Stromschleifen gleichfalls durchsetzten medulla oblongata) befindlichen vasomotorischen Centren. Hiedurch können die Circulationsvorgänge im gesammten Rückenmarke modificirt und zwar je nach der Application des + oder — Poles beschleunigt oder verlangsamt werden. Dass diese Modification insbesondere bei den in der Längsrichtung des Rückenmarkes sich ausbreitenden Krankheitsprocessen (den sogenannten Systemerkrankungen) von grosser Bedeutung sein müssen, ist naheliegend. Bei gewissen Applicationsmethoden vereinigen sich diese centralen vasomotorischen Wirkungen mit den localen, so z. B. wenn bei umschriebenem Krankheitssitze eine Elektrode stabil an die Halswirbelsäule, die andere über dem Krankheitssitze angebracht wird, oder wenn bei Systemerkrankungen die eine Elektrode stabil an die Halswirbelsäule, die andere labil längs der Wirbelsäule langsam verschoben wird.

Ich glaube im Vorstehenden die wichtigeren der z. Z. bekannten Momente, welche für die Erklärung der therapeutischen Wirkungen der Galvanisation des Rückens in Betracht kommen, hervorgehoben zu haben. Noch harrt aber ein belangreicher

Umstand der Erklärung. Die therapeutischen Leistungen der Galvanisation des Rückens sind nicht bloß bei verschiedenen Krankheitsformen, sondern auch bei der gleichen Species von Rückenmarkserkrankungen sehr verschieden. In anscheinend gleich gelagerten Fällen werden einmal glänzende, ein anderes Mal nur mittelmässige und wieder ein anderes Mal gar keine Resultate erzielt; und in einem und demselben Falle kann, wie bereits erwähnt wurde, völlige Beseitigung oder hochgradiger Besserung einzelner Symptome erzielt werden, während andere keine Veränderung erfahren. Diese scheinbare Ungleichheit der therapeutischen Leistungen hat denn auch vielfach die Vorstellung hervorgerufen, dass man an dem constanten Strome spinalen Erkrankungen gegenüber ein sehr unzuverlässiges Mittel habe. Diese Auffassung beruht auf ganz irrigen Voraussetzungen. Man kann einem physikalischen Agens wie dem constanten Strome unmöglich Launen zuschreiben, und wenn wir in anscheinend gleichgearteten Fällen ungleiche therapeutische Effecte beobachten, so kann dies nicht daher rühren, dass die Wirkungsweise des Stromes in den einzelnen Fällen eine ungleiche ist, sondern nur daher, dass das Substrat, auf welches der Strom einwirkt, sich verschieden verhält. Die anscheinend gleichgearteten Fälle sind dann eben in der That sehr verschieden; es handelt sich in denselben um ungleichartige oder ungleich weit fortgeschrittene Processe oder um Vorgänge in von Hause aus ungleich beschaffenen Centralorganen, und wir sind nur nicht in der Lage, diese verschiedenartigen Processe u. s. w. diagnostisch genügend auseinander zu halten. In dieser Beziehung gibt namentlich der Umstand gerne Anlass zu Täuschungen, dass die Intensität der vorhandenen Funktionsstörung vielfach in keinem Verhältniss zur Art oder Intensität der anatomischen Läsion steht. Die therapeutische Leistungsfähigkeit des constanten Stromes ist aber jedenfalls eine beschränkte. Derselbe mag vorhandene Circulationsanomalien beseitigen, die Resorption von Transsudaten, von zerfallenem und verflüssigtem Zellprotoplasma u. s. w. anregen, die Leistungsfähigkeit der nervösen Faser- und Zellgebilde durch Modificationen der Ernährungs- und Umsatzvorgänge in denselben zur Norm zurückführen, er mag sogar vielleicht dazu beitragen, dass sich aus den Ueberresten untergegangener Nerven-elemente neue solche bilden.*) Allein ein Vermögen, eine Neubildung von Nerven-elementen anzuregen, wo kein Material hiefür mehr vorhanden ist, oder sklerotisches Bindegewebe, das sich an die Stelle irgend einer Markpartie unter allmäliger Vernichtung der Elemente

*) Nach den Beobachtungen S. Meyers¹⁰⁷⁾ an peripheren Nerven und Benedicts¹⁰⁸⁾ am Rückenmarke ist die Annahme wohl berechtigt, dass auch im Rückenmarke eine Regeneration von Nerven-elementen nach völligem Untergange derselben möglich ist.

dieser entwickelt hat, zu beseitigen, können wir demselben vorläufig wenigstens nicht zuschreiben. Hat der myelitische Process einmal das eben angedeutete Stadium erreicht, so erweist sich nach den derzeit vorhandenen Erfahrungen die Galvanisation des Rückens ebenso wie jede andere Form von Therapie gegen denselben machtlos. Die in der sklerotischen Partie noch vorhandenen Nervelemente müssen nach und nach dem Untergange anheimfallen. Zu gleicher Zeit kann aber der Strom in anderen Markpartieen, in welchen die myelitische Veränderung noch nicht soweit gediehen ist, die restitutio ad integrum anbahnen. So mag es kommen, dass unter der galvanischen Behandlung einzelne Symptome keine Veränderung, oder sogar eine Verschlimmerung erfahren, während andere gebessert werden. Unter günstigen Umständen mag es selbst der Fall sein, dass die vorhandenen Störungen sich völlig oder nahezu völlig ausgleichen, obwohl die anatomische Läsion z. Th. fortbesteht; hier werden die Functionen der zu Grunde gegangenen oder leistungsunfähigen Nervelemente von anderen übernommen. Die jüngst von Schultze¹⁰⁹⁾, Fox¹¹⁰⁾ und Benedict¹¹¹⁾ mitgetheilten Beobachtungen machen es zum Mindesten sehr wahrscheinlich, dass eine klinische Heilung bei Fortbestand beträchtlicher anatomischer Aenderungen möglich ist. In wieder anderen Fällen aber kann trotz Einwirkung des constanten Stromes die restitutio ad integrum auch an Markpartieen ausbleiben, in welchen der myelitische Process noch in den Initialstadien sich befindet. Hier handelt es sich wahrscheinlich um Individuen mit primär abnormer — angeborener oder aquirirter Constitution des Nervensystems, Individuen, deren Centralorganen das Vermögen, gesetzte Schäden auszugleichen, fehlt oder nur in sehr geringem Masse gegeben ist, bei welchen also eine geringfügige Ernährungsstörung in den Nervencentren schon den Ausgangspunct destructiver Prozesse bilden kann. Wie zahlreich diese Individuen unter den Rückenmarkskranken vertreten sind, zeigt die grosse Rolle, welche die Erbllichkeit in der Aetiologie der Rückenmarkserkrankungen spielt. Dass da, wo die Tendenz zur Ausgleichung vorhandener Ernährungsstörungen überhaupt fehlt, auch die Einwirkung des constanten Stromes die Weiterentwicklung des Krankheitprocesses nicht zu hemmen vermag, kann uns gewiss nicht befremden.

VI. Abschnitt.

Praktische Folgerungen.

Die praktische Tendenz der im Vorstehenden mitgetheilten Untersuchungen legt es nahe, dass wir, am Schlusse unserer

Arbeit angelangt, zusehen, welchen Gewinn die Elektrotherapie der Rückenmarkskrankheiten aus derselben zu ziehen in der Lage ist. Um diesen Gewinn genauer zu fixiren, ist es nöthig, dass wir zunächst festzustellen versuchen, was die bisherigen Erfahrungen der elektrotherapeutischen Praxis an leitenden Gesichtspunkten für die Methodik der Rückengalvanisation ergeben haben. Die Erfüllung dieser Forderung stösst jedoch auf Schwierigkeiten. Ein Blick in die Literatur zeigt uns, dass bei der Anwendung der Galvanisation des Rückens bisher dem individuellen Ermessen des Elektrotherapeuten ein Spielraum gegeben war, wie kaum bei irgend einer anderen elektrotherapeutischen Procedur, dass sozusagen jeder Fachgenosse sich seine eigenen Methoden construirte und diese als die zweckmässigsten erachtete. Nur zwei Punkte sind es, bezüglich deren in neuerer Zeit in Fachkreisen zwar nicht völlige Übereinstimmung, aber auch nicht jene Divergenz der Meinungen wie bezüglich der übrigen Details der Methodik sich kundgibt. Diese zwei Punkte sind folgende: 1) dass man bei in der Längsrichtung des Rückenmarkes sich ausbreitenden Erkrankungen beide Pole an die Wirbelsäule und zwar vorzugsweise einen Pol an den Nacken, den anderen an die Lendenwirbelsäule setzt und des Weiteren entweder beide Pole stabil belässt oder je einen derselben langsam die Wirbelsäule entlang verschiebt; 2) dass man bei umschriebenem Krankheitssitze von der horizontalen Stromeinleitung Gebrauch macht, i. e. einen Pol an die Vorderfläche des Körpers, den anderen an die Wirbelsäule über die erkrankte Rückenmarkspartie placirt und hiebei für die Application an den Rücken die Anode vorzieht, wenn es sich um frischere Krankheitsprocesse oder solche mit erheblichen Reizerscheinungen handelt. Ich werde mich im Nachstehenden begnügen, die für die elektrotherapeutische Praxis wichtigsten Gesichtspunkte hervorzuheben, welche sich aus den Ergebnissen meiner Untersuchungen ableiten lassen. Es sind diess folgende:

1) Bei Application beider Pole an die Wirbelsäule und Fixirung des einen derselben an den Nacken hat man es nicht bloss mit directen localen Wirkungen in das Rückenmark eindringender Stromschleifen zu thun; neben diesen kommen Modificationen in den Circulations- und Ernährungsverhältnissen des gesammten Rückenmarkes zur Geltung, welche von der Einwirkung des Stromes auf die obersten Markpartieen allein abhängen. Es ist daher möglich, durch stabile Application beider Pole an den Rücken, soferne ein Pol an die Halswirbelsäule zu stehen kommt, einen Einfluss auf das gesammte Rückenmark auszuüben, obwohl hiebei die Durchströmung der einzelnen Rückenmarkspartieen eine sehr ungleichmässige ist.

2) Bei Application beider Pole an den Rücken kommt die Stromrichtung für die Art der zu erzielenden katalytischen

Wirkungen nur dann in Betracht, wenn ein Pol an die Halswirbelsäule applicirt wird. In den Fällen, in welchen man reducirend auf die Blutfülle im Rückenmarke einzuwirken Anlass hat, ist die Application des negativen Poles an die Halswirbelsäule, i. e. der aufsteigende Strom vorzuziehen, wo man dagegen die Circulationsvorgänge im Rückenmarke beschleunigen, die Blutzufuhr in demselben vermehren will, ist der absteigende Strom zu wählen. Die Verwerthung dieser Indicationen stösst allerdings vorerst noch auf ernste Schwierigkeiten, denn es sind nicht nur unsere Kenntnisse bezüglich des pathologisch-anatomischen Substrates, auf das wir einzuwirken haben, vielfach sehr unvollkommen, sondern es mangelt uns auch jeder tiefere Einblick in die Vorgänge, durch welche bei einer gegebenen Ernährungsstörung in den Nervencentren die *restitutio ad integrum* herbeigeführt oder gefördert wird.

3) In den localen Einwirkungen beider Pole auf die Ernährungsvorgänge im Rückenmarke besteht kein wesentlicher Unterschied.

4) Dagegen ist eine entschiedene Differenz in den localen Wirkungen beider Pole auf die Erregbarkeitsverhältnisse nicht in Abrede zu stellen. Diese Differenz kommt in erster Linie in der Einwirkung auf die Nervenwurzeln, in zweiter Linie erst in der Beeinflussung der Marksubstanz selbst zur Geltung, da letztere für den galvanischen Reiz viel weniger empfindlich ist als erstere.

5) Bei umschriebenen Krankheitsherden ist daher für die Wahl des am Krankheitssitze zu applicirenden Poles zunächst das Vorhandensein oder Fehlen von Reizerscheinungen seitens der Nervenwurzeln entscheidend. Reizerscheinungen seitens der letzteren indiciren die Application der Anode. Bei gesteigerter (Reflex-) Erregbarkeit im Bereiche einer Rückenmarkspartie und Mangel specieller Wurzelreizsymptome ist dagegen die Kathode am Krankheitssitze zu bevorzugen.

6) Bei umschriebenen Krankheitsherden tritt die Application beider Elektroden an die Wirbelsäule, derart, dass die eine an den Nacken, die andere über die erkrankte Rückenmarkspartie gesetzt wird, in Concurrrenz mit der horizontalen Einleitung des Stromes.

Die vorstehend angeführten Sätze entsprechen, wie wir sehen, z. Th. den schon von einzelnen Elektrotherapeuten aus der Erfahrung abgeleiteten Gesichtspunkten für die Methodik der Rückengalvanisation. Soweit diess der Fall ist, dürfen die von mir gezogenen Schlussfolgerungen wohl ohne Weiteres auf allgemeine Berücksichtigung Anspruch erheben. Den Bedenken dagegen, die sich vielleicht da und dort gegen die praktische Verwerthung der in obigen Sätzen enthaltenen neuen und noch der Bestätigung durch die Erfahrung harrenden Gesichtspunkte

erheben, möchte ich nur folgende Erwägung entgegenstellen. Sicher ist, dass in therapeutischen Angelegenheiten nur die Erfahrung das letzte Wort zu sprechen hat. Allein so lange wir auf einem therapeutischen Gebiete der entscheidenden Erfahrungen ermangeln, wird es immerhin ratsamer und rationeller sein, an der Hand physiologischer Thatsachen vorzugehen als dem Zufall allein den Erfolg unseres Handelns anzuvertrauen.

VII. Abschnitt.

Ueber die therapeutischen Wirkungen der faradischen Pinselung bei spinalen Erkrankungen.

In einem im April verflossenen Jahres publicirten Aufsätze „Ueber die Behandlung von Gehirn- und Rückenmarkskrankheiten mittelst des Inductionstromes“ habe ich bereits auf die Erfolge hingewiesen, die mehrere Beobachter (Schulz, Meyer, Leyden) durch Anwendung der faradischen Pinselung bei Rückenmarkskrankheiten erzielten. Mittlerweile veröffentlichte Rumpf¹¹²⁾ in Düsseldorf eine Reihe von Fällen, in welchen durch methodische faradische Pinselung der Haut nicht bloss Besserung, sondern sogar Heilung verschiedener spinaler Leiden (Myelitis transversa mit Neuritis optica, Tabes dorsalis, Rückenmarkshyperämie, resp. Neurasthenia spinalis) herbeigeführt wurde. Die Methode der faradischen Hautreizung, welche Rumpf anwendet, besteht darin, dass jede Hautstelle der Extremitäten sowie des Rumpfes zweimal mit dem Pinsel bestrichen wird, derart, dass jede Sitzung etwa 10—12 Minuten in Anspruch nimmt. Als Stromstärke wird eine Intensität gewählt, die eben hinreicht, um vom Nervus medianus in der Ellenbogenbeuge aus Contractionen zu erzielen. Diese Behandlungsmethode ist eine ziemlich schmerzhaft und nicht jeder Patient geneigt, sich derselben zu unterziehen. Bisher hatte ich nur in drei Fällen Gelegenheit, dieselbe striete durchzuführen (ein Fall von Myelitis transversa von dreimonatlicher Dauer, zwei Fälle von Tabes von je acht- und elfmonatlicher Dauer). In allen diesen Fällen war bereits die Galvanisation des Rückens u. z. Th. auch Hydrotherapie ohne jeden Erfolg angewendet worden. Ich konnte hier zwar weder eine Heilung, noch auch nur eine bedeutende Besserung des Gesamtzustandes erzielen; aber einzelne Symptome wurden wenigstens in zweien dieser Fälle in ganz deutlicher Weise günstig beeinflusst. Ich habe ferner bei einer erheblichen

Anzahl von Rückenmarkskranken von der faradischen Pinselung umschriebener Hautpartien Gebrauch gemacht, um einzelne spinale Symptome zu bekämpfen, und hiebei unbezweifelbare Erfolge wahrgenommen. Endlich habe ich nach der faradischen Exploration sowie nach der therapeutischen Faradisation von Extremitätenmuskeln zu wiederholten Malen Aenderungen in bestehenden Krankheitserscheinungen (z. B. auffallende Besserung einer Blasenlähmung) beobachtet, die nur als Reflexwirkungen, ausgehend von der hiebei unvermeidlichen faradischen Hautreizung, gedeutet werden können.

Wenn ich nun meine klinischen Erfahrungen, welche sich auf die Wirkungen der faradischen Hautreizung beziehen, zusammenfasse, so ergibt sich Folgendes:

A. Beeinflussung von Sensibilitätsstörungen.

1. Beseitigung von Schmerzen. Diese Wirkung konnte ich wiederholt bei Tabetikern, die mit lancinirenden Schmerzen behaftet waren, in deutlichster Weise beobachten. Pinselung der Hautpartien über den Stellen, an welchen die Schmerzen am intensivsten wütheten, unterdrückte diese sofort; daneben zeigten sich einige Male noch andere und zwar ganz unerwartete Effecte, auf welche wir weiter unten zu sprechen kommen werden.

2. Verringerung von Parästhesien. Die Gefühle der Schwere Taubheit, Kälte u. s. w. an den unteren Extremitäten, welche bei spinalen Erkrankungen so oft sich finden, sah ich sowohl nach Anwendung der Rumpfschen Methode als nach Pinselung umschriebener Hautpartien an den unteren Extremitäten öfters sich beträchtlich verringern; hiebei handelt es sich jedoch meist um vorübergehende Wirkungen.

3. Besserung der Sensibilität.

Diese gibt sich in mehrfacher Weise kund. Am häufigsten findet es sich, dass bei längerem Bepinseln von Hautpartien, an welchen die Sensibilität herabgesetzt ist, schon bei geringeren Stromstärken Schmerz erregt wird als beim Beginne der Pinselung, oder dass an Hautstellen, an welchen eine Schmerzempfindung anfänglich überhaupt nicht zu erzielen war, eine solche allmählig auftritt. Oefters lässt sich auch nachweisen, dass während oder unmittelbar nach der Faradisation der Rayon der Sensibilitätsstörung sich verkleinert. Auch die Empfindlichkeit für tactile Eindrücke bessert sich häufig; so wird namentlich nach Faradisation der Fusssohlen nicht selten das Bodengefühl sofort deutlicher. Auch diese Wirkungen sind recht häufig vorübergehender Natur.

B. Beeinflussung von Motilitätsstörungen.

Diese sah ich sowohl nach faradischer Pinselung umschriebener Hautpartien als nach der Faradisation von Extremitätenmuskeln eintreten. In zwei Fällen erwies sich die Pinselung eines Fussrandes von ganz auffallender Wirkung in dieser

Richtung. Bei einem Tabetiker, der wegen lancinirender Schmerzen am äusseren Fussrande gepinselt wurde, trat wiederholt nach der Pinselung neben der Beseitigung der Schmerzen eine mehrere Stunden anhaltende geradezu merkwürdige Besserung in der Leistungsfähigkeit der Beine ein, so dass Patient z. B. ohne Unterstützung die Stiege hinauf oder herab gehen konnte, während er sonst Schwierigkeiten hatte, sich mit Hilfe eines Stockes auf ebenem Boden fortzubewegen. Bei einem anderen Patienten, (Fall von Rückenmarksblutung), bei welchem die Pinselung des äusseren Fussrandes wegen Anaesthesie vorgenommen wurde, trat ebenfalls eine durch eine Anzahl von Stunden sich erhaltende beträchtliche Erhöhung in der Kraft und Sicherheit beider Beine ein, auf welche mich Patient selbst (ebenso wie P. im vorhergehenden Falle) aufmerksam machte. Nach Faradisation der Muskulatur eines Beines konnte ich wiederholt vorübergehend eine beträchtliche Zunahme der Motilität nicht bloss in dem faradisirten sondern auch im anderen Beine constatiren.

C. Beeinflussung von Störungen der Blasen- und Mastdarmfunctionen.

Auffallende Besserung von Lähmungs- und Schwächezuständen der Blase habe ich sowohl nach Anwendung der Rumpfschen Methode als nach Pinselung umschriebener Hautpartien an den unteren Extremitäten und dem Gesässe, in einem Falle auch nach faradischer Exploration der Muskulatur der unteren Extremitäten beobachtet. Der Erfolg war in einzelnen Fällen ein dauernder, in den übrigen hielt er wenigstens längere Zeit an. Beseitigung von Paresen des Sphincter ani und von Neigung des Afters zum Prolabiren sah ich wie Leyden wiederholt nach Pinselung der Haut am Gesässe und Damme.

D. Reflexhemmende Wirkungen.

In einem Falle von Myelitis transversa (v. S. 28) mit völliger Unbeweglichkeit und tetanoïder Streckung der Beine trat jedes Mal, wenn man den faradischen Pinsel bei Anwendung eines beträchtlichen Stromes auf dem Rücken der Zehen einige Augenblicke ruhen liess, eine mächtige Beugung des Beines im Knie und Hüftgelenke ein, so dass dasselbe nahezu ad maximum gegen das Becken flectirt wurde. Die an dieser Beugebewegung nicht betheiligten Muskeln blieben hiebei völlig erschlafft, solange der Pinsel auf den Zehenrücken stand. Häufig ging der Beugung einige Zeit eine Erschlafung der gesammten Muskulatur der Extremitäten vorher. Diese Wirkung liess sich an beiden Beinen, aber nur von den Zehen aus hervorrufen. Unmittelbar nach Entfernung des Pinsels trat wieder die frühere Steifigkeit der Beine ein. Diese konnte P. durch willkürliche Bewegung nicht überwinden, dagegen war er

im Stande, das durch Faradisation der Zehen reflectorisch im Knie- und Hüftgelenk gebeugte Bein willkürlich zu strecken.

Die vorstehend erwähnten Wirkungen der faradischen Hautreizung scheiden sich, wie wir sehen, in zwei Gruppen

- a) in dynamogene Wirkungen,
- b) in Hemmungseffecte.

Was zunächst den Mechanismus der dynamogenen Wirkungen anbelangt, so ist darüber z. Z. Genaueres nicht bekannt; wir sind betreffs derselben lediglich auf Vermuthungen angewiesen. Bei den hier in Betracht kommenden Vorgängen an eine positive Vermehrung der Kräfte der centralen Mechanismen zu denken, scheint mir mehr als gewagt. Näher liegt gewiss die Annahme, dass es sich um eine Beseitigung von Hemmungen, eine Freimachung von so zu sagen obstruirten Bahnen handelt. Eine solche Wirkung könnte z. Th. durch centrale Irradiationen von der Peripherie kommender kräftiger Erregungen, wie sie die cutane Faradisation bedingt, z. Th. durch den Einfluss, welchen die faradische Hautreizung auf die Circulationsvorgänge im Rückenmarke ausübt, vermittelt werden. Nach meinen experimentellen Erfahrungen bewirkt faradische Hautreizung zunächst eine Erweiterung der Rückenmarksarterien; diese ist wahrscheinlich von einer ergiebigen Verengung der betreffenden Gefäße gefolgt; wir können Letzteres wenigstens nach dem bezüglich der Einwirkung von Sinapismen auf die Piagefäße des Gehirns Ermittelten annehmen. Durch diese Aenderung in den Circulationsvorgängen mag in den entzündeten Rückenmarkspartien oder wenigstens in deren Umgebung die Füllung ausgedehnter Capillaren verringert, transsudirtes Serum zur Resorption gebracht und hiedurch der Druck auf einzelne Nervenfasern (und Zellen) verringert werden, welche nunmehr ihre Function als Leitungsbahnen wieder aufzunehmen im Stande sind.

Von den Hemmungswirkungen, die hier in Frage sind, kommt wohl nur der Schmerzbesitzigung eine besondere praktische Bedeutung zu. Man könnte sich begnügen, diese auf die bekannte physiologische Erfahrung zurückzuführen, dass ein in einem Centrum sich abspielender Erregungsvorgang durch eine zweite in dasselbe Centrum eintretende Erregung oft ausgelöscht wird. Allein das Vorkommen von dynamogenen Wirkungen als Begleiterscheinungen der Schmerzstillung scheint mir mehr darauf hinzuweisen, dass auch hier vielleicht Einwirkungen auf die Circulationsvorgänge im Rückenmarke im Spiele sind.

Man kann nach den vorliegenden Erfahrungen der faradischen Hautpinselung wohl keine untergeordnete Stellung in der Therapie der Rückenmarkskrankheiten anweisen. Allgemeineren Eingang in die Praxis dürfte jedoch diese Methode erst nach Beseitigung zweier z. Z. noch sehr fühlbarer Schwierigkeiten finden. Zunächst handelt es sich um Ausscheidung

derjenigen Fälle, welche sich speciell für diese Behandlungsmethode eignen. In dieser Beziehung liegt vorerst nur eine Meinungsäußerung von Rumpf vor. Rumpf rath bei Tabes dorsalis die faradische Pinselung (in Verbindung mit antiluëtischer Behandlung) vor Allem in jenen Fällen, in welchen Schmerzen und Sensibilitätsstörungen noch im Vordergrund stehen und die Ataxie noch nicht sehr ausgesprochen ist. Es dürften jedoch gerade in diesen Fällen durch andere Behandlungsmethoden (Galvanisation, Hydrotherapie) gleich günstige Resultate zu erzielen sein. Sodann ist in Anbetracht der Schmerzhaftigkeit der Procedur das zu bestreichende Hautterrain soweit einzuschränken, als es unbeschadet der zu erwartenden Erfolge geschehen kann. Nach meinen Beobachtungen und denen anderer Autoren scheinen einzelne Hautpartien in einem speciellen Connexe zu bestimmten spinalen Centren oder Markabschnitten zu stehen, derart, dass von denselben aus die Ernährung und Erregbarkeit dieser Theile leichter beeinflusst wird als von anderen Hautpartien aus. So ist es gewiss kein Zufall, dass lediglich die Pinselung eines Fussrandes in zweien meiner Fälle eine ganz auffallende Besserung der Motilität und die der Zehen allein eine Erschlaffung der tetanisch starren unteren Extremitäten im einem dritten Falle verursachte. Diese Thatsachen stehen in Parallele zu der Erfahrung, dass intensive Erkältung oder Durchnässung der Füße, — also thermische Reizung der Hautnerven an diesen Theilen — unter Umständen eine Lschias ebensowol als eine Myelitis des Lendenmarkes herbeizuführen im Stande ist. Dass lancinirende Schmerzen am sichersten durch Pinselung der Hautpartien am Sitze des Schmerzes und Störungen der Blasen- und Mastdarmfunctionen durch Pinselung der Haut am Gesässe und in dessen Umgebung beeinflusst werden, ist von diesem Gesichtspunkte aus sehr einleuchtend. Diesen Umständen gegenüber scheint mir der Gedanke nahezuliegen, dass sich wenigstens in vielen Fällen die durch faradische Hautpinselung überhaupt zu erzielenden therapeutischen Efecte vielleicht schon durch Bestreichen bestimmter sehr beschränkter Hautpartien herbeiführen lassen. Inwieweit diese Vermuthung zu Recht besteht, und welche Hautpartien in dem einen, welche in dem anderen Falle zu bevorzugen sind, hierüber können jedoch nur ausgedehntere therapeutische Erfahrungen entscheiden.



Literatur - Verzeichniss.

1. Romak, Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten, 1858, S. 443.
2. v. Ziemssen, die Electricität in der Medicin, 3. Aufl., 1866, S. 58.
3. Erb, Deutsches Archiv f. klin. Medicin, 3. Band, 2. u. 3. Heft, 1867, S. 254 u. f.
4. Brenner, Untersuchungen und Beobachtungen auf dem Gebiete der Elektrotherapie, 2. Bd., 1869, S. 82.
5. Burckhardt, Deutsches Archiv f. klin. Medicin, 8. Band, 1. Heft, 1870, S. 103.
6. v. Ziemssen, l. c., 4. Aufl., 1872, S. 37.
7. Ferrier und Yeo, Erlenmeyer's Centralblatt für Nervenheilkunde, 1. Mai 1881, S. 199.
8. Kahler & Pick, Archiv f. Psychiatrie, 10. Band, S. 353, 1880.
9. Helmholtz, Verhandlungen des naturhist. med. Vereins zu Heidelberg 1869, Band V, S. 14.
10. Longet, Anatomie et Physiologie du Syst. Nerv. t. II., p. 272.
11. E. Weber, Wagners Handwörterbuch, 1846, Theil III., Abth. 2.
12. Van Deen, Moleschotts Untersuchungen, 7. Band, S. 380—392, 1860.
13. Schiff, Lehrbuch der Physiologie, 1858, S. 237—287.
14. Chauveau, Journal de la physiologie de l'homme et des animaux, 1861, S. 51—60 u. S. 367.
15. P. Guttmann, Reicherts und Dubois-Reymonds Archiv, 1866, Heft 1, S. 140.
16. Engelken, Reichert's und Dubois-Reymond's Archiv, 1867, Heft 2, S. 198.
17. Wislockiego, Warschauer medicinische Zeitung, 1867, No. 13.
18. S. Mayer, Pflüger's Archiv, 1868, S. 166.
19. Fick, Pflüger's Archiv, 1869, S. 414.
20. Budge, Pflüger's Archiv, 1869, S. 511.
21. Aladoff, Bullet. de l'acad. de St. Petersburg, XV, 15—21, 1869.
22. Huizinga, Pflüger's Archiv, 1870, 2. u. 3. Heft, S. 81.
23. Mumm, Berl. klin. Wochenschrift, Nr. 1, S. 8, 1870.
24. C. Dittmar, Berichte der kgl. sächs. Gesellschaft der Wissensch., math. physik. Classe, 1870, S. 18 u. f.
25. Wolski, Pflüger's Archiv, 1872, S. 290.
26. Gianuzzi, Ricerche eseguite nel gabinetto di fisiologia di Siena, 1872, S. 8. Mir im Original nicht zugänglich.
27. Luchsinger, Pflüger's Archiv, 1880, S. 169.
28. Bernstein, Moleschott's Untersuchungen, 10. Band, S. 280.
- 29a. Onimus, Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1880, 631.
- 29b. Rossbach, Sitz.-Ber. der Würzburger physik.-medic. Gesellsch., 1880. XIV; ferner Lehrbuch der physikalischen Heilmethoden, 2. Hälfte 1882, S. 363.
30. Nobili, Memorie ed osservazioni edite ed inedite, Firenze 1834, Vol. I, p. 153—156.
31. Matteucci, Comptes rendus etc. vol. VI, Mai 1838.
32. Matteucci, traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux, Paris 1844, S. 270.

33. Baierlacher, die Inductionselektricität in physiol.-therapeut. Beziehung, 1857, S. 102 u. f.
34. Kunde, Würzburger Verhandlungen, VIII, S. 175.
35. Kunde, Virchow's Archiv, XVIII, S. 367, 1860.
36. Ranke, Zeitschrift für Biologie, 2. Band, 3. Heft, S. 398, 1866.
37. Legros und Onimus, Memoires de la Société de biologie, Mai 1868, und Traité d'électricité médicale, Paris 1872, S. 276.
38. Uspensky, Centralblatt f. d. med. Wissensch., Nr. 37, 1869, 14. Aug.
39. S. Mayer, l. c. (vide Nr. 18.)
40. Mendel, Berliner klin. Wochenschr. 21. Sept. 1868.
41. Legros und Onimus, traité d'électricité médic. 1872, S. 408.
42. Legros und Onimus, l. c. S. 279 u. f.
43. Leyden, Klinik der Rückenmarkskrankheiten, 1. Band, S. 186.
44. Leyden, l. c. S. 187.
45. Bärwinkel, Schmitt's Jahrb. 1872, Nr. 2, S. 210.
46. Fieber, Compendium der Elektrotherapie, Wien 1869, letzte Seite.
47. Holst, Dorpat. med. Zeitschr. II, 1. p. 62, 1881.
48. Schivardi, Gaz. med. ital. Lombard., Nr. 22, 1866.
49. Lagneau, Bullet. de l'Acad. de méd. Nr. 37, 1880.
50. Erb, von Ziemssen's Handbuch, 11. Band, 2. Hälfte, 2. Aufl. 1878, S. 194.
51. Schiff, Lehrbuch der Physiologie, 1858, S. 229.
52. v. Ziemssen, die Elektricität in der Medicin, 4. Aufl. S. 48.
53. S. Herrmann, Handbuch der Physiologie, 2. Band, 2. Theil, 1879, S. 81.
54. Naumann, Prager Vierteljahrsschrift, Band 77 u. 93, und Pflügers Archiv 1872, Band V, S. 196.
55. Schüller, Berl. klin. Wochenschrift, 1874, No. 25 u. 26.
56. Vergl. Meyer, die Elektricität in ihrer Anwendung auf prakt. Medicin, 3. Aufl., S. 325 u. 331, ferner Berl. klin. Wochenschrift Nr. 51, 1875, Legros und Onimus, traité etc. S. 450, Benedict, Nervenpathologie und Elektrotherapie 1874, S. 128, Brenner, Berl. klin. Wochenschr. Nr. 21, 1880.
57. Legros und Onimus, Traité etc., S. 93.
58. Leyden, Klinik der Rückenmarkskrankheiten, 1. Band, S. 187.
59. Rieger und v. Forster, Gräfe's Archiv für Ophth. Bd. 27, III. 1881.
60. Hiffelsheim, Des applications médicales de la pile de Volta, 1861, p. 15.
61. Flies, Deutsche Klinik, 1868, Nr. 49, 5. Dec.
62. Rosenthal, Klinik der Nervenkrankheiten, 2. Aufl., 1875, S. 369.
63. Seeligmüller, Correspondenzbl. des Vereins der Aerzte des Regbz. Merseburg, 1867, Nr. 7.
64. Leyden, Klinik der Rückenmarks-Krankh. S. 186.
65. Flies, l. c.
66. Legros und Onimus, vide Nr. 42.
67. Brown-Sequard, citirt bei Benedict, Nervenpathologie S. 102.
68. Benedict, l. c. S. 102.
69. Rosenthal, Klinik der Nervenkrankheiten, S. 369.
70. Meyer, die Elektricität etc. 3. Aufl., S. 157.
71. Arndt, Arch. f. Psychiatrie, II. Band, 3. Heft, S. 559.
72. Vergl. François-Frank, Gaz. méd. de Paris, 1879, Nr. 41.
73. Leyden, l. c. S. 186.
74. Onimus, Journ. de l'anatomie etc. 1874, S. 456.
75. Schiel, Deutsches Arch. f. klin. Medicin, 27. Band, 3. u. 4. Heft, S. 241, 1880.
76. Heidenhain, physiologische Studien, Berlin 1856.
77. Richter, Schmitt's Jahrb. 1872, 5. Heft, S. 220.
78. Legros und Onimus, traité etc. S. 448.
79. Erb, Rückenmarkskrankheiten, 2. Aufl., S. 716.

80. Legros und Onimus, traité etc., S. 462.
81. Leyden, l. c. S. 185.
82. Mossdorf citirt bei Erdmann, Die Anwendung der Elektrizität in der praktischen Medicin, 4. Aufl., 1877, S. 240.
83. Erdmann, l. c. S. 260.
84. Raynaud, Th., Paris 1862; Arch. génér. de médecine, janvier et février 1874. Grasset, Maladies du Syst. nerv. t. II. S. 247, 1879.
85. Benedict, Elektrotherapie 1868, p. 222 u. f., u. Nervenpathologie etc., 2. Theil, S. 609.
86. Arndt, Arch. f. Psychiatrie, 2. Band, 2. Heft, S. 335, 1870, und 2. Band, 3. Heft, S. 546.
87. Hitzig, v. Ziemssen's Handbuch, 11. Band, 1. Hälfte, 2. Aufl., S. 1086.
88. Schüle, v. Ziemssen's Handbuch, 16. Band, S. 682, 1879.
89. Vergl. Neffel, Arch. f. Psych. 10. Band, 3. Heft, S. 593, 1880.
90. Benedict, Nervenpathologie etc., S. 256.
91. Fieber, Compend. der Elektrotherapie, S. 94.
92. Legros und Onimus, traité etc., S. 395 u. f.
93. Leube, Berl. klin. Wochenschr., Nr. 39, 1874.
94. Rosenthal, Klinik der Nervenkrankh., 2. Aufl., 1875, S. 588.
95. Rosenthal, l. c. 566, 570.
96. Fieber, l. c. S. 93.
97. Legros und Onimus, l. c. S. 488 u. 493.
98. Remak, Galvanotherapie, S. 268—271 u. S. 446.
99. v. Krafft-Ebing, Deutsches Arch. f. klin. Medicin, 9. Bd., 3. Hft., S. 275, 1872.
100. L. u. O., l. c., S. 491, 486.
101. Leyden, l. c., S. 187.
102. Erdmann, l. c., S. 220.
103. Erb, Rückenmarkskrankheiten, 2. Aufl., S. 194; vergl. auch Elektrotherapie, 2. Hälfte, S. 362 u. 363.
104. Benedict, Nervenpathologie etc., S. 127.
105. Althaus, treatise on medical electricity, 2. Aufl., S. 575.
106. Clemens, Ueber die Heilwirkungen der Elektrizität, Frankfurt 1876—1879, S. 195 u. S. 357.
107. S. Mayer, Zeitschrift f. Heilkunde (Fortsetz. der Prager Vierteljahrsschrift) 2. Band, 2. u. 3. Heft, S. 154.
108. Benedict, Erlenmeyer's Centralblatt f. Nervenheilkunde etc. No. 2, 1882. S. 32.
109. Schultze, Arch. f. Psychiatrie, 12. Band, 1. Heft, S. 232, 1881.
110. Long Fox, Lancet, Jan. 7., 1882.
111. Benedict, Erlenmeyer's Centralbl., l. c.
112. Rumpf, ärztl. Vereinsblatt, April 1881. Deutsche med. Wochenschrift 1881, Nr. 32 u. f. Neurol. Centralblatt, Nr. 1 u. 21, 1882.



Ueber die Behandlung

von

Gehirn- und Rückenmarkskrankheiten

vermittelt des Inductionsstromes.

Von

Dr. L. Löwenfeld,

Specialarzt für Nervenkrankheiten und Electrotherapie, ärztl. Dirigent der
Privat-Heilanstalt Maxbrunn in München.



MÜNCHEN.

Verlag von J. A. Finsterlin.

1881.

CST

Vorbemerkungen.

Wer heutzutage bei uns in Deutschland der Anwendung des Inductionsstromes bei Gehirn- und Rückenmarkskrankheiten zu einem anderen Behufe als dem der Bekämpfung einzelner Symptome das Wort reden will, wie ich es hier zu thun im Begriffe bin, darf nicht erwarten, überall ein allzugeneigtes Ohr vorzufinden. Er muss vielmehr befürchten, dass man ihn da und dort prima facie im Verdachte hat, entweder irgend welche längst als überwunden betrachtete Methoden neuerdings produciren oder irgend eine neue, mehr oder minder abenteuerliche Procedur befürworten zu wollen. Ich beeile mich daher zu bemerken, dass ein derartiger Verdacht hier unbegründet ist. Ich hege weder die Absicht, irgend eine von der Erfahrung als unzweckmässig verurtheilte Procedur neuerdings anzupreisen, noch den Reichthum der Electrotherapie an Methoden zu vermehren. Ich will nur, so weit diess im Rahmen einer kurzen Skizze möglich ist, einen Ueberblick über das geben, was wir von dem Inductionsstrome bei den genannten Krankheiten erwarten können, und namentlich eine für die Praxis sehr wichtige und bisher bei uns auffallend vernachlässigte Procedur in das gebührende Licht setzen. Hiebei ist es nicht wohl zu vermeiden, dass wir neben dem, was heute geschieht, auch das früher Geübte gelegentlich berücksichtigen. Diese historische Schwäche wird mir hoffentlich nachgesehen werden.

Die Anwendung inducirter Ströme bei Behandlung von Gehirn- und Rückenmarkskrankheiten war in den fünfziger Jahren keineswegs eine ganz seltene. Erst die Einführung des constanten Stromes in die Therapie der Centralorgane durch die Arbeiten *Remak's* und seiner Schüler hat den Inductionsstrom aus diesem Gebiete mehr und mehr verdrängt. Doch begann man alsbald, wenn auch zunächst nur jenseits des Oceans, diesem Agens wieder ein grösseres Wirkungsfeld bei centralen Leiden zu überweisen, und gegenwärtig sind An-

zeichen dafür vorhanden, dass der Inductionsstrom vielleicht schon in Bälde, wenn auch nicht die gleiche Rolle wie der constante Strom, so doch eine dieser sehr nahe kommende in der Therapie der genannten Erkrankungen spielen wird.

Die Methoden der Faradisation, welche im Laufe der Zeit bei centralen Erkrankungen zur Anwendung gebracht wurden und zum Theil noch geübt werden, sind folgende:

- 1) Periphere Reizung (cutane Reizung, insbesondere vermittelst des faradischen Pinsels, Reizung der Nervenstämme und Muskeln).
- 2) Faradisation des Kopfes.
- 3) Faradisation längs der Wirbelsäule.
- 4) Die verschiedenen Formen allgemeiner Faradisation.

§ 1.

*Briquet*¹⁾ wandte bei Chorea Reizung der Haut befallener Glieder vermittelst des faradischen Pinsels und sehr intensiver Ströme, täglich oder jeden zweiten Tag für die Dauer von 5 bis 6 Minuten an, und sah hievon günstige Resultate in einer Anzahl von Fällen. *Becquerel* bediente sich ebenfalls bei Chorea der cutanen Faradisation, *Duchenne*²⁾ der Faradisation der Muskeln mit günstigem Erfolge; *Althaus*³⁾ fand cutane und Muskel-faradisation mit mässigen Strömen oft von Nutzen. In neuerer Zeit sind diese Methoden durch die Anwendung des constanten Stromes, insbesondere die Galvanisation längs der Wirbelsäule, und wie es scheint, mit Recht verdrängt worden. Indess dürfte immerhin in Fällen, wo eine Batterie nicht zur Hand ist, von dem *Althaus'schen* Verfahren mit Vortheil Gebrauch gemacht werden. *Schulz*⁴⁾ erzielte durch faradische Pinselung der Haut an der rechten Seite der Wirbelsäule Beseitigung einer seit 5 Jahren bestehenden Anästhesia dolorosa der rechten Hälfte des Kopfes, Gesichtes, Nackens, Halses und der Finger derselben Seite. Ferner wandte derselbe in Fällen von Impotenz die faradische Pinselung des Gliedes mit günstigem Erfolge an. In einem Falle, in welchem neben Impotenz andere Symptome spinaler Erkrankung bestanden (Incont. urinae, anästhetische Stellen an Rumpf und Unterextremitäten, Anästhesie des Penis und Scrotums, excentrische Schmerzen, unsicherer Gang etc.) sah

¹⁾ Compendium d'électricité médicale, von van Holsbeek 1861. S. 261.

²⁾ *Duchenne* De l'électrisation localisée. 3. Aufl. 1872, S. 204. *Duchenne* wandte die Faradisation par action réflexe vorzugsweise an, d. h. er applicirte die beiden Electroden weit von einander entfernt.

³⁾ *Althaus* Treatise on medical electricity, 2. Aufl. S. 509.

⁴⁾ *Schulz* Zeitschr. der k. k. Gesellsch. der Aerzte zu Wien, Nov. 1852, S. 474, u. Wien med. Wochenschr. 1854, Nr. 10 u. f.

Schulz nach Faradisation der unteren Extremitäten und des unteren Theiles der Bauchwand, Beseitigung der Incontinenz und der Anästhesie des Penis, ferner Wiederherstellung der Erectionsfähigkeit des Gliedes eintreten. Auch *Meyer*¹⁾ beobachtete in einem Falle spinaler Erkrankung (Schwanken bei geschlossenen Augen, Reifgefühl, excentrische Neuralgien, umschriebene Anästhesien, nächtliche Incont. urinae) bedeutende Besserung beim Gebrauche des faradischen Pinsels an den Unterschenkeln, Füßen und den anästhetischen Partien der Arme. *Leyden*²⁾ erwähnt, dass die bei manchen Rückenmarkserkrankungen verbleibende, mit Anästhesie der Geschlechtstheile, des Dammes und der Haut der Nates verbundene Störung in der Funktion der Sphinkteren durch cutane Faradisation erheblich gebessert werden kann. Von der faradischen Pinselung der Haut wurde ferner häufig mit günstigem Erfolge Gebrauch gemacht in Fällen, in welchen Anästhesien centralen Ursprungs hartnäckig an einzelnen Stellen persistirten; man scheint hiebei jedoch keineswegs immer eine Einwirkung auf die Centralorgane, sondern oft nur Beseitigung einer Torpidität der peripheren Nerven im Auge gehabt zu haben. In neuerer Zeit wurde die faradische Pinselung umschriebener kleiner Hautpartien, insbesondere der Oberextremitäten, vermittelt sehr intensiver Ströme von *Vulpian*³⁾ und *Grasset*⁴⁾ mit zum Theil glänzendem Erfolge selbst bei Hemianästhesien in Folge von cerebralen Herdläsionen, ebenso bei hysterischen Hemianästhesien angewandt. Es trat Beseitigung oder Besserung der Anästhesie auf der ganzen Körperhälfte ein.⁵⁾ Auch bei Hemiplegien ohne Anästhesie erwies sich die cutane Faradisirung mit mässigen Strömen nützlich. Besserung der motorischen Störungen, Beseitigung der Aphasie, selbst Wiederherstellung der psychischen Functionen wurden hiebei beobachtet.

Periphere Faradisation — Reizung der Haut, der Nervenstämmе und der Muskeln — wurde ferner bei Geisteskrankheiten mit günstigem Erfolge in Anwendung gezogen, so von *Briand*⁶⁾ in einem Falle von Melancholie mit Katalepsie (hier

1) *Meyer*, die Electr. in ihrer Anwendung auf prakt. Medicin. 3. Aufl. 1868, S. 338.

2) *Leyden*, Klinik der Rückenmarkskrankh. 1. Bd S. 180.

3) *Vulpian* Arch. de physiol. norm. et path. 1875, p. 877; Bull. gén. de thérap. Oct.—Dec. 1879; Gaz. méd. de Paris, Nr. 39, 40, 1879.

4) *Grasset* Arch. de physiol. norm. et path., 1876, p. 765 u. Malad. du syst. nerv. tome I. p. 210.

5) Vgl. hier die interessante Beobacht. 63 und den Fall aus *Romberg's* Klinik, bei *Meyer* die Electricität in ihrer Anwend. auf prakt. Med., 3. Aufl. S. 285 u. f.

6) *Briand*, citirt bei van Holsbeek S. 252.

in Verbindung mit anderen faradischen Proceduren, Tauchen der Hände und Füße in ein faradisches Bad etc.), von *Teilleux*¹⁾ und *Anzouy*²⁾ insbesondere bei Depressions-Zuständen mit Apathie und Stupor, von *Arndt*³⁾ vorzugsweise bei einfachen Depressionszuständen.

Physiologische Erfahrungen, welche wir zur Erklärung der Erfolge der cutanen Faradisation bei spinalen Leiden heranziehen könnten, mangeln vollständig. Dagegen liegen experimentelle Beobachtungen vor, welche darthun, dass man durch Reizung der Haut mit starken Inductionsströmen die Weite der Pia-gefäße, sohin auch der eigentlichen Gehirngefäße, zu beeinflussen im Stande ist. Bezügliche Versuche wurden von *Nothnagel*, *Riegel* und *Jolly*, *Krauspe*, *Rumpf* und mir angestellt; es wurden hiebei sowohl Erweiterungen (*Rumpf* und *Löwenfeld*) als Verengerungen (*Krauspe* u. A.) der Piaarterien beobachtet.⁴⁾ Unter welchen Umständen die eine oder andere Wirkung eintritt, ist zur Zeit noch nicht festgestellt. Ich halte es für wahrscheinlich, dass auch beim Menschen die therapeutische cutane Faradisation nicht immer die gleiche Wirkung auf die Gehirngefäße ausübt, d. h. dass je nach dem Zustande der Gehirngefäße, respective der vasomotorischen Apparate, Erweiterung oder Verengerung der Gefäße eintritt, z. B. bei spastischer Verengerung der Gehirngefäße Erweiterung, bei abnormer Ausdehnung derselben dagegen Verengerung. Diese Wirkungen mögen die Erfolge der cutanen Faradisation bei Gehirnleiden zum Theil wenigstens bedingen.

§ 2.

Die Application inducirter Ströme am Kopfe wurde schon von *Remak*⁵⁾ angewendet. Er fand in der Durchleitung eines sanften inducirten Stromes mittelst breiter Stromgeber durch Schläfen und Stirn ein unschuldiges und wirksames Mittel bei Neuralgien des Kopfes und diffusen Cephalagieen. Bei diesen Leiden sahen *Erb*,⁶⁾ *Benedikt*⁷⁾ und Verfasser ebenfalls von der Application des Inductionsstromes an den Kopf, insbesondere vermittelt der befeuchteten Hand, günstige Erfolge. Bei Migräne wurden hiedurch bei einer Reihe von Beobachtern

1) *Teilleux*, Annal. méd. psych., 1859, tome V, p. 353.

2) *Anzouy* ibid. S. 527.

3) *Arndt*, Arch. f. Psych. II. Bd., 2. Heft, S. 292 u. f.

4) S. hierüber *Löwenfeld*, Experim. u. krit. Unters. zur Electrother. des Gehirns, 1881, S. 109 u. f.

5) *Remak*, Galvanotherapie S. 431.

6) *Erb*, v. Ziemssen's Handb. 12. Bd., 1. Hälfte, 2. Aufl. S. 134.

7) *Benedict*, Nervenpathologie 1874, S. 124.

(*Frommhold*,¹⁾ *Fieber*,²⁾ *Benedict*,³⁾ *Beard* und *Rockwell*⁴⁾ aner kennenswerthe Resultate erzielt. Auch bei Schlaflosigkeit erweist sich das Verfahren gelegentlich von Nutzen (*Benedict*⁵⁾ eigene Beobachtung), *Beard* und *Rockwell*⁶⁾ sahen in einem Falle von Neuralgie des Kopfes, begleitet von Gesichtsschwäche und Schwindel fast vollständige Heilung bei Anwendung der Faradisation des Kopfes eintreten. Ich habe auf diese Erfahrungen bereits an anderer Stelle⁷⁾ hingewiesen und daselbst die Ansicht geäußert, dass kein Grund bestehe, weshalb der Faradisation des Kopfes nicht ein etwas größeres Wirkungsfeld als bisher zugewiesen werden sollte. Es ist durch *Erb's* Versuche nachgewiesen, dass bei Application inducirter Ströme am Kopfe, ebenso wie bei der constanter Ströme Stromschleifen in das Gehirn eindringen. Aus Versuchen, die ich an Thieren anstellte, erhellt, dass man durch Faradisation des Kopfes die Circulationsvorgänge im Innern der Schädelhöhle zu beeinflussen und zwar speciell zu befördern im Stande ist.⁸⁾ Diese experimentellen und verschiedenen therapeutischen Erfahrungen (günstige Erfolge bei Kopfschmerz und Schlaflosigkeit Anämischer und Neurasthenischer) bestimmten mich, die Anwendung der Faradisation des Kopfes zunächst in Fällen, wo es sich um Hebung der Ernährung des Gesamthirns handelt, also bei Zuständen von Erschöpfung und Energielosigkeit dieses Organs, zu befürworten (mässige Stromintensität und längere Sitzungsdauer, 10—15 Minuten, Application vermittelt der befeuchteten Hand oder befeuchteten Electroden).

§ 3.

Die Application des Inductionsstroms längs der Wirbelsäule hat in der Therapie der Rückenmarkserkrankungen nie eine grosse Rolle gespielt. *Massé*⁹⁾ (1850) machte von derselben in einem Falle mit günstigem Erfolge Gebrauch, *Videt*¹⁰⁾ (1853) dagegen berichtet von zwei Fällen (allgemeine Paralyse und Paraplegie), in welchen dieselbe mit entschiedenem Nachtheile angewendet wurde. Es traten in den von letzterem Beobachter

1) *Frommhold*, Electrotherapie, 1869, S. 243.

2) *Fieber*, Compend. der Electrotherapie, 1869, S. 120.

3) *Benedict* l. c. S. 124.

4) *Beard* u. *Rockwell*, Practical treatise on the uses of electricity, deutsch v. R. Väter, Prag 1873, S. 297.

5) *Benedict* l. c. S. 124.

6) *Beard* u. *Rockwell* l. c. S. 315.

7) *Löwenfeld* l. c. S. 137, 138.

8) L. c. S. 108.

9) *Massé*, de l'électricité en thérapeutique.

10) *Videt*, Quelques considerations sur l'électricité médicale, 1853.

mitgetheilten Fällen u. A. heftige Schmerzen, Muskelzuckungen und Schwindel ein, Erscheinungen, welche auf übermäßige Intensität der angewandten Ströme hinweisen. *Desparquete*¹⁾ erzielte in zwei Fällen von hysterischer Paralyse der unteren Extremitäten durch Faradisation längs der Wirbelsäule in Verbindung mit Faradisation der Beine völlige Heilung. Seitdem scheint von der Application inducirter Ströme längs der Wirbelsäule, abgesehen von den Fällen, in welchen sie als Theil der allgemeinen Faradisation nach *Beard* und *Rockwell* geübt wurde, kein Gebrauch mehr gemacht worden zu sein. Verschiedene Beobachtungen, die ich gelegentlich der Anwendung der allgemeinen Faradisation nach der Methode von *Beard* und *Rockwell* machte, — Beseitigung von Hyperästhesie an umschriebenen Partien der Wirbelsäule und localer Reizzustände in begrenzten Rückenmarksabschnitten (excentrischer Schmerzen in den Unterextremitäten, Neigung zu anhaltenden Erectionen des Nachts etc.), Hebung der geschwächten Leistungsfähigkeit der Beine — legten mir den Gedanken nahe, dass die bei diesem Verfahren geübte Faradisation längs der Wirbelsäule an der erzielten Besserung spinaler Functionsstörungen einen speciellen Antheil haben möge. Diese Vorstellung steht zwar nicht in Einklang mit den in der Electrotherapie z. Z. herrschenden Anschauungen, nach welchen für die direkte elektrische Behandlung des Rückenmarks der constante Strom allein sich eignet; nichtsdestoweniger liess ich mich durch dieselbe bestimmen, in vereinzelt Fällen rein spinaler Leiden neben der Galvanisation auch die Faradisation längs der Wirbelsäule vorzunehmen. Es waren dies Fälle, in welchen Störungen in den Verrichtungen umschriebener Rückenmarkspartien vorlagen (Störungen der Blasenfunctionen, in der Geschlechtsphäre, excentrische Schmerzen in bestimmten Nervenbahnen etc.) und zum Theil die Annahme einer bereits bestehenden organischen Läsion nicht abzulehnen war. Ich habe hiebei den Eindruck gewonnen, dass die Application des Inductionstromes an die Wirbelsäule in einzelnen Fällen ebenso nutzbringend wirkt wie die Galvanisation längs der Wirbelsäule. Ich erwähne diese vergleichsweise spärlichen und natürlich bei Weitem nicht conclusiven Erfahrungen nur deshalb, weil meines Erachtens bisher hauptsächlich nur theoretische Bedenken von der centralen Anwendung des Inductionstromes bei Rückenmarksleiden abhielten. Diese Bedenken fussten auf der Annahme, dass der constante Strom allein die gewünschten katalytischen Einwirkungen auf das Rückenmark in der nöthigen Stärke hervorzurufen im Stande sei, ferner der Inductionstrom nicht leicht genug in die hier erforderliche Tiefe

¹⁾ *Desparquete* s. bei van Holsbeek S. 410.

eindringende. Erstere Annahme ist jedenfalls zur Zeit unerwiesen; letztere Annahme dagegen sicher unhaltbar. Nach *Brenner*¹⁾ gelingt es durch Application inducirter Ströme längs der Wirbelsäule (Kathode Lendenwirbel) sogar leichter als durch Application constanter Ströme, excentrische Sensationen in den Unterextremitäten hervorzurufen. Meine Beobachtungen stimmen hiemit überein. Es kann demnach wohl nicht bezweifelt werden, dass bei Faradisation längs der Wirbelsäule das Rückenmark von dem Inductionsstrom in genügender Stärke getroffen wird, und somit, selbst wenn dieser nur geringe katalytische Wirkungen zu erzielen im Stande sein sollte, dennoch bei manchen Rückenmarkserkrankungen, insbesondere den rein functionellen Störungen, durch die genannte Procedur günstige Resultate erzielt werden mögen.

§ 4.

Eine Art allgemeiner Electrification wurde zuerst von amerikanischen Aerzten (von *Müller* in New-York schon 1843) angewendet.²⁾ *Dropsy*³⁾ in Krakau übte dieselbe derart, dass er den Scheitel des Kopfes und die Magengrube mit dem einen Pole und die Extremitäten mit dem andern Pole eines Inductionsapparates in Verbindung brachte. Durch dieses Verfahren machte er sich anheischig, alle heilbaren Krankheiten zu curiren. *Gubler*⁴⁾ sah günstige Resultate bei Impotenz, allgemeiner Schwäche etc. von einem ähnlichen Verfahren; er schlug vor, beide Hände und Füße in getrennte, mit Salzwasser gefüllte Gefässe zu setzen und auf diese Weise einen Strom durch den Körper zu leiten. *Van Holsbeek*⁵⁾ wandte die Durchleitung inducirter Ströme von Hand zu Hand oder vom Nacken zum Epigastrium oder zur Hand bei Chorea, Epilepsie, Eklampsie und Hysterie an; ein ähnliches Verfahren wurde von *Bougard* bei Epilepsie, anscheinend mit Erfolg, geübt. Die Methode der allgemeinen Faradisation, welche gegenwärtig in der ärztlichen Praxis allein üblich ist, rührt von *Beard* und *Rockwell*⁶⁾ her. Im Princip besteht dieselbe darin, dass man den einen Pol des Inductionsstroms in möglichst grosser Oberfläche an eine Körperstelle (beide Fusssohlen oder

1) *Brenner*, Untersuch. u. Beobacht. auf dem Gebiete der Electrotherapie, 2. Bd., 1869, S. 82.

2) S. hierüber *Beard* u. *Rockwell* l. c. S. 85.

3) *Joseph Dropsy de Cracovie*, Electrothérapie ou application médicale pratique de l'électricité basée sur de nouveaux procédés. Paris 1857, S. 26 u. f.

4) *Gubler*, Bullet. de Therapeut. Dec. 1863.

5) *Van Holsbeek* l. c. S. 265 u. f.

6) *Beard* u. *Rockwell* l. c. S. 87 u. f.

Gesäss) applicirt und mit der anderen Electrode successive Kopf, Rumpf und Extremitäten bestreicht. Das Verfahren, obwohl seit dem Jahre 1866 von den amerikanischen Autoren in einer Anzahl von Publicationen den Aerzten zugänglich gemacht, hat bei uns in Deutschland (wie es scheint auch in Frankreich und England) bisher wenig Eingang gefunden. Noch im vorigen Jahre äusserte sich *Möbius*¹⁾ in einem in der Leipziger medicinischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage, es sei ihm keine einzige deutsche Arbeit bekannt, welche auf Grund eigener Erfahrungen sich zustimmend oder verwerfend über das neue Verfahren ausgesprochen hätte. *Möbius* irrte sich nur insofern, als *Benedict* in seiner Nervenpathologie (1874) auf Grund eigener Beobachtungen über die Wirksamkeit der allgemeinen Faradisation sich sehr günstig geäussert hatte. *Erb* erwähnt das Verfahren zwar in seinem Werke über Rückenmarkskrankheiten ebenfalls, scheint dasselbe aber zur Zeit der Publication des letzteren (1878) noch nicht selbst geübt zu haben. Wie wenig Beachtung der allgemeinen Faradisation von Seiten der Psychiater von Fach geschenkt wurde, erhellt wohl daraus, dass z. B. *Schüle* in seinem Handbuch der Geisteskrankheiten (1878) dasselbe nicht einmal erwähnt. Seit der Publication von *Möbius*, welcher über einen Fall berichtete, sind nur noch von *Engelhorn*²⁾ zwei mit allgemeiner Faradisation behandelte Fälle veröffentlicht worden. Da zur Zeit die deutsche Casuistik der allgemeinen Faradisation nur aus diesen drei Fällen besteht, und meines Erachtens praktische Beispiele besser als theoretische Erörterungen die Wirkungen des in Rede stehenden Verfahrens zu veranschaulichen im Stande sind, erlaube ich mir hier in Kürze über folgende zwei meiner Praxis entstammende Fälle zu berichten:

Fall I. Herr A. E., Privatier, 53 Jahre alt (1879), ledig, von exquisiter neuropathischer Disposition (zum Theil hereditär, zum Theil acquirirt durch Onanie und vieljähriger Arbeit in der Nähe eines Ofens bei einer Temperatur von 22—28° Réaumur; ausserdem Typhus im 18. Lebensjahre, angeblich mit Rückenmarksentzündung). Schon frühzeitig, im 23.—24. Lebensjahre, Schwindel im Kopfe, Schwäche und Zuckungen in den Beinen, Nachts Ameisenkriechen in denselben etc., ausserdem Zeichen conträrer Sexualempfindung, welche Erscheinungen sich trotz zahlreicher Bade- und anderer Kuren nie mehr vollständig verloren. Anfangs der 40er Lebensjahre, durch Erbschaft in den Besitz hinreichender Subsistenzmittel gelangt, begann Patient sich mit Eifer Kunststudien zu widmen, besuchte fünf Jahre lang Vorlesungen in der Akademie der Künste und

1) *Möbius*, Berliner klin. Wochenschr., 22. Nov. 1880, S. 677.

2) *Engelhorn*, Centralbl. für Narrenheilkunde etc. 1881, Nr. 1.

betrieb Oelmalerei. Sein wenig leistungsfähiges Gehirn war jedoch den hiemit verbundenen geistigen Anstrengungen nicht gewachsen. Dieselben brachten allmählich eine derartige Erschöpfung dieses Organs zu Wege, dass neben den früher vorhandenen mannigfaltigen und wechselnden nervösen Störungen Schlaflosigkeit und tiefe geistige Depression eintrat, welche letztere sich schliesslich (1873) zu einer typischen Melancholie mit Verfolgungsdelirien entwickelte. In das hiesige städtische allgemeine Krankenhaus verbracht (Oberarzt Herr Dr. *Posselt*), erhielt er, wohl hauptsächlich wegen der vorhandenen Schlaflosigkeit, Chloralhydrat und zwar mit günstigem Erfolge. Nach sechs Wochen gebessert aus dem Spital entlassen, setzte er den Gebrauch des Chlorals in mässigen Dosen wegen der Schwäche des Schlafes fort, und zwar sehr lange Zeit, ohne dass eine erhebliche Verringerung der Wirksamkeit des Chlorals eingetreten wäre. Eine solche machte sich erst Ende des Jahres 1878 bemerklich; der Schlaf wurde in Folge dessen schlechter, war oft trotz grosser Chloraldosen nicht zu erzielen und allmählich entwickelte sich wieder ein Zustand, ähnlich dem von 1873. Der damalige Status war in Kürze folgender: Wohlbeleibte Persönlichkeit von mittlerer Grösse und etwas anämischem Aussehen. Cor und Pulm. frei, Appetit nicht erheblich verringert, dagegen Diarrhöe mehrmals täglich; von Seiten der Sensibilität und Motilität keine objectiv nachweisbaren Störungen. Bei der electricischen Untersuchung der Nervenstämmе und Muskeln zeigt die — vom Patienten als schwächere bezeichnete — rechte Körperhälfte etwas geringere Ansprechbarkeit für beide Stromesarten als die linke. Schlaf, trotz beträchtlicher Dosen von Chloral, nur 4—5 Stunden täglich, schwach und oft unterbrochen, hochgradige Schwäche in den Beinen, Schmerzen und Parästhesien mannigfacher Art in diesen und im Kopfe. In psychischer Beziehung im Vordergrund die Zwangsvorstellungen, dass das Chloral das einzige für ihn vorhandene Schlafmittel sei, dass dies jetzt seine Wirkung versage, und ihm deshalb bevorstehe, an Schlaflosigkeit und Entkräftung jammervoll zu Grunde zu gehen; um dem vorzubeugen, müsse er seinem Leben ein Ende machen. Diese Vorstellungen beherrschen derart sein Denken, dass es unmöglich ist, ein Gespräch über irgend einen andern Gegenstand mit ihm zu führen; er kehrt immer wieder zu diesem Thema zurück und zeigt dabei entschieden Incohärenz des Gedankenganges. Der Gedanke des Suicidiums wird allmählich als etwas Selbstverständliches behandelt, nur über das Wie noch deliberirt; er erkundigte sich z. B. wie viel Chloral nöthig sei, um den exitus letalis zu bewirken, ob eine vorgezeigte Schlinge geeignet sei, um sich hiemit zu erhängen, und schlägt einen Nagel in das Gebälke

am Speicher des Hauses, für alle Fälle — wie er meint — Bromkali, einige Zeit genommen, bewirkt keine Aenderung. Ich fand es nunmehr angezeigt, die Angehörigen, die bisher den Reden des als Hypochonder allgemein bekannten Patienten kein Gewicht beigelegt hatten, auf den Stand der Dinge aufmerksam zu machen; dieselben waren bereit, die Ueberführung des Patienten in ein Spital oder eine Anstalt zu veranlassen. Im Princip ebenfalls mit einem solchen Schritte einverstanden, glaubte ich dennoch, namentlich mit Rücksicht auf den mir bekannten Widerwillen des Patienten gegen Spitals- oder Anstaltsbehandlung, wenigstens noch einen kurzen Versuch mit der allgemeinen Faradisation, von welcher ja günstige Wirkungen bei ähnlichen Fällen von *Beard* und *Rockwell* und *Benedict* beobachtet worden waren, unternemen zu dürfen. Da dieser Versuch ein günstiges Resultat hatte, wurde die Behandlung längere Zeit, anfangs täglich, später seltener, fortgesetzt (nahezu 3 Monate). Der Erfolg der Behandlung war nachstehender:

Während in dem Monate vor Beginn der Behandlung mit allgemeiner Faradisation die durchschnittliche tägliche Dauer des Schlafes $4\frac{3}{4}$ Stunden betrug¹⁾, und zwar bei Verbrauch grosser Chloraldosen, belief sich während der Anwendung der allgemeinen Faradisation, bei viel geringerem Chloralverbrauche, die tägliche Durchschnittszeit des Schlafes im ersten Monate auf $6\frac{1}{2}$ Stunden, im zweiten Monate auf $6\frac{2}{5}$ Stunden. Mit der Besserung des Schlafes trat auch in den übrigen Verrichtungen eine entschiedene Wendung zum Bessern ein. Die Schwäche in den Beinen verringerte sich alsbald derart, dass weitere Spaziergänge gemacht werden konnten, während vorher kaum ein $\frac{1}{4}$ stündlicher Gang möglich war. Die tiefe geistige Depression wich allmählich, um dem frühern, einfach hypochondrischen Verhalten Platz zu machen, die Selbstmordideen wurden nur mehr belächelt, auch die Incohärenz des Denkens verlor sich. Die Häufigkeit der Stuhlentleerung verringerte sich zu gleicher Zeit: ausserdem zeigten sich folgende Aenderungen in dem Verhalten dem faradischen Reize gegenüber: Bei Beginn der Behandlung erwies sich bei der Faradisation des Rückens die Gegend der Lendenwirbelsäule exquisit hyperästhetisch; mässige Ströme verursachten hier schon unerträgliche Schmerzen; ferner meist Prickeln und Ameisenkriechen in den untern Extremitäten. Erstere Erscheinung verlor sich

¹⁾ Anm. Patient hat die seltsame, ächt hypochondrische Gewohnheit, seit einer Anzahl von Jahren über die Zahl der Stunden, welche er schläft, sorgfältig Buch zu führen. Diesem Umstande allein ist es zu verdanken, dass ich die Besserung des Schlafes ziffermässig feststellen konnte.

im Laufe der Behandlung völlig; es zeigte schliesslich die Gegend der Lendenwirbelsäule keine grössere Empfindlichkeit für den Inductionsstrom als andere Theile des Rückens; ferner gelang es später nicht mehr so leicht wie anfänglich die genannten Parästhesien durch Faradisation der Lendenwirbelgegend hervorzurufen.

Eine vollständige Heilung war in diesem Falle nicht zu erzielen, konnte auch nie erwartet werden. Von der erzielten Besserung des Schlafes wurde sogar im 3. Monate etwas eingebüsst, im geistigen Verhalten dagegen trat kein Rückschritt ein. Nach dem Sistiren der allgemeinen Faradisation wurde die Galvanisation des Kopfes und am Halse längere Zeit hindurch angewendet, ohne einen merklichen Fortschritt der Besserung zu bewirken. Auch die später durch lange Zeit vorgenommene Galvanisation des Rückens war ohne wahrnehmbaren Erfolg, dagegen scheinen seitdem zu wiederholten Malen vorgenommene hydrotherapeutische Kuren dem Patienten wenigstens immer für einige Zeit gute Dienste geleistet zu haben.

Fall II. Herr J. B., 38 Jahre alt, Kaufmann, verheirathet, von hagerer Figur, aber nicht schlecht genährt, nach seiner Angabe von Kindesbeinen an sehr nervös und von sehr reizbarem Temperament (wahrscheinlich hereditäre neuropathische Disposition); jedoch mit Ausnahme vorübergehender Magenaffectionen und Rheumatismen im Wesentlichen gesund bis vor mehreren Jahren, wo verschiedene nervöse Beschwerden eintraten; im vorigen Jahre (1879) kürzere Zeit ein Zustand, ähnlich dem gegenwärtigen, aber von erheblich geringerer Intensität. Nunmehr seit mehreren Monaten folgender Status:

Häufig mehr minder intensive Kopfschmerzen, öfters auch Eingenommenheit des Kopfes. Unfähigkeit zu anstrengender geistiger Thätigkeit, insbesondere beim Rechnen rasches Ermüden. Schwächegefühl im Rücken und in den Beinen; beim Gehen rasches Ermüden; Schmerzen vom unteren Theile des Rückens oder Gesässe nach abwärts in die Beine ausstrahlend; Appetit verringert, Stuhlgang angehalten, meist nur durch den Gebrauch von Pillen und dergleichen herbeizuführen. Gefühl von Spannung und Unbehagen im Unterleib, insbesondere nach den Mahlzeiten; von Seite der Blase keine Störung, Potenz schon längere Zeit erheblich herabgesetzt; nach dem Coitus hochgradige, erst nach einer Anzahl von Tagen sich verlierende Erschöpfung, daher seit lange schon völlige Abstinenz; dabei Nachts meist mehrere Stunden anhaltende, sehr belästigende Erectionen, wodurch der Schlaf sehr beeinträchtigt wird; dieser auch sonst (durch Hitzegefühle im Kopfe, Unruhe etc.) gestört. Stimmung sehr niedergedrückt, zeitweilig geradezu lebens-

überdrüssig. Aetiologisch Excesse in *Bacho* et *Venere* in *Abrede* gestellt (letztere vielleicht dennoch früher vorhanden gewesen), dagegen Aufregungen und zeitweilige Ueberanstrengung im Geschäfte angegeben. Die objective Untersuchung ergibt ausser einer geringen Empfindlichkeit im Epigastrium nichts Bemerkenswerthes, insbesondere keine druckempfindliche Stelle an der Wirbelsäule, keine objektive Störung der Motilität und Seusibilität, *Urin* normal.

Insbesondere wegen der vorhandenen Schlafstörung und Depression wird die allgemeine Faradisation angewendet, daneben entsprechende Regulirung der Diät. Eine etwa dreiwöchentliche Behandlung bewirkt entschiedene Besserung nach allen Richtungen, der Appetit hebt sich, wird alsbald sogar sehr bedeutend, der Stuhlgang regelmässig, Schwäche und Schmerzen in den Beinen verlieren sich, so dass der Patient alsbald weitere Spaziergänge unternehmen kann; der Schlaf zeigt entschiedene Besserung. Die Fähigkeit zu geistiger Arbeit hebt sich; die Stimmung wird wieder lebensfroher; am hartnäckigsten erweisen sich die nächtlichen *Erectionen*, welche noch immer den Schlaf zeitweilig, wenn auch viel weniger als früher stören. Eine Geschäftsreise des Patienten verursacht eine Unterbrechung der Behandlung. Nach der Rückkehr des Patienten wurde constatirt, dass die erzielte Besserung sich erhalten hatte; es wurde hierauf durch mehrere Wochen die Galvanisation längs der Wirbelsäule angewandt; es gelang jedoch nicht, die noch vorhandenen neurasthenischen Erscheinungen hiedurch vollständig zu beseitigen. Diese verloren sich erst im Verlaufe einiger weiterer Monate, unter geeigneter Lebensweise. Herr J. B. erfreut sich seitdem vollständigen Wohlseins. Die vorstehenden Fälle sind keine *Paradefälle*, wie z. B. der von *Möbius* berichtete, indess genügen dieselben, die Leistungsfähigkeit der allgemeinen Faradisation zu illustriren. Wie wir ersehen, producirte dieses Verfahren folgende Wirkungen: 1) Besserung des Schlafes, 2) Verringerung, respective Beseitigung sowohl localer als weit ausgebreiteter Reiz- und Schwächezustände im centralen Nervensysteme, 3) Erhöhung des Appetites und Regulirung der Darmfunctionen, 4) als Resultante dieser Wirkungen Erhöhung der motorischen und intellectuellen Leistungsfähigkeit und Beseitigung vorhandener psychischer Depressionzustände. Alle diese Wirkungen wurden bereits von *Beard* und *Rockwell* als permanente oder tonische Effecte der allgemeinen Faradisation constatirt; als solche erwähnen sie noch: Zunahme der Grösse und Festigkeit der Muskeln. Neben letzteren Wirkungen unterscheiden *Beard* und *Rockwell* noch primäre stimulirende (Gefühl der Erfrischung, Schlafneigung etc. unmittelbar nach der Sitzung) und secundäre, reactive Wirkungen (Muskelschmerzen

etc.), welche ein bis zwei Tage nach der Application eintreten und in der Mehrzahl der Fälle nicht beobachtet werden. Wir können hier auf diese mehr nebensächlichen und zufälligen Wirkungen nicht näher eingehen.

Nach *B.* und *R.* ist die allgemeine Faradisation angezeigt: 1) In Krankheiten, welche von Beeinträchtigung der Ernährung oder von allgemeiner Schwäche der vitalen Functionen abhängen (z. B. nervöser Dyspepsie, Neurasthenie, Anämie, Chlorosis, Hysterie, Hypochondrie etc. 2) In krankhaften Zuständen, die von irgend einer lokalen Ursache abhängen, welche nicht hinreichend diagnosticirt werden kann. 3) In gewissen Krankheiten, welche, obzwar an sich unheilbar, von einer Störung der Ernährung begleitet werden, welche grösserer oder geringerer Linderung fähig ist. (Fälle von Paralysis agitans, cerebraler und spinaler Paralyse, vorgeschrittene Stadien der tabes dosalis.)

Die Angaben der amerikanischen Autoren werden von den deutschen Beobachtern, soweit deren Erfahrung ein Urtheil zulässt, bestätigt. *Benedict* bemerkt, dass seine Erfahrungen im Allgemeinen mit denen der amerikanischen Autoren übereinstimmen, und dass insbesondere bei Schlaflosigkeit selbst Geisteskranker, bei Migräne und allgemeiner Nervosität vorzügliche Resultate erzielt werden. *Möbius* erklärt die allgemeine Faradisation als ein in geeigneten Fällen mächtiges, durch nichts anderes zu ersetzendes Heilmittel. Seine Erfahrungen beschränken sich auf die Neurasthenie. Auch *Engelhorn* constatirt, dass in den beiden Fällen, in welchen er die allgemeine Faradisation anwandte, diese Procedur entschieden das leistete, was nach den Schilderungen der amerikanischen Autoren von ihr erwartet werden konnte. Es handelte sich bei *E.* um einen Fall von hysterischem Irrsein und einen von Hysteromelancholie. In beiden Fällen war hochgradige Erschöpfung des Gesamtnervensystems, Darniederliegen der Verdauung u. s. w. vorhanden. In beiden Fällen trat unmittelbar nach den ersten Sitzungen schon grosses Wohlbehagen ein, und besserten sich Schlaf und Verdauung u. a. ganz entschieden. Meine eigenen Erfahrungen stimmen, soweit dieselben reichen, ebenfalls mit den Angaben *Beard* und *Rockwell* überein, wie schon aus den mitgetheilten Fällen ersichtlich ist. Ich hatte auch Gelegenheit mich davon zu überzeugen, dass die allgemeine Faradisation nur in solchen Fällen ihre günstigen Wirkungen gegen Schlaflosigkeit, geistige Depression u. s. w. äussert, in welchen diese Funktionsstörungen nicht direkt von tieferen organischen Läsionen der Nervencentren abhängen. So vermochte ich z. B. in einem Falle von wahrscheinlicher Pachymeningitis interna chronica bei einem Potator, bei welchem

u. a. anhaltende Schlaflosigkeit und tiefe geistige Depression bestand, keine Besserung bezüglich dieser Erscheinungen zu erzielen. Die Galvanisation des Kopfes und am Halse, welche in diesem Falle vorher längere Zeit angewendet worden war, hatte sich gleichfalls als nutzlos erwiesen.

Man darf nach den zur Zeit vorliegenden Beobachtungen wohl behaupten, dass die allgemeine Faradisation das Mittel par excellence gegen die neuerdings auch die Aufmerksamkeit der deutschen Aerzte mehr und mehr auf sich ziehende Neurasthenie, und zwar insbesondere gegen die schwereren Formen dieses proteusartigen Leidens darstellt. Ich bin übrigens weit davon entfernt, in Abrede stellen zu wollen, dass auch der constante Strom bei dieser Affection oft recht gute Dienste leistet; ich habe selbst in der Mehrzahl der von mir behandelten Fälle von Neurasthenia spinalis und cerebrospinalis die Galvanisation längs der Wirbelsäule angewendet und hiedurch zum Theil sehr günstige Resultate erzielt. Die mit der allgemeinen Faradisation verbundenen Umständlichkeiten und der grössere Zeitaufwand, den dieselbe erheischt, gestatteten mir nicht, dieselbe in all' den Fällen, in denen ich es gewünscht hätte, anzuwenden. Der Erfolg tritt bei der Galvanisation längs der Wirbelsäule etwas zögernder ein als bei der allgemeinen Faradisation, und namentlich fehlt bei ersterer die unmittelbare Erleichterung nach der einzelnen Sitzung, die bei der allgemeinen Faradisation oft zu beobachten ist.

Auf die Technik der allgemeinen Faradisation kann ich hier aus räumlichen Gründen nur flüchtig eingehen. *Beard* und *Rockwell* haben hierüber die eingehendsten Vorschriften mitgetheilt. Die detaillirtesten Angaben erweisen sich jedoch den Vorkommnissen der Praxis gegenüber als unzureichend, es bleibt immer dem Ermessen des Arztes ein weiter Spielraum. Das Prinzip des Verfahrens habe ich schon erwähnt. Die Application der stabilen Electrode kann in verschiedener Weise statthaben. *B.* und *R.* lassen gewöhnlich die Füße des Patienten auf eine Kupferplatte stellen, welche mit einem Pol in Verbindung steht, oder den Patienten auf die Kupferplatte sich setzen. Statt der Kupferplatte kann man eine Blechplatte, wie ich es z. B. that, oder irgend eine andere Metallplatte benützen, immer aber hat man dafür zu sorgen, dass die Platte befeuchtet und wohl durchwärmt ist. Man kann ferner, nach *Benedict's* Vorgang, den stabilen Pol in ein Fussbad placiren, wobei man ebenfalls für die Warmhaltung des Wassers Sorge zu tragen hat, oder den betreffenden Pol in Gestalt einer grossen schwamm- oder flanellüberzogenen Plattenelectrode an das Gesäss appliciren. Kopf, Hals, Rücken, Brust, Bauch, obere und untere Extremitäten,

werden in der angeführten Reihenfolge mit der labilen Electrode ¹⁾ bestrichen, hiebei an einzelnen, besonders wichtigen Stellen (Stirn, Scheitel, Gegend des oberen Halsganglion, Halswirbelsäule, Magengegend etc.) kürzere stabile Applicationen gemacht. Die Stärke des Stromes muss der Sensibilität der verschiedenen Körperprovinzen proportional sein; ein entsprechendes Ausmass der Stromstärke setzt eine gewisse Bekanntschaft mit den Differenzen der electrocutanen Sensibilität an den verschiedenen Körperprovinzen voraus. Vorsicht ist insbesondere am Kopfe und Halse nöthig; hier sind in der Regel nur schwache Ströme anzuwenden und zwar am geeignetsten am Kopfe und in der Gegend des oberen Halsganglions vermittelt der befeuchteten Hand als Electrode. Ich habe in der Regel auf Kopf und Hals je 2 Minuten, auf die Gegend der Wirbelsäule 5—6 Minuten und die übrigen Theile zusammen 6—10 Minuten verwendet. Man hat übrigens, je nach den individuellen Verhältnissen des Falles, die Zeitdauer der ganzen Sitzung kürzer oder länger zu bemessen und hinwiederum den einzelnen Körpertheilen grössere oder geringere Aufmerksamkeit zuzuwenden, ferner an den einzelnen Körperprovinzen kräftigere oder schwächere Ströme anzuwenden.

Es ist nicht immer möglich, die Procedur vollständig durchzuführen, alsdann ist neben dem Kopfe und Rücken hauptsächlich die Gegend des oberen Halsganglions zu berücksichtigen.

B. und *R.* legen auf die Stromrichtung grosses Gewicht; sie behaupten, die Erfahrung habe gelehrt, dass die absteigende Stromrichtung auf den Körper angenehmer wirkt, als die aufsteigende. Die physiologischen Thatsachen, die sie zur Erklärung dieses Umstandes heranziehen — Anelectrotonus und Katelectrotonus — scheinen mir jedoch nicht zutreffend. *Benedict* hält die Stromrichtung für gleichgiltig. Meine eigenen Erfahrungen gestatten mir noch kein definitives Urtheil in dieser Beziehung. Ich habe lediglich aus dem Grunde, weil der negative Pol stärker erregend wirkt, und bei den zu behandelnden Kranken meist der Kopf und verschiedene andere Körperprovinzen sehr empfindlich sich erweisen, den negativen Pol als stabilen gewählt.

Eine Erklärung der Wirkungen der allgemeinen Faradisation ist zur Zeit nur in sehr beschränktem Masse möglich. *B.* und *R.* sind der Ansicht, dass die Wirkungen der allgemeinen Faradisation hauptsächlich von dem Umstande, dass

¹⁾ *B.* u. *R.* benützen als labile eine grössere, kugelförmige, schwammüberzogene Electrode; ich benützte, wie ich glaube, mit gleichem Erfolge, eine grosse flannellüberzogene Plattenelectrode.

das ganze centrale Nervensystem direct vom Strome beeinflusst wird, und von den ausgelösten Muskelcontractionen abhängen. Sie glauben, dass bei geeigneter Durchführung der Applicationen, sowohl die Skelettmuskeln als die Muskulatur des Magens und Darms und anderer innerer Organe in kräftige Contractionen versetzt und hiedurch die Stoffwechselforgänge in diesen Gebilden lebhaft angeregt werden.

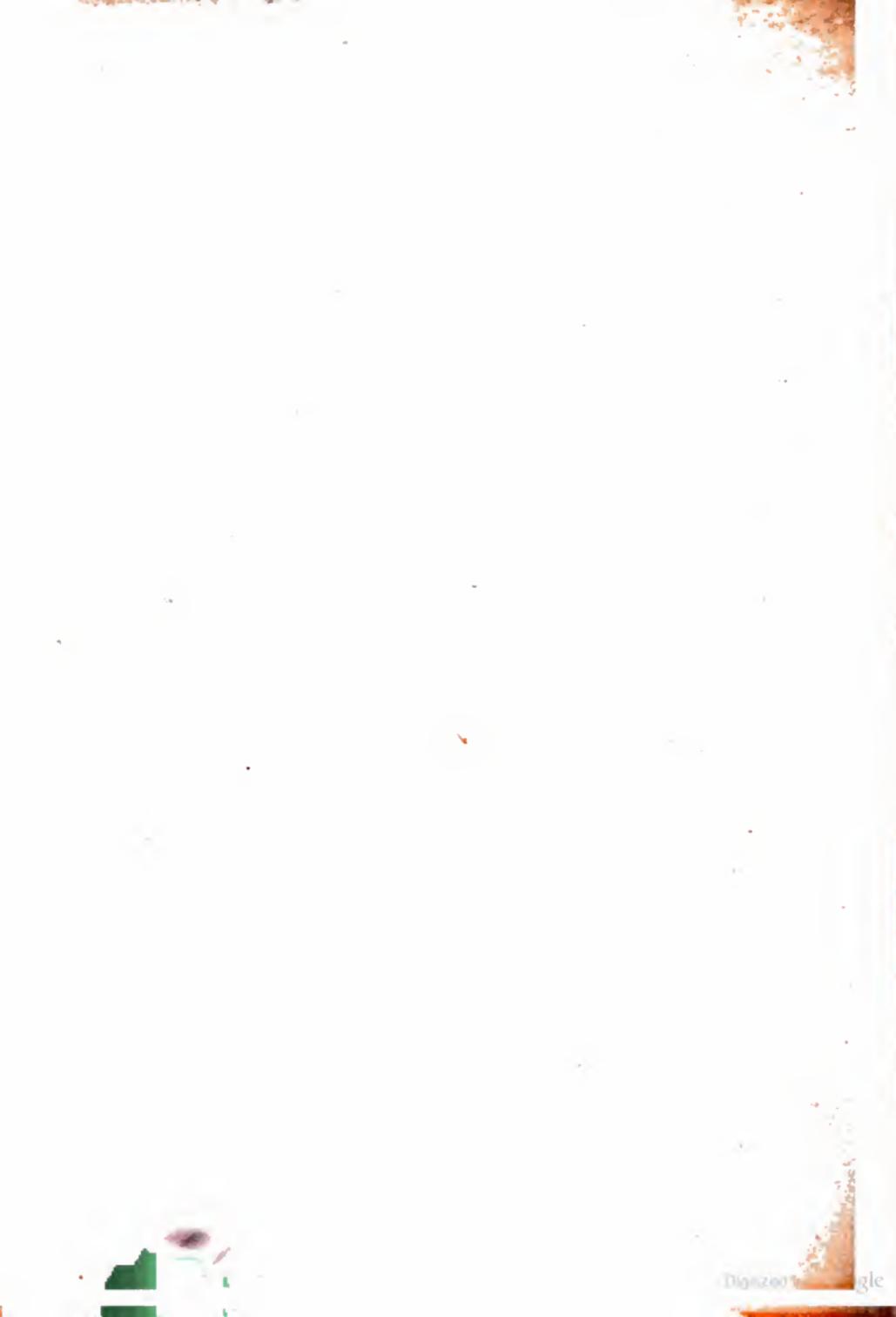
Mir scheint hiemit der Kern der Sache nicht ganz getroffen zu sein. Das wichtigste Moment bei der allgemeinen Faradisation ist wohl der Umstand, dass hiebei die Ernährungs- und Erregbarkeitsverhältnisse des Gehirns und Rückenmarkes auf zwei Wegen modificirt werden, einmal durch die directe Einwirkung des angewandten Stromes auf diese Theile, zweitens durch die an der Peripherie des Körpers gesetzten Erregungsvorgänge, welche nach den Centren sich fortpflanzend dort nicht wirkungslos sich verlieren können. Unter diesen peripheren Erregungen scheinen mir die der Hautnerven von grösserem Belange als die ausgelösten Muskelcontractionen (wenigstens die der Skelettmuskeln) und zwar aus folgenden Gründen: Es gelingt, durch verschiedene hydrotherapeutische Proceduren (Abreibungen, Douchen u. s. w.) ähnliche Wirkungen wie die der allgemeinen Faradisation hervorzurufen, und doch werden bei diesen Proceduren zunächst nur die Hautnerven afficirt, nicht die Muskeln. Auf der andern Seite gelingt es durch active, an Energie und Ausdauer die bei der allgemeinen Faradisation erzielte passive Muskelthätigkeit weit übertreffende Muskelübung (Heilgymnastik) nicht, viele der durch die allgemeine Faradisation erreichbaren Wirkungen auch nur annähernd hervorzurufen. Die ausgelösten Muskelcontractionen mögen neben den Erregungen der Hautnerven von Einfluss sein; wie hoch dieser Einfluss anzuschlagen, steht jedoch vorerst dahin. Auch die Annahme muss ich als unerwiesen bezeichnen, dass durch die allgemeine Faradisation kräftige Contractionen der Magen- und Darmmuskulatur angeregt werden. Es lässt sich zwar nicht bezweifeln, dass bei Application des faradischen Stromes an die Bauchdecken Magen und Darm von Stromschleifen getroffen werden und hiebei auf die Muskulatur dieser Theile eine Einwirkung ausgeübt wird (Beobachtungen in Fällen von Magenektasie und habitueller Verstopfung); allein dass die betreffenden Stromschleifen stark genug sind, um kräftige Contractionen der Magen- und Darmmuskulatur auszulösen, erscheint mir mehr als fraglich. Wäre dies der Fall, so müsste durch Anwendung der allgemeinen Faradisation bei an Durchfall leidenden oder hiezu disponirten Personen Stuhlbedürfniss während oder sofort nach der Sitzung hervorgerufen werden; in dem ersten der beiden angeführten Fälle, wo es sich um ein solches Individuum handelte, trat

jedoch nie etwas Derartiges ein, es nahm vielmehr während der Behandlung die Neigung zu Durchfällen entschieden ab.

Wie wir sehen, ist die Reihe centraler Leiden, bei welchen der Inductionsstrom sich nützlich erweist, bereits eine recht stattliche. Dieselbe wäre vielleicht noch grösser, wenn man bisher dem Inductionsstrome gegenüber nicht vielfach den Grundsatz verläugnet hätte, dass in der Therapie nur die Erfahrung entscheiden darf. Die Thatsachen, welche in den letzten Jahren auf dem Gebiete der Metalloskopie und Metallotherapie ermittelt wurden, predigen diesen Grundsatz neuerdings in eindringlichster Weise. Seine Berücksichtigung dem Inductionsstrome gegenüber mag die Therapie der Centralorgane noch um manche werthvolle Erfahrung bereichern.







176

615.84 C

Experimen



UNIVE