

Versuch einer physiologischen Pathologie der Nerven / [Gabriel Gustav Valentin].

Contributors

Valentin, G. 1810-1883.

Publication/Creation

Leipzig : Winter, 1864.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/cdf2kd8q>

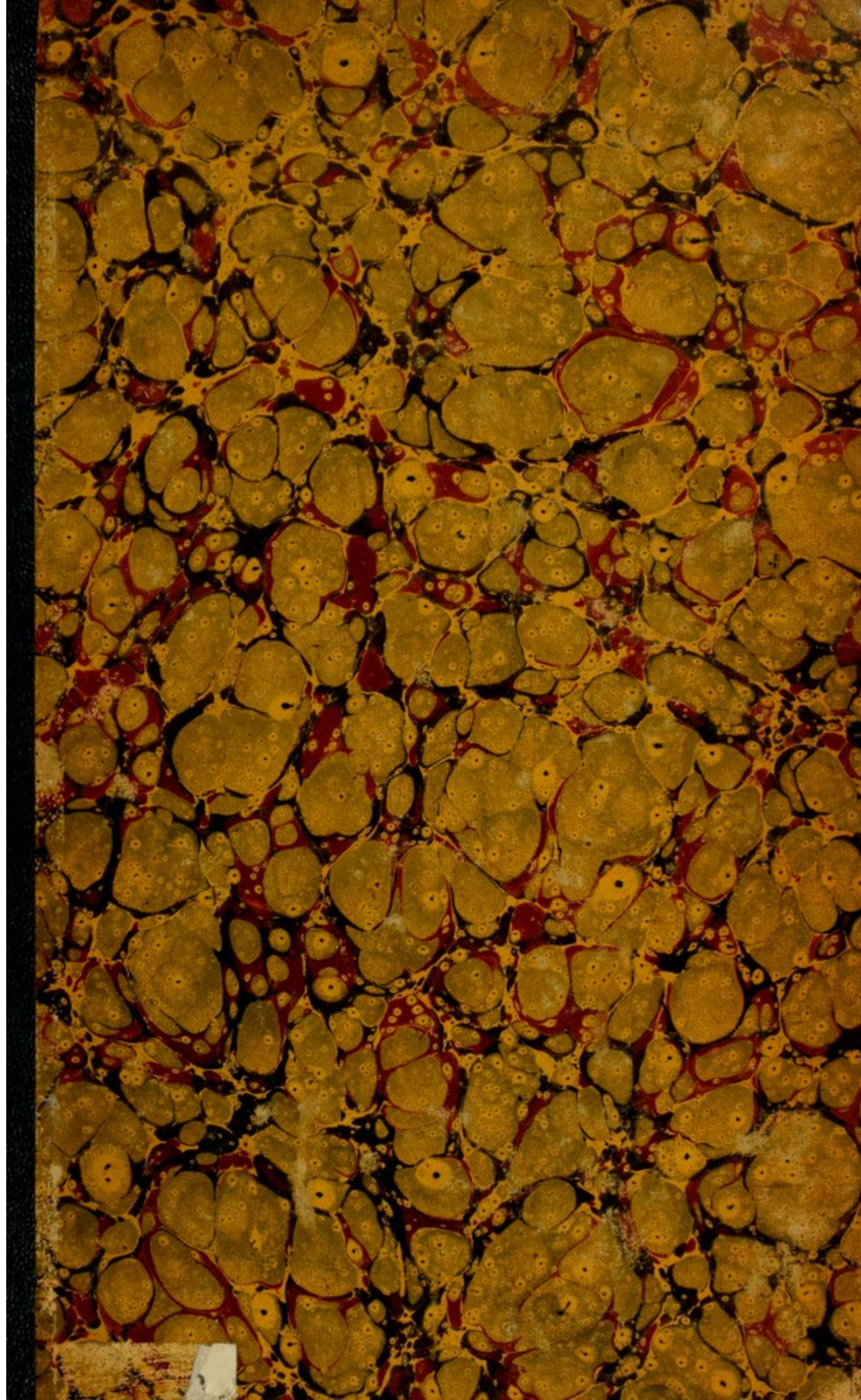
License and attribution

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>



IV 664



22102107199

Med
K35519

~~F. 11.4~~



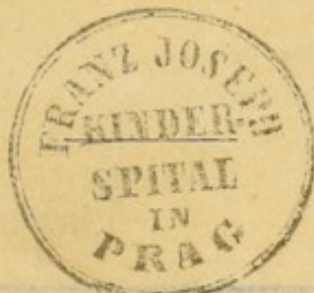
Digitized by the Internet Archive
in 2016

<https://archive.org/details/b28078299>

519/
772

VERSUCH
EINER
PHYSIOLOGISCHEN PATHOLOGIE
DER
NERVEN.

VON
G. VALENTIN.



ZWEITE ABTHEILUNG.

BESONDERER THEIL.

LEIPZIG UND HEIDELBERG.

C. F. WINTER'SCHE VERLAGSHANDLUNG.

1864.

1482853

18517

PHYSIOLOGICAL PATHOLOGY



313623

29622



WELLCOME INSTITUTE LIBRARY	
Coll.	welMOrnec
Call	
No.	WL

Inhalt.

Erste Abtheilung.

Allgemeiner Theil.

	Seite.
Vorrede	III—VIII
Einleitung. Unterschied der naturwissenschaftlichen und der ärztlichen Physiologie. Begriff der physiologischen Pathologie	1—22
I. Formbestandtheile der Nerven und der Ganglien	22—43
II. Mechanik der Nerventhätigkeit	43—151
III. Ausmessung der Nervenwirkungen	151—320
1. Muskeln und Bewegungsnerven.	151—228
a) Bestimmungen durch physiologische Beobachtungen und Versuche	151—218
b) Untersuchungen an dem unversehrten Menschen unter regelrechten und krankhaften Verhältnissen	218—228
2. Gesunde und kranke Empfindungsnerven	228—320
a) Tast- und Schmerzenseindrücke	240—252
b) Geschmack	252—254
c) Geruch	255—256
d) Gehör	257—269
e) Gesicht	269—320

Zweite Abtheilung.

Besonderer Theil.

	Seite.
IV. Besondere Verhältnisse der einzelnen Nerven	1—216
1. Empfindungs- und Bewegungsfasern der Nerven und Beziehungen derselben zu dem centralen Nervensysteme	1—174
a) Rückenmarksnerven	1—76
b) Gehirnnerven	76—149
c) Sympathischer Nerv	149—174
2. Gefäß- und Drüsennerven	174—216

V. Einfluss des Blutes auf die Nerventhätigkeit	217—234
VI. Oertliche Nervenstörungen	234—311
1. Mechanische Eingriffe	236—248
2. Wärmeänderungen.	248—261
3. Elektrische Misshandlungen	261—295
4. Chemische Eingriffe	295—311
VII. Wirkungen einzelner Gifte auf die Nerventhätigkeit	311—386
1. Strychnin	320—335
2. Curare	335—345
3. Antiar, andere Pfeilgifte und Tanghinia	345—348
4. Opium, dessen Bestandtheile und Haschisch	348—357
5. Blausäure und andere Cyanpräparate	357—365
6. Pupillenändernde Gifte, besonders Belladonna und Calabarbohne	365—373
7. Fingerhut, Tabak und Schierling	373—378
8. Zeitlose, Nieswurz und Sabadilla.	378—379
9. Anilin und dessen Farbstoffe	379—381
10. Gifte der Schlangen, vorzugsweise der Vipern	381—386
VIII. Beziehungen der Nerven zu den physikalischen und den chemischen Vorgängen des lebenden Körpers	386—396

Verbesserungen.

Zweite Abth.	Seite	14	Zeile	11	von oben	statt der Hörner	lies der hinteren Hörner.
-	93	-	20	-	-	-	und hält lies und dieses hält.
-	147	-	16	-	unten	-	dunkelrother lies dunkelroth.
-	217	-	4	-	-	-	desselben lies derselben.
-	327	-	17	-	-	-	dass der Tod lies dass auch der Tod.
-	334	-	6	-	oben	-	begünstigte lies nicht begünstigte.

IV. Besondere Verhältnisse der einzelnen Nerven.

1. Empfindungs- und Bewegungsfasern der Nerven und Beziehungen derselben zu dem centralen Nervensysteme.

a) Rückenmarksnerven.

§. 576. Wie jede Untersuchung von dem Leichterem zu dem Schwereren fortschreitet, so begann auch die Erforschung der Thätigkeiten der Bewegungsnerve mit der Ermittlung der Einflüsse derselben auf die quergestreiften Muskelmassen. Die späteren über die Beziehungen zu den einfachen Muskeln, den Blutgefäßen und den Drüsen angestellten Forschungen führten bisweilen zu Ergebnissen, die manche frühere Annahme berichtigten. Es fand sich, dass einzelne Nervenstämme, die man bisher für rein empfindlich gehalten hatte, Bewegungsfasern einfacher Verkürzungsgebilde einschliessen. Der Augenast des dreigetheilten Nerven z. B. kann als ein reiner Empfindungsnerve nur gelten, wenn man den Begriff der Bewegungsnerve auf die Beherrschung der rothen Muskeln beschränkt. Er erscheint dagegen gemischt, so wie man noch die Verkürzungsgebilde der Blutgefäße des Auges und der Gänge der Thränendrüse, also alle Arten von Bewegungseinflüssen berücksichtigt.

§. 577. Es ist vorläufig nicht möglich, den Verlauf der Gefäß- und der Drüsennerve von ihrem Austritte aus dem centralen Nervensysteme bis zu ihrem peripherischen Ende vollständig zu verfolgen. Man verfährt daher sicherer, wenn man diese Gruppe von Nervenfasern gesondert behandelt und sich zuvörderst nur mit den Empfindungs- und denjenigen Bewegungsnerve beschäftigt, die quergestreifte Muskelfasern beherrschen. Spricht man bei dieser Betrachtung von bewegenden Fasern, so bezieht sich dieses nie auf einfache Muskelmassen, so lange nicht das Gegentheil ausdrücklich bemerkt wird. Ein sogenannter reiner Empfindungsnerve kann dann immer noch Bewegungsfasern für einfache Muskelmassen enthalten.

§. 578. Das Bell'sche Symmetriegesetz, dass die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven nur aus empfindenden und die vorderen einzig und allein aus bewegenden Fasern zusammengesetzt werden, gilt für alle bis jetzt untersuchten Typen der Wirbelthiere und für einzelne Wirbellose, wie den Flusskrebs, den Hummer und manche Schnecken. Dieselbe Norm kehrt daher auch unzweifelhaft in dem Menschen wieder. Kommen dessenungeachtet reine Empfindungs- oder Bewegungsstörungen der von Rückenmarksnerven beherrschten Theile seltener, als gemischte vor, so lässt sich dieses aus den Nebenverhältnissen erklären. Man darf nicht vergessen, dass die Sonderung des Rückenmarkes in Hinter-, Seiten- und Vorderstränge der Wirklichkeit nicht entspricht. Sie ist nur an der Oberfläche, nicht aber in dem Innern vorhanden. Erscheinen auch die den Hintersträngen zugetheilten Bezirke empfindlich und die den Vordersträngen zugeschriebenen Abschnitte bewegend, so kann doch ein organisches Rückenmarksleiden aus einem dieser Gebiete in das andere nicht scharf abgegrenzte leicht hinübergreifen. Etwas Aehnliches wird im verlängerten Marke und in vielen Theilen des kleinen und des grossen Gehirns, wo functionell verschiedene Gebilde noch enger zusammengedrängt sind, um so eher wiederkehren. Bedenkt man ferner, dass die Rückenmarksnerven zu den gemischten Stämmen längs des grössten Theiles ihres Verlaufes gehören, so ist hierdurch der Erzeugungsbezirk einseitiger Störungen noch mehr eingeschränkt. Wir kennen die Thätigkeiten des centralen Nervensystemes zu wenig, als dass sich die Orte reiner Empfindungsleiden, besonders in dem verlängerten Marke und dem Gehirn in der Mehrzahl der Fälle mit Sicherheit voraussagen liessen. Wir werden sehen, dass die Bewegungsnerven etwas günstigere Verhältnisse in dieser Beziehung darbieten. Das peripherische Nervensystem aber besitzt nur dreierlei Bezirke, deren Krankheiten reine Störungen der einen oder der anderen Thätigkeit erzeugen. Viele Stämme, die zwischen den Aponeurosen und der äusseren Haut verlaufen, sind blosse Empfindungsnerven, wenn man die einfachen Muskelmassen nicht berücksichtigt. Einzelne Aeste scheinen nur in den Muskeln zu endigen. Die Wurzeln der Rückenmarksnerven endlich bilden das dritte peripherische Gebiet, das einseitige Leiden zu erzeugen im Stande ist.

§. 579. Die zurücklaufende Empfindlichkeit oder die *recurrente Sensibilität* schränkt die Ausdehnung desselben merklich ein. Sie rührt wahrscheinlich davon her, dass Empfindungs-

fasern einer jeden hinteren Wurzel, die den Nervenknotten derselben durchsetzt haben, gegen den peripherischen Abschnitt der vorderen Wurzeln hinübergehen, hier nach kurzem Verlaufe umbiegen und in den gemischten Stamm des Rückenmarksnerven eintreten. Schneidet man also die vordere Wurzel ungefähr in der Mitte ihrer Länge durch, so ist der centrale mit dem Rückenmarke zusammenhängende Abschnitt unempfindlich, der peripherische dagegen empfindlich. Die unversehrte vordere Wurzel eines Säugethieres kann daher auch trotz des Bell'schen Gesetzes Schmerz erzeugen. Da aber alle Empfindlichkeit derselben nach der Durchschneidung der hinteren Wurzeln verloren geht, so folgt, dass die rücklaufende Empfindlichkeit von keiner Beziehung der vorderen Wurzeln zu centralen Empfindungsgebilden herrührt. Die hintere Wurzel kann zwar Bewegungen durch die Reflexthätigkeit des Rückenmarkes, nicht aber ohne diese hervorrufen. Hat man sie dicht am Rückenmarke durchschnitten, so fehlen alle Muskelbewegungen nach der mechanischen Reizung des peripherischen Abschnittes. Reine Empfindungsstörungen können daher in Folge von Leiden irgend einer Stelle des Verlaufes der hinteren, blosse Aenderungen der Bewegungsthätigkeiten dagegen nur nach Krankheiten der centralen Abtheilung der vorderen Wurzel auftreten.

§. 580. Hat man die vorderen Wurzeln der zu den Hinterbeinen des Frosches gehenden Nerven, also die des siebenten, achten und neunten und der Vorsicht wegen auch die des zehnten Rückenmarksnerven an der rechten und die gleichen hinteren Wurzeln an der linken Seite durchschnitten, so findet man, dass die Muskeln des rechten Hinterbeines für den Willenseinfluss des Thieres vollständig gelähmt sind. Die einmal ausgestreckte Extremität bleibt in dieser Lage. Das Thier schleppt sie bei seinen Bewegungen wie einen todtten Anhang mit sich. Die Haut dagegen hat ihre Empfindlichkeit vollständig bewahrt. Sticht man sie, so ruht das Glied, dem sie angehört. Die übrigen Theile aber liefern willkürliche oder Reflexbewegungen. Untersucht man das Bein, dessen hintere Nervenwurzeln getrennt worden, so sieht man, dass die Empfindlichkeit vollkommen erloschen ist. Man kann den Fuss in einer Kerzenflamme verbrennen, ohne dass das Thier es merkt. Es beherrscht dagegen alle Muskeln des Gliedes nach seinem Willenseinflusse. Die genauere Betrachtung der Ortsbewegungen desselben zeigt bisweilen einzelne Unregelmässigkeiten. Diese rühren aber nur von dem Mangel des Tastsinnes her, dessen Mitwirkung im Allgemeinen

um so nothwendiger wird, je verwickelter die Gruppierung und die Reihenfolge der verschiedenen thätigen Muskeln bei einer bestimmten Art von Sprung- oder Schwimmbewegung ausfallen. Die allmähliche Reizung der einzelnen vorderen Nervenwurzeln des Gliedes kann unmittelbar beweisen, dass noch die Gesamtsumme derselben alle Muskeln des Gliedes beherrscht. Kaninchen und Hunde führen zu ähnlichen Ergebnissen.

§. 581. Die Blosslegung des Rückenmarkes kann verschiedenartige Thätigkeitsstörungen in Fröschen und Säugethieren nach sich ziehen, je nachdem die Trennung der Wirbelbogen mit einer stärkeren oder einer schwächeren Rückenmarkerschütterung verbunden war und die durch die Verletzung der Sinus und der Knochenmasse erzeugte beträchtliche Blutung nachtheilig eingegriffen hat. Man hat eine Erhöhung der Empfänglichkeit in einzelnen und eine Abnahme derselben in anderen Fällen. Der rasche Austritt der Cerebrospinalflüssigkeit führt nicht selten zu ähnlichen Erscheinungen, zu Muskelzittern und selbst zu ausgedehnteren Krämpfen. Alle diese Störungen schwinden nach einiger Zeit. Säugethiere und Frösche können Wochen und Monate lang mit blossgelegtem Rückenmarke fortleben. Die Trepanation der Wirbelsäule des Menschen dürfte hiernach mehr Aussicht auf Erfolg haben, als die gegenwärtige Chirurgie annimmt. Will man ganz reine Ergebnisse für die Wurzeln der Rückenmarksnerven, besonders der Säugethiere erhalten, so trennt man sie erst einen oder mehrere Tage nach der Blosslegung des Rückenmarkes.

§. 582. Die blossen Empfindungslähmungen der unteren Gliedmaassen des Menschen bieten die beiden §. 580. erwähnten Hauptmerkmale ebenfalls dar. Das Auffassungsvermögen der Eindrücke war in einzelnen Fällen so vollständig vernichtet, dass der an dem Kamine eingeschlafene Kranke, der noch seine Beine willkürlich zu bewegen im Stande war, nicht aufwachte, als er sich die Füße zu Kohle verbrannte, oder eine Kranke sich, ohne es zu bemerken, die Füße durch ein zu warmes Fussbad so verletzte, dass sich später Geschwüre an einzelnen Stellen derselben erzeugten. Menschen, die an Empfindungslähmung der unteren Gliedmaassen leiden, benehmen sich bei dem Gehen, dem Laufen und dem Springen ungeschickter und fühlen sich dabei unsicherer, als Gesunde. Man darf aber aus diesem Zeichen allein nicht schliessen, dass eine vollständige oder theilweise Muskellähmung gleichzeitig vorhanden sei. Die noch mögliche Willkürbewegung verräth sich oft dadurch, dass solche Kranke eine Bewegung, die ihnen in aufrechter Stellung

unmöglich ist, während des Sitzens oder des Liegens ausführen und auf jedem beliebigen Verkürzungsgrade hemmen können.

§. 583. Der Mangel des Empfindungsvermögens führt noch zu Täuschungen der Auffassung. Ist die ganze Haut der Fusssohle halb gelähmt, so nimmt der Mensch den Druck der Körperlast bei dem Stehen unvollkommener, als unter regelrechten Verhältnissen wahr. Er hat daher das Gefühl, als befände sich eine Wasserblase unter seiner Fusssohle. Halblähmungen der Finger erzeugen oft die Empfindung als sei Wolle oder ein ähnlicher nachgiebiger Körper zwischen den Fingerspitzen und dem betasteten Gegenstande eingeschaltet. Der Ausdruck des Pelzigwerdens rührt von dieser Täuschung her. Ist die Empfindlichkeit eines Theiles der Haut ganz geschwunden, so trägt, wie gewöhnlich, der Mensch seinen Fehler auf andere über und glaubt eine Lücke des berührten Gegenstandes zu fühlen, wo die unempfindlichen Theile diesen betasten. Eine andere Reihe von Täuschungen rührt vermuthlich von der Aufeinanderfolge ungleich starker Eindrücke an verschiedenen Stellen her. Hat man einen Bezirk der oberen Hälfte des Oberschenkels mit einem Bande umschnürt, so bedingen es wahrscheinlich der Puls und bisweilen andere Wechsellerscheinungen, dass der den Schenkel- und den Hüftnerven treffende Druck bald die eine und bald die andere Primitivfaser kräftiger erregt oder eine nachdrücklichere Empfindung erzeugt. Wir fassen aber diesen successiven Wechsel der Orte der stärksten Empfindung als Bewegung auf und bezeichnen daher die Erscheinung als Ameisenlaufen oder mit ähnlichen Ausdrücken.

§. 584. Das Gesetz der peripherischen Deutung ergibt sich schon aus dem eben erwähnten Versuche. Es bestätigt sich in den Integritätsgefühlen der Amputirten (§. 430.) und in einer von ROMBERG ¹⁾ mitgetheilten Erfahrung, die gewissermaassen zwischen diesem Falle und den Zuständen des unversehrten Menschen in der Mitte steht. Eine nicht wiederhergestellte Lücke des Hüftnerven einer Frau, die eines Neuromes wegen operirt worden, hatte Gefühllosigkeit des Fusses zur Folge. Die Kranke empfand diesen aber, wenn man den Oberschenkel oberhalb der Narbe umschnürte, also den centralen Abschnitt des Hüftnerven drückte. Da die peripherische Deutung nicht mangelt, wenn beide

¹⁾ M. H. ROMBERG, Lehrbuch der Nervenkrankheiten des Menschen. Berlin 1840. 8. S. 208. und STILLING, Physiologische, pathologische und medicinisch-praktische Untersuchungen über die Spinal-Irritation. Leipzig 1840. 8. S. 124. 125.

Arme oder beide Beine verloren gegangen, da sie trotz aller Gegenzeugnisse des Bewusstseins fort dauert, so ergibt sich, dass sie nicht von einer oberflächlichen willkürlichen Beurtheilungsweise, sondern von tieferen Gründen herrührt. Man kann sich vorstellen, dass irgend eine Einrichtung in dem centralen Nervensysteme das Bild einer Mosaik hervorruft, deren einzelne Stücke dem peripherischen Endverlaufe entsprechen. Geht auch ein Theil des Gliedes verloren, so bleibt doch die centrale Mosaik erhalten. Diese fehlt dagegen wahrscheinlicher Weise häufig in entsprechendem Maasse, wenn sich die Gliedstücke im Embryo gar nicht entwickelt haben. Die Integration mangelt in der That oft in solchen Verstümmelten, während sie bei den Amputirten immer vorkommt.

Zwei Eigenthümlichkeiten machen sich hierbei geltend. Die Endstücke des Gliedes, also die Hand oder der Fuss werden am deutlichsten wahrgenommen. Die gewöhnlichen Empfindungen beschränken sich sogar oft nur auf eine oder mehrere Zehen oder die Ferse. Der Amputirte verlegt nicht selten die Endtheile an unrichtige Orte. Er schreibt eine gebogene Stellung dem fehlenden Stücke zu, wenn sich dieses während der vorangegangenen Krankheit in einer ähnlichen Lage befunden hat. Es kann auch vorkommen, dass sich ihm das Glied nach der Ablösung im Laufe der Zeit zu verkürzen scheint. Alle Integrationsgefühle sprechen sich überdiess im Allgemeinen in intelligenteren und empfindlicheren Menschen schärfer aus. Feinfühlendere Personen haben sie immer. Ein Druck auf der Stumpf oder Witterungsänderungen verstärken sie und dehnen sie über andere Theile als die Endstücke aus. Minder empfindliche Menschen nehmen sie nur unter solchen ungewöhnlichen Verhältnissen wahr.

§. 585. Die peripherische Deutung schliesst keineswegs die Möglichkeit aus, dass auch Schmerzen längs des Verlaufes des Nervenstammes gefühlt werden. Dieses tritt aber nur ein, wenn sehr heftige Erregungen rasch wirken. Stossen wir uns an den Ellenbogen, so schiesst der Schmerz längs eines Theiles des Ellenbogennerven dahin. Drücken wir diesen allmählig immer stärker, so fühlen wir nur das Ameisenlaufen in dem kleinen Finger, dem Ringfinger und der Ulnarseite des Mittelfingers. Bringen wir die Ellenbogengegend in Eis oder in eine Kältemischung, so hat man diese Empfindung allein im Anfange, besonders wenn sich die Theile nicht zu plötzlich abkühlen. Wirkt dagegen die niedere Temperatur zu schnell oder zu kraftvoll ein, so tritt ein heftiger Schmerz, der

sich von der Ellenbogengegend längs des Vorderarmtheiles des Ellenbogennerven hinzieht und sich nicht selten mit einer krampfhaften Zusammenziehung und einem eigenthümlichen Gefühle derselben verbindet, nachdrücklicher, als das Ameisenlaufen und selbst das Gefühl der Starrheit der Finger hervor.

§. 586. Die Neuralgien der praktischen Heilkunde bilden ein äusseres Zeichen der verschiedensten Krankheitszustände, von denen viele nicht ursprünglich von dem Nervenstamme ausgehen. Eine gebührende Kritik lässt sie daher nur als Folge einzelner anderer Leiden auffassen. Man hat dem Gesetze der peripherischen Deutung zu Liebe mit Unrecht geläugnet, dass der Schmerz längs eines Nervenstammes bei einem neuralgischen Anfalle blitzähnlich dahinschiessen könne. Er soll überdiess nach VALLEIX ¹⁾ an gewissen sonst nicht nothwendigerweise schmerzhaften Punkten, wie der Austrittsstelle eines Nerven aus einem Knochencanale, einer Muskelmasse oder einer Aponeurose oder anderen örtlichen, plötzlichen und starken Eingriffen leichter ausgesetzten Orten am nachdrücklichsten auftreten.

Das meist peripherisch fortschreitende Vorscheissen in dem Nerven selbst widerspricht nicht nothwendigerweise den Vorstellungen, die man sich über die Zwischenrolle der Nerven macht (§. 99. fgg.). Irrige Deutungen kommen übrigens hierbei häufig vor. Kranke mit Ischias geben nicht selten das Hinabschiessen in einer Richtung an, die dem Laufe des Hüftnerven und seiner so häufigen hohen Spaltung in den Schien- und den Wadenbeinnerven keineswegs entspricht. Die Unsicherheit, mit der sich der Ort des Schmerzes erkennen lässt, kann es begünstigen, dass der Arzt unrichtige Antworten durch Hineinfragen bekommt.

§. 587. Die regelwidrigen Veränderungen der Nervenelemente eines Körperbezirkes schwanken natürlich möglicherweise innerhalb der ganzen Quantitätsscala von dem Leiden einer einzelnen Primitivfaser bis zu dem der Gesamtsumme derselben. Die Empfindungsnerven lassen im Allgemeinen beschränkte Störungen leicht erkennen. Dieses wiederholt sich aber nicht immer für die Bewegungsfasern. Man hat zwar nur das Leiden eines dünnen Astes, wenn einzelne Bündel des Kreismuskels des Augenlides oder anderer Gesichtsmuskeln in Hysterischen und in erregbaren Personen überhaupt

¹⁾ Siehe z. B. HASSE, Krankheiten des Nervenapparates in Virchow's Handbuch, Bd. IV. Abth. I. Erlangen 1855. S. S. 47.

zucken. Allein die Erkenntniss einer sehr beschränkten Lähmung der Muskeln des Rumpfes und der Glieder wird im Allgemeinen um so schwieriger, je beschränkter die Zahl der unthätigen Primitivfasern ist. Versorgen sie einen Muskel ausschliesslich, so gibt dieser natürlich den nöthigen Aufschluss. Empfängt er dagegen noch andere gesunde Nervenzweige, so muss man die §. 373. und §. 390. fgg. erläuterten Prüfungswege einschlagen.

§. 588. Nur ärztliche Beobachtungen können die Beziehungen der Empfindlichkeit der einzelnen Hautstellen des Menschen zu den verschiedenen Nervenstämmen in genügender Weise bestimmen. Will man z. B. in einem Säugethiere erfahren, welche Hautbezirke jeder der Stämme des Achselgeflechtes versorgt, so durchschneidet man einen nach dem anderen und ermittelt hierauf, in welcher Ausdehnung jedes Mal die Tastempfindlichkeit gänzlich verloren gegangen ist und wo sie nur abgestumpft worden. Eine auf diese Art zu entwerfende Karte der äusseren Oberfläche des Menschen, auf der die gewöhnlichen Verhältnisse und die Varietäten verzeichnet sind, liesse sich nach und nach entwerfen, wenn die Chirurgen die Untersuchungen der Tastwerkzeuge nach Nervendurchschneidungen und die Mediciner die Bestimmung der kranken Tastbezirke bei örtlichen von peripherischen Ursachen herrührenden Empfindlichkeitsstörungen mit der nöthigen Sorgfalt vornehmen wollten.

§. 589. Eine andere Art von Prüfungen wird sich für den Menschen schwerer durchführen lassen. Die an Säugethiere angestellten Beobachtungen lehren, dass bisweilen ein höher abgehender Ast empfindlicher als der tiefere Stamm ist. Die enthaupteten Thiere zeigen, dass die Erregung der Haut die Reflexbewegungen leichter, als die der Nervenstämmen hervorruft. Etwas Aehnliches kann sich im Leben wiederholen. Der Husten wird am leichtesten durch die Reizung der Kehlkopfschleimhaut und ohne viele Mühe durch die des oberen Kehlkopfzweiges des herumschweifenden Nerven z. B. im Hunde erzeugt. Die Ansprache des Halsstammes des Vagus dagegen versagt häufig in dieser Beziehung. Er ist in der Mitte des Halses weniger empfindlich, als der obere Kehlkopfzweig, nachdem dessen Primitivfasern aus ihm abgegangen sind. Die Durchschneidung des Grenzstranges des sympathischen Nerven führt in der Regel noch weniger zu Schmerzensäusserungen, als die des mittleren oder des unteren Abschnittes des Halsvagus. Die Empfindlichkeit entspricht überhaupt nicht immer der Dicke des angegriffenen gemischten Nervenstammes. Die Verschiedenheit der peripherischen Verbreitung

zu empfindlicheren oder minder empfindlichen Theilen und der Abgang der Zweige an den mannichfachen Orten bedingen es mit einem Worte, wie sich die einzelnen Stellen und die Verästelungen desselben Stammes zu krankhaften Eingriffen verhalten. Ist es auch nicht möglich, diese Erscheinungen im Menschen vollständig zu verfolgen, so könnten doch aufmerksame Chirurgen ein nicht unbedeutendes topographisches Material in dieser Hinsicht liefern.

§. 590. Man hat bis jetzt noch nicht die Untersuchungen, die HALLER über die empfindlichen und die unempfindlichen Theile der Säugethiere anstellte und die ihn zu seiner Reizbarkeitslehre führten, mit der nöthigen Ausdauer für den Menschen wiederholt. Es handelt sich hierbei nicht bloss um die Angabe, welche Theile Schmerz erzeugen können und welche nicht, sondern auch, welche ihn ohne Weiteres und welche ihn erst dann möglich machen, wenn sie sich durch die Blosslegung und durch mehrfache Reizungen verändert haben. Verwundungen und Quetschungen der Haut, der Bekleidungen der Sinneswerkzeuge, der Ueberzüge der Mundhöhle, des weichen Gaumens, des Rachens, des Kehlkopfes, der Ausführungsgänge der Harn- und der Geschlechtswerkzeuge mit Einschluss des Gebärmuttermundes und des von den Afterschliessern umgebenen Schleimhautringes führen immer nach SCHIFF ¹⁾ in den Säugethieren zu lebhaften Schmerzensäusserungen. Die Empfindlichkeit der Luftröhre, der Speiseröhre, des Magens und des Darmes dagegen ist bedeutend geringer. Ein Druck oder Zug, der die Muskeln, die Aponeurosen, die Sehnen, die Beinhaut, das Bauchfell oder die Masse der Nieren trifft, erzeugt nur unter ungewöhnlichen Bedingungen Schmerzensäusserungen. Diese treten dagegen bei Verletzungen der harten Hirnhaut und der Spinnwebenhaut, des Gehirns und des Rückenmarkes, des Knochenmarkes, der schwammigen Knochenmasse, der Speicheldrüsen und der Saugaderdrüsen des Halses häufig auf.

§. 591. Die subjectiven Reactionen der Empfindungsnerven tragen meist das Gepräge mechanischer Tasteindrücke, die sich bei stärkeren Einwirkungen zu Schmerzen steigern. Allein auch die thermischen Wirkungen fehlen nicht gänzlich. Das Ueberfahren der Nackenhaut mit den steifen Haaren einer Bürste erzeugt z. B. leicht das Gefühl von Kälte, das sich über den Rücken weiter verbreitet. Alle Ursachen, welche die einfachen Muskelfasern der

¹⁾ M. SCHIFF, Lehrbuch der Physiologie. Bd. I. Jahr 1859. 8. S. 152. 153.

Haut zu Verkürzungen anregen, scheinen auch jenes Kältegefühl leicht hervorzurufen. Der Fieberfrost ist wahrscheinlich Nichts, als die subjective peripherische Deutung einer ihrem Wesen nach noch unbekannten Veränderung in dem centralen Nervensysteme. Er besteht, wenn selbst die Eigenwärme 2° bis 3° C. über die Norm gleichzeitig steigt. Ein Druck auf die Wirbel des kranken Bezirkes führt bisweilen zu Frostempfindungen bei der Spinalirritation ¹⁾. Genauere Untersuchungen müssen entscheiden, ob auch Hitzegefühle vorkommen, ohne dass die wärmeerzeugenden Ursachen thätiger als sonst sind.

§. 592. Krankheitserzeugnisse, wie Neurome, Geschwülste der Nachbargegend, Eiterungen, die auf einen Nerven wirken, können die furchtbarsten Schmerzen in einem und beinahe vollkommene Schmerzlosigkeit in einem anderen Falle zur Folge haben. Dieser Unterschied erklärt sich aus der in dem zweiten Abschnitte dieses Werkes gegebenen Theorie der Nervenwirkung und den sie bestätigenden physiologischen Erfahrungen über örtliche Nervenerkrankungen. Soll der Schmerz zum Vorschein kommen, so muss eine schwache Erregung sehr rasch eingreifen, um eine starke lebendige Kraft zum Vorschein zu bringen. Eine heftige Reizung kann zum Theil die geringere Schnelligkeit durch die Kraftgrösse der Einwirkung ausgleichen. Eine Geschwulst bleibt daher schmerzlos, wenn der den Nerven treffende Druck erst im Laufe von Tagen oder Wochen allmählig anwächst. Führen dagegen der Blutlauf oder andere Nebenbedingungen raschere Aenderungen des Markes herbei, so stellen sich Schmerzen ein. Ihre Grösse kann nicht bloss vermöge des Wachsthums der erregenden Ursache, sondern auch durch die sich allmählig erhöhende Beweglichkeit der Nerventheilchen zunehmen.

§. 593. Untersucht man die Empfindlichkeit der Nervenknotten des Sympathicus der Säugethiere und der aus ihnen hervorgehenden Aeste, so findet man, dass sie mit der durch die Misshandlung hervorgerufenen stärkeren Blutfüllung der Theile wächst. Bestreicht man einen Stamm des Achselgeflechtes mit Terpentinöl, so erscheint dieser Bezirk einige Zeit darauf geröthet und schmerzhaft, ohne dass deshalb die Empfindlichkeit der dem Stamme entsprechenden Endgebilde merklich zuzunehmen braucht ²⁾. Solche örtliche Blutüberfüllungen können die heftigsten Schmerzen in Theilen herbei-

¹⁾ STILLING, a. a. O. S. 38.

²⁾ Vgl. SCHIFF, a. a. O. S. 154.

führen, die eine weit geringere Empfindlichkeit unter gewöhnlichen Verhältnissen verrathen. Der Eindruck, den die Durchsägung der Knochen während der Amputation des Unterschenkels auf den Kranken macht, steht in keinem Verhältnisse zu den furchtbaren Leiden, welche Eiterungen in der Markmasse des Schienbeines erzeugen. Die heftigen Schmerzen bei Magenkrämpfen, Koliken, Magen-, Darm- und Nierenentzündungen gehören ebenfalls hierher. Alle diese früher unerklärlichen Thatsachen lassen sich auf eine Hauptursache, auf die Abnahme des inneren Widerstandes (§. 207.) zurückführen. Ist dieser geringer, so fällt auch die Wirkung unter sonst gleichen Verhältnissen grösser aus. Dient der Bezirk des verkleinerten inneren Widerstandes zur Durchleitung der Erregung, so setzt er im Allgemeinen auch den äusseren Widerstand herab und wirkt hierbei nach Maassgabe der Summe seiner Nerven-theile, also vorzugsweise seiner Längenausdehnung. Beträgt diese einen geringen Bruchtheil des Gesamtverlaufes, so fällt auch die hierdurch bedingte Veränderung klein aus. Es erklärt sich hieraus, wesshalb ein örtlich mit Blut überfüllter Empfindungsnerv an der kranken Stelle empfindlicher erscheint, einen geringeren regelwidrigen Einfluss dagegen auf die Durchleitung der von den Endbezirken kommenden Reizung ausübt.

§. 594. Die grössere Beweglichkeit der Markmoleküle der peripherischen oder der centralen Primitivfasern führt zu den Merkmalen der Ueberempfindlichkeit oder der Hyperästhesie. Eine erhöhte Thätigkeit der Ganglienkugeln kann sie möglicherweise begünstigen. Die zahlreichen Hyperästhesieen, welche die verschiedensten Verletzungen des Rückenmarkes (§. 597.) oder des verlängerten Markes hervorrufen, rühren vorzugsweise von vorübergehenden Zustandsänderungen der grauen Massen her, welche die Durchleitung und daher die Wirkung auf die centralen Erreger der Empfindungen erleichtern.

§. 595. Die Nerventrennung beseitigt natürlich nur dann eine von einer örtlichen Ursache abhängende Neuralgie, wenn die Durchschnitsstelle zwischen den leidenden Bezirk und das centrale Nervensystem fällt. Die Schnelligkeit, mit der sich die Nerven in warmblütigen Geschöpfen wiedererzeugen, erklärt es, wesshalb so oft die Schmerzen nicht lange nach der Operation selbst in diesem Falle wiederkehren. Dieser Uebelstand würde häufig vermieden, wenn sich die Chirurgie eines Verfahrens bediente, das die Physiologie schon seit einigen Jahrzehenden angegeben hat.

§. 596. Liegen einander die zwei Querschnittsflächen eines getrennten Nerven gerade oder schief gegenüber, so wächst im Allgemeinen die Wahrscheinlichkeit der Wiedererzeugung mit der Kürze der zwischen ihnen befindlichen Lücke. Dieses führte zu der alten physiologischen Regel, ein möglichst grosses Stück des Nerven zu entfernen, wenn man dessen Wiedererzeugung verhüten will. Es kann hierbei immer noch vorkommen, dass die Ausschwitzungsmasse die beiden Nervenenden vereinigt und die in ihr sich entwickelnden Primitivfasern die Verbindung zwischen den alten herstellen. Drückt man dagegen das periphere Stück des Nervenstammes mit der Pincette kräftig zusammen, dreht es dann um seine Längsachse, biegt es hakenförmig um und näht es allenfalls der Sicherheit wegen an einen Nachbartheil z. B. einen Muskel an, so befestigen es die späteren Ausschwitzungen in dieser Lage. Der Querschnitt des centralen Theiles des Nerven findet keinen freien Querschnitt des peripherischen sich gegenüber und die Wiederherstellung bleibt dann mit Sicherheit aus. Muss man dieses Verfahren bei Nerventrennungen, welche Neuralgien dauernd heilen sollen, befolgen, so fordert der Fall, in dem die Wiederherstellung beabsichtigt wird, z. B. die Ausrottung von Neuomen, dass man die Nervenlücke möglichst klein macht, den unteren Nervenquerschnitt dem oberen, so nahe als es angeht, zuführt und beide einander parallel zu erhalten sucht, bis sie die Ausschwitzung wechselseitig verbunden hat.

§. 597. SCHIFF¹⁾ fand, dass ein Kaninchen, ein Hund oder eine Katze, in der man die Hinterstränge des Rückenmarkes getrennt hat, Erregungen der hinter der Schnittfläche liegenden Theile, die im gesunden Zustande nicht bemerkt werden, mit Schmerzenslauten und Fluchtversuchen beantwortet. Diese übermässige Empfänglichkeit nimmt einige Zeit nach dem Eingriffe zu und späterhin ab, so dass zuletzt eine geringere Empfänglichkeit übrig bleibt. Die Gebilde, deren Wirkung auf diese Art verändert worden, büssen ihre Empfindlichkeit bei dem Aetherisiren am spätesten ein und gewinnen sie wiederum bei der Erholung am frühesten wieder. Hat man die eine Hälfte des Rückenmarkes z. B. in der Halsgegend durchschnitten, so verrathen nach SCHIFF und BROWN-SÉQUARD die hinter der Wunde liegenden und bisweilen auch einzelne der vor ihr befindlichen Theile derselben Seitenhälfte einen ähnlichen erst steigenden und später fallenden

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 239.

Gang der Hyperästhesie, wie er nach der Trennung der Hinterstränge für beide Seitenhälften des Körpers zum Vorschein kommt. Die Empfindlichkeit der entgegengesetzten Seitenhälfte scheint hier stumpfer zu werden. Schwächt man das operirte Kaninchen durch Blutverlust, so zeigt sich nach SCHIFF¹⁾ die eigenthümliche Erscheinung, dass nicht die hyperästhetische, sondern die der Verletzung entgegengesetzte Seitenhälfte Tastwirkungen genauer beantwortet, das Umgekehrte dagegen für bedeutende Druckgrößen Statt findet. Dieses erinnert an die im Menschen beobachteten Fälle, in denen jede Art von Tastgefühl oder angeblich nur die Wahrnehmbarkeit der mechanischen, nicht aber der thermischen²⁾ Eindrücke mangelte, die Fähigkeit der Schmerzensempfindung aber erhalten war. Man kann sich jene Erscheinungen durch die Annahme erklären, dass die Moleküle der Nervenfasern oder der Ganglienkugeln der verletzten Seite schwerer in Bewegung gesetzt werden, aber einmal bewegt, stärker, als unter regelrechten Verhältnissen ausschlagen.

§. 598. Da die Hyperästhesie ihre grösste Höhe am Ende eines ersten und ihre kleinste an dem eines zweiten Zeitraumes erreicht, wenn auch die Rückenmarksverletzung indessen fortbesteht, so kann sie nicht von dieser an und für sich, sondern muss von einer zuerst wachsenden und dann wiederum abnehmenden durch den Eingriff erzeugten krankhaften Veränderung, vorzugsweise der Hinterstränge, herrühren. Diese Auffassung wird noch dadurch unterstützt, dass die Zeichen der Ueberempfindlichkeit bisweilen nach Trennungen anderer Theile des Rückenmarkes, als der Hinterstränge vorkommen. Man darf daher keine dauernde Hyperästhesie im Menschen erwarten, wenn keine reizende Ursache fortwährend anhält. Die periodischen Anfälle der Neuralgien rühren wahrscheinlich von ähnlichen, von Zeit zu Zeit eingreifenden Erregungen her.

§. 599. Die Unempfindlichkeit der der Rückenmarksverletzung entgegengesetzten Körperhälfte ist in den verschiedenen Thieren so ungleich ausgesprochen, dass man sie als keine ihrer Grösse nach beständige oder als keine sichere Wirkung überhaupt betrachten darf. Sie kann daher auch nicht eine Kreuzung der Empfindungsfasern im Rückenmarke beweisen und viel weniger die anatomisch

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 260.

²⁾ PUCHELT bei HASSE, a. a. O. S. 101.

darstellbaren seitlichen Kreuzungen längs des verlängerten Markes widerlegen, wie BROWN-SÉQUARD ¹⁾ glaubte.

§. 600. Die Durchschneidung des ganzen Rückenmarkes bis auf die Hinterstränge hebt die Empfindungsleitung nicht auf. Diese erhält sich aber auch, so wie nur noch eine kleine Brücke der centralen grauen Masse oder ein Theil der Hinterhörner unversehrt geblieben. Sie scheint dagegen zu fehlen, wenn man die Vorderhörner allein geschont hat. Hieraus folgt, dass die Empfindungserregung durch einen beliebigen Theil der grauen Masse der Mitte oder der Hörner des Rückenmarkes durchschlagen und daher verschiedene Wege verfolgen kann, ohne ihr Ziel zu verfehlen. Man hat hier eine andere Norm als in den Primitivfasern, deren Markcylinder die Hauptrichtung der Bahn unter den gewöhnlichen Verhältnissen vorschreibt.

§. 601. Die graue Substanz, welche die Empfindungserregungen leitet und die man daher auch die ästhesodische Masse nannte, ist an und für sich unempfindlich. Man legt das Rückenmark eines grossen Frosches bloss und entfernt die hintere Markmasse eine Strecke weit oben und unten. Die zwei auf diese Art blossgelegten Abschnitte der grauen Substanz sind vollkommen unempfindlich, der zwischen den beiden Verletzungsstellen befindliche Abschnitt der Hinterstränge dagegen empfindlich. Trägt man nun die frei liegenden grauen Massen so sehr als möglich ab, so dass die weissen Vorderstränge den Boden der Vertiefungen bilden, so fehlt jetzt die Empfindlichkeit in dem zwischen ihnen liegenden Abschnitte der Hinterstränge.

§. 602. Diese Thatfachen lehren, dass man keine Art von Hyperästhesie als die blosser Folge einer angeblich leichteren Schmerzhaftigkeit der grauen Masse des Rückenmarkes ansehen darf. Die Ganglienkugeln können höchstens einen geringeren Widerstand der Durchleitung entgegensetzen und den Ausschlag auf diese Weise mittelbar vergrössern. Eine übergrosse Empfindlichkeit oder die Anwesenheit des Empfindungsvermögens überhaupt zeigt an, dass möglicher Weise ein grosser Theil, nicht aber ein vollständiger Querschnitt der grauen Masse des Rückenmarkes des Kranken oberhalb der Eintrittsstelle der entsprechenden hinteren Nervenwurzeln

¹⁾ Siehe z. B. C. E. BROWN-SÉQUARD, Course of Lectures on the Physiology and Pathology of the Central Nervous System. Philadelphia 1860. S. p. 19. 51. 197—199. 240. Vgl. schon dagegen SCHIFF, a. a. O. S. 272. 273 und 312. 313.

unthätig geworden. Da die Trennung der Hinterstränge längs einer nicht unbedeutenden Längsstrecke des unteren Hals- oder des Brustmarkes die Empfindlichkeitsleitung für die hinteren Gliedmaassen der Säugethiere nicht aufhebt, die Erregung also an den verschiedensten Rückenmarksbezirken überspringen kann, so lässt sich voraussehen, dass eine vollständige Entartung eines langen Stückes der grauen Masse und selbst der Vorderstränge des Rückenmarkes des Menschen die Möglichkeit einer regelrechten oder einer übergrossen Empfindlichkeit nicht ausschliesst. Sie bleibt auch erhalten, wenn die Markstränge eine Strecke weit unthätig geworden, eine Brücke wirksamer grauer Substanz dagegen gesund geblieben. Die an Thieren gemachten Erfahrungen lehrten, dass die Eindrücke merklich später zu Stande kommen, so wie die Reizung durch ein kleines Volumen der grauen Masse durchschlagen muss. Es lässt sich erwarten, dass das Gleiche in dem Menschen wiederkehren wird. Die §. 386.) angegebene Vorrichtung kann zur Ausmessung der Erscheinungen dienen. Hat z. B. das Leiden die unteren Gliedmaassen ergriffen, so braucht man nur immer den Anfang der Reizung und den der Empfindung, das eine Mal für eine Stelle des Beines und das andere Mal für eine solche des Armes auf dem sich drehenden Cylinder aufzeichnen zu lassen, um den Unterschied der Dauer der verborgenen Erregung unmittelbar abzulesen. Er wird hier so gross ausfallen, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nerven-erregung ihm gegenüber nicht in Betracht kommt. Das Hauptergebniss leidet daher nicht merklich, wenn auch die erregte Stelle des Beines weiter von dem Gehirn entfernt liegt, als die des Armes. Wäre man unsicher, so liesse sich eine annähernde theoretische Verbesserung nach den §. 176. angegebenen Werthen einführen.

§. 603. Diejenigen Theile der Hinterstränge, in welchen die Verlängerungen der eben eingetretenen Primitivfasern der hinteren Nervenwurzeln gegen die graue Masse verlaufen, besitzen die verhältnissmässig grösste Empfindlichkeit in den Fröschen und den Säugethiern. Die Zwischenbezirke, in denen nur Faserbündel der Länge nach gegen das Gehirn emporsteigen, sind jedenfalls weniger erregbar. SCHIFF¹⁾ fand sogar am Halsmarke der Säugethiere, wo die Nervenwurzeln weiter aus einander stehen, dass alle Empfindlichkeit jenen Gegenden fehlte. Diese Thatsachen ergeben als Regel, dass die Aufmerksamkeit bei Hyperästhesien in erster Linie auf

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 237. 238. 250.

diejenigen Stellen des Rückenmarkes zu richten ist, die nahe über den Eintrittsstellen der Wurzeln der leidenden Nerven und zwar meist ungefähr bis zwei oder drei Wirbel höher liegen.

§. 604. Viele Verletzungen des verlängerten Markes und des Gehirns führen ebenfalls zu Hyperästhesie derselben oder beider Seiten. Leben die Thiere lang genug, so findet man, dass sich die Ueberempfindlichkeit auch hier nach einiger Zeit verliert und mithin nicht von der Verletzung an und für sich, sondern von einem durch sie erzeugten anfänglichen Reizzustande herrührt.

§. 605. Geht man von dem mittleren Halsmarke eines Säugethieres nach dem verlängerten Marke über, so muss man nach SCHIFF¹⁾ die Markmasse um so mehr nach aussen durchschneiden, je weiter man hinaufkommt oder in den Bezirk des verlängerten Markes selbst eintritt, wenn die Hyperästhesie an der der Verletzung entsprechenden Seitenhälfte zum Vorschein kommen soll. Sie rührt also nicht von den strickförmigen Körpern, sondern von den Keilsträngen und den Seitensträngen her. Man erhält sie auch nach der Trennung der einen Seitenhälfte des verlängerten Markes oder der Brücke ohne Verletzung der Wurzelfäden des dreigetheilten Nerven. Sie tritt in diesem Falle am Kopfe vorübergehender, als an den Gliedern auf²⁾. Man bemerkt sie endlich noch für einige Zeit nach der Durchschneidung eines mittleren Kleinhirnschenkels, eines Grosshirnschenkels oder der in der Nachbarschaft desselben befindlichen Abtheilung eines Sehhügels.

§. 606. Die Leichenöffnungen von Säugethieren, in denen sich eine solche Hyperästhesie bis kurz vor dem Tode erhalten hatte, zeigen häufig keine Spur von Entzündungsmerkmalen oder nur von Blutüberfüllung an den Verletzungsstellen des Gehirns und des Rückenmarkes. Das Mikroskop weist eben so wenig Veränderungen des Markes der Primitivfasern oder der Ganglienkugeln mit Sicherheit nach. Der die Ueberempfindlichkeit erzeugende Reizzustand liegt daher in Ursachen, zu deren Erforschung uns vorläufig die Untersuchungsmittel fehlen. Man kann sich vorstellen, dass die krankhafte Empfänglichkeit von einer Gleichgewichtsstörung der wirksamen Theile herrührt, die sich zuerst steigend und dann fallend geltend macht und zuletzt ihren Einfluss gänzlich verliert, ungefähr wie auch sonst die Zeit und die Uebung viele Unvollkommenheiten

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 301.

²⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 304. 350. 351.

nach und nach beseitigen. Dem sei wie ihm wolle, so ergeben sich aus diesen Thatfachen mehrere für die praktische Heilkunde nicht unwichtige Folgerungen.

§. 607. Man darf nicht erwarten, die Ursache hysterischer oder anderer von den Centralwerkzeugen des Nervensystemes ausgehender Hyperästhesieen durch die Leichenöffnung in jedem Falle nachweisen zu können. Die so oft gemachte Annahme, dass der centrale Sitz des Leidens blutüberfüllt, entzündet oder sonst sichtlich krank sein müsse, ist nicht begründet. Eine schmerzhafter Stelle in der Gegend eines der Dornfortsätze der Wirbel muss im Allgemeinen anders beurtheilt werden, als dieses häufig geschieht. Da die benachbarten Rückenmuskeln und die Haut ebenfalls überempfindlich zu sein pflegen ¹⁾, so folgt zunächst, dass die entsprechenden hinteren Aeste der Rückenmarksnerven leiden, das Rückenmark also, wenn es den Sitz des Uebels bildet, auch im Bereiche der zwei bis drei höheren Wirbel und nicht nothwendig nur in dem Niveau der Berührungsstelle krank ist. Man täuscht sich aber, wenn man glaubt, dass man einen überempfindlichen Bezirk des Rückenmarkes durch einen Druck längs der Dornfortsätze oder der Wirbelbogen und der sie bedeckenden Muskeln zu erkennen im Stande ist. Nur die ungewöhnliche Schmerzhaftigkeit der Knochen, der Bänder, der Muskeln oder der Haut verräth sich bei diesem Verfahren. Wir haben §. 593. gesehen, dass ein mit Blut überfüllter Bezirk eines Nervenstammes überempfindlich erscheint, die Durchleitung der Erregungen von der Peripherie dagegen keine entsprechenden Abweichungen darbietet. Wiederholte sich das Gleiche für das centrale Nervensystem, so könnte eine blutüberfüllte aus irgend einer Ursache anhaltend gereizte Stelle des Rückenmarkes eine bloss subjective und keine objective Hyperästhesie zur Folge haben. Der Kranke würde also über Schmerzen in einem bestimmten Bezirke der Haut oder eines anderen Theiles klagen, dieser aber nicht in gleichem Maasse für objective Erregungen überempfindlich erscheinen. Mag sich ein solcher Unterschied geltend machen oder nicht, so kann sich der Sitz der Hyperästhesie an einer Stelle des centralen Nervensystemes befinden, die von der scheinbar überempfindlichen mehr oder minder entfernt liegt.

§. 608. Die Hyperästhesie der Hysterischen erzeugt häufig die furchtbarsten Schmerzen in den Gelenken, vorzugsweise im Kniee

¹⁾ STILLING, Spinalirritation. S. 29.
Valentin, Pathologie der Nerven. II.

Die Amputation beseitigt natürlich das Uebel nicht ¹⁾. Diese Erscheinung unterstützt die Ansicht (§. 584.), dass eine Mosaik der peripherischen Nervenverbreitung in dem centralen Nervensysteme auf irgend eine Art hergestellt ist. Man darf eine objective Hyperästhesie neben der subjectiven erwarten, wenn die Ueberempfindlichkeit von der Mosaik der Hautnerven ausgeht. Sie wird dagegen fehlen, so wie die tieferen Nerven der Gelenktheile leiden. Das Zusammenfallen der subjectiven und der objectiven Ueberempfindlichkeit darf nicht zu chirurgischen Eingriffen verleiten, wenn die örtlichen Zeichen eines organischen Gelenkleidens mangeln. Das Vortübergehen der centralen Reizzustände lässt oft solche Nervenkrankheiten plötzlich oder allmählig aufhören ²⁾.

§. 609. Die Verbreitung der Hyperästhesie über Nachbarbezirke z. B. über die Haut der Brust, wenn der Arm allein früher schmerzte, kann von einer peripherischen Ursache, wie z. B. der allmählichen Ausdehnung der blutüberfüllten Gegenden herrühren oder von einer Vergrösserung der Empfänglichkeit der centralen gereizten Stellen abhängen. Die Physiologie besitzt bis jetzt keine Erfahrungen, aus denen man das oft sonderbare Auftreten der Ueberempfindlichkeit entfernter Theile erklären könnte. Wenn z. B. ein Mensch einen Schmerz in dem einen Knöchel nach der Ueberladung des Magens spürte und sich dieser nach der Wirkung eines Brechmittels verlor, so fehlt noch jeder Anhaltspunkt, die Ursache dieses eigenthümlichen Zusammenhanges anzugeben.

§. 610. Kraftvolle Gegenwirkungen mässigen bisweilen die Ueberempfindlichkeit. Ein starker auf die Wangenhaut wirkender Druck kann Zahnschmerzen und selbst den Gesichtsschmerz mildern. Der Schmerzensmangel oder die Analgesie bildet eine noch merkwürdigere Erscheinung. Der mit Aether oder Chloroform betäubte Kranke fühlt den Zahnschlüssel, der sein Zahnfleisch berührt, oder das Messer, das seine Haut durchschneidet. Die mit dem Eingriffe verbundenen Schmerzen machen sich dagegen für sein Bewusstsein nicht geltend. Etwas Aehnliches wiederholt sich bisweilen im Beginne der Lähmungen z. B. nach Bleivergiftungen und bei Leiden des centralen Nervensystemes der verschiedensten Art.

¹⁾ Vgl. mein Lehrbuch der Physiologie. Bd. II. Abth. II. S. 711. HIRSCH, Spinal-Neurosen. S. 78. MARSHALL HALL, On the Diseases and Derangements of the Nervous System. London 1841. S. p. 302.

²⁾ Vgl. z. B. B. C. BRODIE, Vorlesungen über örtliche Nervenleiden. Uebersetzt von KÜRSCHNER. Marburg 1838. S. S. 34.

Hysterische verlieren oft einen grossen Theil der Empfindungswirkungen einzelner Körpertheile. Kräftige mechanische oder thermische Reize, welche die Haut derselben treffen, werden unvollkommener oder gar nicht wahrgenommen. Die Vorderhälfte der Zunge erkennt nicht, was sauer oder gesalzen ist. Das Geruchsvermögen hat für viele Riechstoffe abgenommen. Die stärksten elektrischen Schläge erzeugen heftige Krämpfe, aber gar keine oder keine unangenehmen Empfindungen. Die Kranke nährt aber noch geschickt, wenn auch das Leiden die oberen Gliedmassen ergriffen hat. Sie steht sicher, wenn es die Beine befiel, tastet fein mit der Zungenspitze und riecht manche Körper, und zwar häufig solche, die Anderen unangenehm sind, mit eben so viel Schärfe als Wohlbehagen. Ein Arzt, dessen Fingerspitzen einen Nadelstich nicht mehr spürten, vermochte noch mit diesen den Puls seiner Kranken zu fühlen ¹⁾.

§. 611. Man erzeugt nach SCHIFF ²⁾ den Schmerzmangel in Säugethieren, wenn man die gesammte centrale graue Substanz mit oder ohne die Vorderstränge durchschneidet und daher der Durchgang der Leitung durch die weisse Masse und die grauen Hörnertheile der Hinterstränge erzwingt. Hat man z. B. eine Stelle der Mitte des Brustmarkes auf diese Weise verletzt, so verräth das Thier die leise Berührung oder das Kitzeln der Fusssohle eines Hinterbeines durch Schreien oder durch Gegenbewegungen. Ein starker Druck lässt es vollkommen ruhig. Es ergibt sich aber aus dem früher Dargestellten, dass man den Satz nicht umkehren darf. Das Tastgefühl geht nicht durch eine örtlich beschränkte Zerstörung der Hinterstränge verloren, während die Schmerzensempfindung erhalten bleibt. Die Leitung auf Umwegen durch die graue Masse kann vielmehr die Tasteindrücke der Säugethiere erhalten und sie höchstens abstumpfen oder vorzugsweise verlangsamten. Man hat auch eine nicht geringe Zahl von Fällen im Menschen beobachtet, in denen das Tastgefühl nicht geschwunden war, obgleich später die Leichenöffnung ausgedehnte Entartungen eines oder der beiden Hinterstränge des Rückenmarkes nachwies ³⁾.

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 253.

²⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 252.

³⁾ Siehe z. B. die Zusammenstellung bei BROWN-SÉQUARD Lectures. 1860. p. 55—74. Der Fall von LUYSS (p. 66. 67.), wo der Mangel an Tastgefühl neben Hyperästhesie und starker Schmerzensempfindung bei Entartung der Hinterstränge auftrat, widerspricht zum Theil, wie man sieht, den an Thieren gewonnenen Erfahrungen. Vgl. auch p. 126. 127. 136. 137.

§. 612. Die Reflexbewegungen lehren ebenfalls, dass es einen Zustand des centralen Nervensystemes gibt, der ausgedehntere Wirkungen nach leisen und rasch wiederholten, als nach heftigen Reizungen erzeugt. Ist die Empfänglichkeit eines frisch getödteten Thieres bis zu einem gewissen Grade gesunken, so führt das Kitzeln leichter zu Reflexbewegungen, als ein starker Druck. Eine empfindliche Stelle der Wirbelsäule bei Spinalirritation wird bisweilen durch die Bewegung eines nassen Schwammes leichter, als durch das kräftige Drücken des Fingers entdeckt.

§. 613. Da die Abnahme oder der Mangel der Empfindlichkeit, die unvollständige oder die vollkommene Anästhesie eine Hyperästhesie mit negativen Vorzeichen bildet, so wiederholen sich auch viele Beziehungen für beide, nur zum Theil in entgegengesetzten Richtungen. Was früher über die Beweglichkeit der Molecüle und der Ganglienkugeln bemerkt wurde, gilt auch in umgekehrtem Sinne für die Unempfindlichkeit. Die Beziehungen der centralen grauen Masse zur Leitung der Eindrücke, die Verzögerung der Wirkung mit der Abnahme der noch thätigen grauen Substanz bei Entartungen des Rückenmarkes und der Einfluss der Hinterstränge desselben auf die Wahrnehmung überhaupt machen sich auch hier geltend. Die tiefergreifenden Zerstörungen des Markes lassen sich zwar bei Anästhesieen eher nachweisen, unsere gegenwärtigen anatomischen und chemischen Prüfungsmittel reichen aber oft genug nicht hin, die dann Statt findenden feineren Veränderungen der Nervenfasern, geschweige denn die der Ganglienkugeln aufzufinden.

§. 614. Will man den Grad der Unempfindlichkeit eines Theiles der äusseren Haut genau kennen lernen, so muss man sie so vielseitig, als möglich prüfen und daher die §. 418 fgg. dargestellten Ausmessungen möglichst zu erschöpfen suchen. Man wird dabei immer abwechselnd von der empfindlicheren zur unempfindlicheren Stelle und umgekehrt fortschreiten, um sich vor Täuschungen sicher zu stellen. Die Grenze beider bietet fast immer einen Bezirk mittlerer Empfindlichkeit dar. Rückt man mit den Spitzen des Tastcirkels von der gesunden Hautstelle nach der kranken, so erweitert sich die scheinbare Entfernung derselben, ehe die Empfindung aufhört (§. 429.). Verfolgt man den umgekehrten Weg, so wird man sich an dem Grenzbezirk leichter täuschen, weil hier die unvollkommenere Empfindung anfängt. Die Angabe von TÜRK, dass man den unempfindlichen Bezirk für grösser hält, wenn man von der

gesunden zur gefühllosen Hautstelle übergeht, scheint davon herzu-rühren, dass die minder scharfe Auffassung der gegenseitigen Entfernung der Zirkelspitzen als Empfindungsmangel gedeutet wurde.

§. 615. Die bei gleichzeitigen Lähmungen der Gefässnerven vorhandene geringere Widerstandsfähigkeit der Gewebe gebietet besondere Vorsicht bei dem Gebrauche thermischer und chemischer Erregungen, weil hier wässerige Ausschwitzungen, eiterige oder brandige Zerstörungen leichter, als unter gesunden Verhältnissen erzeugt werden. Hat man aber solche Unannehmlichkeiten nicht zu befürchten, so sollte man immer Eis eben so gut als warmes Wasser zur Prüfung benutzen, weil halbgelähmte Nerven für niedere und für hohe Wärmegrade in ungleichem Maasse empfindlich sind. Die elektrischen Reize können mit dem Magnetelektromotor beginnen, den man in zweierlei Weise verwendet. Indem man den Moderator verschieden einstellt oder die Inductionsspirale in wechselnde Entfernungen von der inducirenden bringt, untersucht man zunächst, welche Stärke des Inductionsstromes empfunden und welche noch grössere ertragen wird. Die zweite Prüfungsart besteht darin, dass man den Anker des Hammerwerkes höher oder tiefer stellt und so den Einfluss der grösseren oder der geringeren Menge der der Zeiteinheit entsprechenden Schliessungs- und Oeffnungsströme untersucht. Ist dieses geschehen, so prüft man die Wirkung der beiden entgegengesetzten Stromesrichtungen einer galvanischen Kette. Steht der §. 363. beschriebene Disjuncter oder ein anderer ähnlicher Apparat zu Gebote, so kann man eine grössere Zahl stets gleichgerichteter Ketten- oder Inductionsströme benutzen. Beständige Ströme von grosser Stärke dürfen bei unvollkommenen Empfindungslähmungen nur mit Vorsicht gebraucht werden, weil sie die Nervenwirkung noch mehr herabsetzen können. Es wird von der Grösse der Unempfindlichkeit abhängen, ob man nur die Haut mit den Poldräthen berührt oder die Elektroden nadeln bis zu den tiefer gelegenen Theilen einsticht. Da die Ergebnisse aller dieser Prüfungen von den Antworten des Kranken abhängen und dieser dabei bewusst oder unbewusst täuschen kann, so wird man auch die Untersuchung der Reflexempfindlichkeit in jedem Falle zu Hilfe ziehen.

§. 616. Die periphere Deutung (§. 584.) bedingt es häufig, dass sich eine subjective Ueberempfindlichkeit und eine objective Unempfindlichkeit wechselseitig decken und der Kranke über die heftigsten Schmerzen in den empfindungslosen Theilen klagt. Man kann bisweilen die Wirkung jener Norm für die genauere Erkenntniss

des Leidens benutzen. Schreitet z. B. eine Rückenmarksentartung von unten nach oben fort, so dass ein Reizzustand dem Thätigkeitsverluste vorangeht, so wird eine peripherisch gedeutete Ueberempfindlichkeit anzeigen, bis zu welcher Höhe des Rückenmarkes die Entartung vorgedrungen ist. Der Kranke fühlt dann heftige in den Gliedmaassen dahinschiessende Schmerzen, Druck in der Harnblase, dem Mastdarm und dem Becken überhaupt und hat die Empfindung eines schmerzhaften Gürtels um den Unterleib oder die Brust je nach Verschiedenheit der leidenden Stelle des Rückenmarkes. Die anhaltende schwache Erregung der Hinterstränge durch krankhafte Vorgänge erzeugt nicht selten subjective Gefühle, welche in die entsprechenden Hautbezirke genau oder annähernd verlegt werden. Sind die Eindrücke unter sich ungleich, so wird Ameisenlaufen wahrgenommen (§. 583.). Die Unbestimmtheit der Auffassung führt auch oft zu anderen Deutungen. Subjective Kälte- oder Hitzegefühle kommen hierbei am häufigsten vor.

§. 617. Die Stockung der Blutbewegung kann eine Empfindungslähmung zur Folge haben. Ist die Zufuhr des Blutes zu einem Gliede gänzlich gehemmt, so verliert sich noch ausserdem die Fähigkeit der Muskelzusammenziehung. Minder kräftige Eingriffe vermögen schon die Verhältnisse der Empfindungen wesentlich zu ändern. Die von GÜNSBURG und LEUDET¹⁾ hervorgehobenen neuralgischen Beschwerden, die bisweilen in Schwindstüchtigen auftreten, und die mannichfachen Nervenleiden der Bleichstüchtigen hängen wahrscheinlich mit den Einflüssen der regelwidrigen Blutmischung auf das Nervensystem zusammen. Die Physiologie ist aber vorläufig noch nicht im Stande, die Mechanik dieser Störungen genauer anzugeben. Leidet ein einziges Glied an einer reinen Empfindungslähmung, die keinen peripherischen Ursprung hat, so wird man zunächst an eine Entartung der entsprechenden hinteren Nervenwurzeln oder der Fortsetzungen derselben bis zu deren Eintrittsstellen in die graue Masse des Rückenmarkes denken müssen. Jede irgend ausgedehntere Zerstörung desselben müsste auch die Empfindlichkeit der anderen Gliedmaasse herabsetzen oder Muskel-lähmungen zur Folge haben. Liegt die Ursache nicht im Rückenmarke, so kann das Leiden von den empfindenden Bezirken des verlängerten Markes, der Brücke, der Grosshirnschenkel und der Markstrahlungen der letzteren herrühren. Wir werden sehen, dass

¹⁾ LEUDET, Archives générales Févr. 1864. p. 150 — 172.

die Physiologie sicherere Erkenntnismittel nur dann zu Gebote stellt, wenn zugleich Bewegungsstörungen vorhanden sind. Sollte eine Empfindungslähmung beider oberen oder beider unteren Gliedmaassen von einem Rückenmarksleiden bedingt werden, so müsste nicht bloss ein entsprechender Abschnitt der Hinterstränge, sondern auch die ganze ästhesodische Masse, also auch die der Vorderhörner zerstört sein. Man sieht, dass dann auch meist Bewegungslähmungen auftreten würden.

§. 618. Wie die centrale Mosaik das Gesetz der peripherischen Deutung zur Folge hat, so kann sich das Umgekehrte bei Leiden des centralen Nervensystemes kundgeben. Man sieht schon bei halbseitig Gelähmten, dass sie ihren unthätigen Arm erst nach einigem Suchen mit dem gesunden nicht bloss bei geschlossenen, sondern selbst bei offenen Augen finden, weil ihnen das Bewusstsein jener Körperabschnitte zu einem grossen Theile verloren gegangen. Dasselbe wiederholt sich bei Hirnerweichungen. Man darf annehmen, dass die centrale Mosaik in solchen Fällen gelitten hat. Sorgfältige Leichenöffnungen könnten in dieser Hinsicht eine Topographie liefern, welche die Physiologie der Natur der Sache nach nie wird geben können.

§. 619. Es kommt bisweilen vor, dass sich die Unempfindlichkeit eines benachbarten oder eines entfernten Theiles zu einer Neuralgie hinzugesellt. Man hat diese Erscheinung mit dem Namen der *Reflexanästhesie* bezeichnet¹⁾. Es ist aber kein Anhaltspunkt für eine begründete Voraussetzung einer Reflexthätigkeit in diesem Falle vorhanden. Folgt eine Unempfindlichkeit der beiden unteren Gliedmaassen einer Ischias oder eine solche des Armes einer Cervicobrachialneuralgie, so bilden beide wahrscheinlich nur den Ausdruck des örtlichen Fortschrittes des Nervenleidens. Dasselbe wiederholt sich, wenn sich Infiltration und theilweise Unempfindlichkeit der Gesichtshaut oder Gesichtsschmerz mit einer Lähmung des Antlitznerven verbinden.

§. 620. Das Kind lernt allmählig die für bestimmte Stellungen und Bewegungen nöthige Verbindung der thätigen Muskeln finden und den einem gegebenen Zwecke entsprechenden Verkürzungsgrad herstellen. Eine klare Erkenntniss dieser Wirkungsweise fehlt aber dem Menschen und den Thieren zu allen Lebensaltern. Das Wort *Instinct* und die wissenschaftlichen Ausdrücke der Muskel-

¹⁾ BROWN-SÉQUARD, a. a. O. p. 165. 166.

gefühle oder der Bewegungsideen von STEINBUCH¹⁾ dürfen nicht zu der Ansicht verleiten, dass hierbei ein bewusster Gedankengang thätig eingreift. Wir ändern sogleich die Lage des Schwerpunktes in passender Weise, so wie uns die Gefahr des Umfallens droht, ohne dass wir die mechanischen Gesetze, die hier angewendet werden, kennen oder an sie, wenn sie uns auch geläufig sind, in dem gegebenen Augenblicke denken. Der Mensch regelt die Zusammenziehungen der Gesichtsmuskeln nach Maassgabe des Dranges der Leidenschaften oder der Berechnung, der Redner oder der Sänger die Wirkungen seiner Stimmusculatur, der Schreiber, der Zeichner oder der Musiker die Bewegungen der Finger und der Tänzer die der Füsse, ohne auch nur die thätigen Theile, über die er mit solcher Vollkommenheit gebietet, zu kennen, geschweige denn deren Verbindungen zu berechnen. Man hat mit einem Worte die mannichfachsten, den verwickeltesten physikalischen Aufgaben genügenden Handlungen, die mit einer Virtuosität vollführt werden, mit der häufig die wissenschaftliche Erkenntniss zu wetteifern nicht im Stande ist. Die Unmöglichkeit, die Verwicklung des Baues und der Wirkungen der Elementartheile des centralen Nervensystemes zu übersehen, wird es wahrscheinlich immer hindern, die hier zum Grunde liegende Mechanik mit der nöthigen Klarheit kennen zu lernen. Bedenkt man aber, dass alle diese instinctiven Handlungen noch in Thieren vorkommen, deren Grosshirnhemisphären abgetragen worden, so folgt, dass hier nicht jene zusammengesetzte, wahrscheinlich vielfach überspringende Erregung nöthig ist, welche die geistige Erkenntniss und Berechnung fordert, dass die in dem verlängerten Marke und dem Rückenmarke gegebene, verhältnissmässig einfachere Einrichtung trotz der Vielseitigkeit der Wirkung genügt. Der oft ausgesprochene Gedanke, dass eine Empfindlichkeit der Muskeln, ein Muskelgefühl in diesem Sinne des Wortes den erwähnten instinctiven Wirkungen zum Grunde liege, genügt nicht. Es wird sogar von der Erfahrung nicht unterstützt.

§. 621. Empfindungsfasern durchsetzen oft die Muskelmasse. Man kann aber nicht mit Sicherheit beweisen, dass sie auch in dieser selbst endigen. Die hierfür angeführten physiologischen That-sachen sind nicht im Stande, alle Zweifel zu beseitigen. Die Schmerzhaftigkeit der Muskeln nach Anstrengungen kann von örtlichen

¹⁾ J. G. STEINBUCH, Beitrag zur Physiologie der Sinne. Nürnberg 1811. 8. S. 30 und 156.

Wirkungen des veränderten Blutlaufes in den peripherischen Theilen und der Rückwirkung auf die centralen grauen bewegungserregenden Massen abhängen. Eine Störung von diesen liegt wahrscheinlich den Wadenkrämpfen zu Grunde. Die Reibung der den Wadenmuskel bedeckenden Haut beseitigt hier oft die Beschwerden in ähnlicher Weise, wie ein starker Druck eine Hyperästhesie (§. 610.). Schwinden die Schmerzen, welche anhaltende Verkürzungen der Gliedmaassen erzeugen, nach dem Sehnenschnitte oder die des untersten Theiles des Mastdarmes nach der Trennung des Afterschliessers, so lässt sich dieses durch die Annahme erklären, dass die ununterbrochene Zusammenziehung einen Zustand der entsprechenden centralen bewegungserregenden Ganglienkugeln erzeugt, der eine regelwidrige Wirkung der die Empfindungen vermittelnden Theile nach sich zieht. Man hat wahrscheinlich etwas Aehnliches bei manchen Leiden des centralen Nervensystemes. Hyperästhesieen der Muskeln können dann ohne merkliche Ernährungsstörungen derselben mit oder ohne Anästhesieen der benachbarten Hautbezirke vorkommen.

§. 622. Die Erfahrungen, die man an Thieren über die Reflexbewegungen gewonnen hat, lassen sich an dem Menschen in mehrfacher Hinsicht verwerthen. Sie erklären zunächst das Athmen, das Saugen, das Schlucken und die Bewegungen der Gliedmaassen von Hemicephalen mit oder ohne Spina bifida, denen das Gehirn, nicht aber das verlängerte Mark und das Rückenmark mangeln. Es kommt häufig vor, dass ein Arbeiter, der sich einen Bruch eines Rückenwirbels durch einen Fall zugezogen hat und an einer vollständigen Lähmung der bewussten Empfindung und der Willkürbewegungen der unteren Gliedmaassen aus diesem Grunde leidet, keine Reflexbewegungen nach dem Kitzeln der Fusssohle im Anfange darbietet. Diese fallen dagegen später um so ergiebiger aus, je längere Zeit seit der Verletzung vorüber gegangen. Wir werden dann schliessen, dass ein Gesamtquerschnitt des Rückenmarkes zerrissen wurde oder seine Wirksamkeit durch einen Bluterguss oder aus einer anderen Ursache verloren hat, dass die Ganglienkugeln des unteren Abschnittes ihre Thätigkeit zuerst durch die Erschütterung oder aus einem ähnlich wirkenden Grunde eingebüsst, sie aber mit der Zeit wieder gewonnen haben. Verrathen die Reflexbewegungen eine regelwidrige Stärke, so unterstützt dieses die Annahme, dass noch die Verbindung mit dem Gehirn vollkommen abgeschnitten ist. Eine geringe Thätigkeit der Ganglienkugeln des unterhalb der Verletzung

liegenden Rückenmarktheiles hat zur Folge, dass sich nur die Muskeln in der Nachbarschaft der erregten Hautstelle, also z. B. nur die der Zehen nach dem Kitzeln der Fusssohle schwach zusammenziehen. Erholt sich die graue Masse, so wachsen auch die Stärke und die Ausdehnung der Reflexbewegungen. Hat man einen Kranken, den ein Leiden des Halsmarkes an allen vier Gliedmaassen gelähmt hat, so verräth sich die allmähliche Besserung der Wirkungen des unterhalb der Verletzungsstelle liegenden Abschnittes des Rückenmarkes dadurch, dass das Kitzeln der Fusssohle zuerst zu Bewegungen des Unter- und des Oberschenkels des entsprechenden Gliedes, dann zu solchen beider Beine und endlich auch zu denen der Arme führt.

§. 623. Wurde das Rückenmark eines Frosches oberhalb der Eintrittsstelle der Armnerven und dann oberhalb der der Nerven der Hinterbeine der Quere nach vollständig durchgeschnitten, so erhält man zwei von einander gesonderte Bezirke der Reflexbewegungen. Die Reizung der Zehen des einen Hinterfusses ruft höchstens Zusammenziehungen in beiden Hinterbeinen hervor. Die Reflexbewegungen der Vorderbeine fehlen hier. Sie treten aber nach der Ansprache einer Vorderzehe auf, während die Hinterfüsse ruhig bleiben. Das Gleiche wird sich nach doppelten Querzerreissungen im Menschen wiederholen. Trennt man das ganze centrale Nervensystem eines Frosches genau in der Mittellinie der Länge nach, so erhalten sich die Empfindlichkeit und der Willenseinfluss auf die Muskeln. Enthauptet man dann das Thier, so sind die Reflexbewegungen der beiden Seitenhälften des Körpers wechselseitig geschieden. Die Reizung der Zehe des rechten Hinterbeines erzeugt höchstens Reflexverkürzungen in diesem und dem rechten Vorderbeine, nicht aber in irgend einem Theile der linken Körperhälfte und umgekehrt. Macht man nun einen Querschnitt durch die rechte Rückenmarkshälfte in der Gegend des fünften Wirbels, so werden auch rechts die Reflexbezirke des rechten Vorder- und des rechten Hinterbeines wechselseitig geschieden. Die an Schlangen und an dem Schwanze von Eidechsen und Salamandern angestellten Versuche lehren überdiess, dass ein kleiner von dem übrigen Theile des Rückenmarkes gesonderter Abschnitt desselben hinreicht, die Reflexthätigkeit des ihm zugehörenden Bezirkes empfindender und bewegender Fasern zu unterhalten, wenn diese und die ihnen benachbarten grauen Massen unversehrt geblieben. Die Zerstörung der letzteren allein hebt aber die Reflexwirkungen auf. Findet man

in einem Menschen, dessen vier Extremitäten gelähmt sind, dass das Kitzeln der rechten Fusssohle auch Bewegungen im linken Fusse erzeugt, so muss noch mindestens eine, wenn auch kleine Querbrücke grauer Masse irgendwo thätig sein. Bewegen sich die Muskeln des rechten Armes, so gilt der gleiche Schluss für eine Längsbrücke rechts von der Mittellinie des Rückenmarkes. Die genaue Prüfung solcher Gelähmten führt oft zur Erkenntniss kleiner Reflexbezirke, die gewissermaassen Oasen in der Wüste der gelähmten Gegenden bilden. Man wird dann häufig nach dem Vergleiche der thätigen und der völlig abgestorbenen Empfindungs- und Bewegungsnerven wenigstens annäherungsweise bestimmen können, in welcher Rückenmarksgegend die noch wirksamen grauen Massen liegen.

§. 624. Das gewöhnliche Kitzeln lässt eine Reihe schwacher Erregungen in kurzer Zeit wiederkehren. Die Reflexwirkung hängt dann vorzugsweise davon ab, dass viele ungleich starke Reizungen rasch auf einander folgen. Man kann sie daher auch schon durch kräftige, in ihrer Intensität schnell wechselnde Erregungen hervorrufen¹⁾. Liefert eine unempfindliche Hautstelle keine Reflexe bei dem gewöhnlichen Kitzeln, so wird man nachdrücklichere, hier ohnediess schwächer wahrgenommene Reize von auf- und niedergehender Stärke versuchen. Gestatten die Verhältnisse den Gebrauch chemischer Erreger, so ruft ein in einen kleinen Hautschnitt eingeführter Tropfen Essigsäure noch Reflexbewegungen hervor, wenn die schwächeren oder kräftigeren mechanischen Eingriffe alles in Ruhe lassen.

§. 625. Regt man die Bewegung eines Muskels auf dem Wege des Reflexes in einem enthaupteten Frosche an, so tritt die Verkürzung merklich später ein, als wenn sie durch die unmittelbare Reizung des Bewegungsnerven hervorgerufen wird (§. 173.). Der Unterschied ist viel grösser, als die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenirregung durch die Längsstrecke des Empfindungsnerven fordern würde. Der Uebertritt der Unruhe von den centralen Primitivfasern auf die Ganglienkugeln, die Mittheilung durch diese und die Abgabe an die Bewegungsfasern fordern eine verhältnissmässig bedeutende Zeitgrösse. Man kann diese Zeit der verborgenen Reflexwirkung sichtlich verlängern, wenn man die Erregung zwingt, eine verhältnissmässig schmale und ungewöhnliche Bahn durch die graue Masse einzuschlagen. Die Verzögerung des

¹⁾ Vgl. schon SCHIFF a. a. O. S. 225.

Eintrittes der Reflexbewegungen im Menschen kann von dieser Ursache oder auch von langsameren Wirkungen der centralen Primitivfasern oder Ganglienkugeln herrühren.

§. 626. Nicht nur Opium oder Strychnin, sondern auch andere betäubende Gifte, wie Niesswurz, Tollkirsche, Blausäure und selbst die blosse Einspritzung von Terpentinöl oder Aether in den Mastdarm erhöhen die Reflexempfindlichkeit der grauen Massen des Rückenmarkes. Viele Leidenszustände zeigen etwas Aehnliches. Hysterische können die ganze Reihenfolge von den kaum merklichen Zusammenziehungen eines einzelnen Bündels eines Gesichtsmuskels bis zu allgemeinen Krämpfen darbieten. Die Reizung der äusseren Haut der Thiere zieht bisweilen Reflexbewegungen in den Eingeweiden der Brust- und der Bauchhöhle nach sich. Die mechanische Ansprache des Darmes, des Eileiters regt hin und wieder Zusammenziehungen von rothen Muskelmassen an. Man darf demnach auch noch die mannichfachsten Wechselwirkungen zwischen den Eingeweiden und den äusseren Verkürzungsgebilden im Menschen erwarten. Die verschiedensten Empfänglichkeitsgrade können schon in dieser Hinsicht in Gesunden vorkommen. Der Eine erbricht sich nach dem blossen Einathmen von Bücherstaub, während der Andere den Kehlkopfspiegel oder chirurgische Instrumente in den Umgebungen der Rachenenge ohne Gegenbewegungen der Muskeln beliebig wirken lassen kann. Die Geneigtheit zu Husten, zu Bewegungen des Darmcanales, zu den für die gerichtliche Medicin wichtigen reflectorischen Samenentleerungen oder zu Reflexzusammenziehungen der Gebärmutter wechselt ebenfalls in hohem Grade. Krankhafte Verhältnisse können diese Verschiedenheit beträchtlich vergrössern. Die Verengerung der Stimmritze bei dem Keichhusten, dem Kopp'schen Asthma und ähnlichen Leiden, viele Fälle von Schluchzen und Brustkrämpfen, von Herzklopfen, von Herzstillstand für kurze Zeit, von Zusammenziehungen der Speiseröhre oder des Magens und einer mit der letzteren verbundenen Cardialgie, der Globus hystericus, der plötzliche Austritt von Luft oder anderer Inhaltsmassen aus dem Darne, manche Arten unwillkürlicher Harn- oder Samenentleerung, der krampfhafte Verschluss der Blase und des Mastdarmes, die nach der Berührung oder der Kathetrisation auftretende Schwellung des Gliedes bei Rückenmarksverletzungen, das wehenartige Ziehen im Unterleibe bei Hysterischen, endlich die mannichfachsten Verkürzungen in den rothen Körpermuskeln lassen sich auf Reflexbewegungen zurückführen.

§. 627. Ist auf diese Weise die Reflexwirkung eines Bezirkes regelwidrigerweise erhöht, so folgt hieraus noch nicht, dass desshalb auch die Empfindungsthätigkeiten zugenommen haben. Alle §. 626. erwähnten Mittel, die Empfänglichkeit für Reflexbewegungen künstlich zu vergrössern, lassen die Empfindlichkeit nicht in gleichem Maasse wachsen. Die Versuche, die man mit Strychnin anstellt, verrathen keine merkliche Begünstigung oder Beschleunigung der Empfindungsleitung, wenn schon die grauen Massen die Reflexbewegungen mit grosser Leichtigkeit hervorrufen. Die Empfindungsnerven scheinen sogar zu den späteren Zeiten der Vergiftung stumpfer zu wirken. Verbindet sich daher eine krankhafte Empfänglichkeit für Bewegungs-erregungen mit hyperästhetischen Erscheinungen, so muss eine vielseitigere Leidensursache als unter jenen künstlichen Verhältnissen zum Grunde liegen. Es kann wahrscheinlich auch vorkommen, dass die erhöhte Empfänglichkeit der Ganglienkugeln die nebenbei vorhandene schwächere Thätigkeit der die Erregung zuführenden Empfindungsnerven mehr als ausgleicht und daher die Reflexbewegungen allzu leicht auftreten lässt. Man findet bei Entartungen der grauen Masse des Rückenmarkes, dass sich die Bewegung nicht mehr mässigt und lange Zeit wiederholt, so wie einmal der erste Anstoss auf dem Wege des Reflexes oder durch den Willenseinfluss gegeben worden ¹⁾. Man hat etwas Aehnliches bei dem Veits-tanze, jedoch mit dem wesentlichen Unterschiede, dass hier die Anfälle nicht nach jeder Erregung und in der Regel nicht während des Schlafes ²⁾ oder nur während des Träumens ³⁾ auftreten. Viele Anfälle rühren in solchen Leiden von Reflexen her, die von den Empfindungsnerven der Innenflächen der Hohlräume des Körpers, z. B. eines bestimmten Bezirkes der Schleimhaut des Nahrungs-canales und nicht von der äusseren Haut ausgehen.

§. 628. Die sogenannten Reflexlähmungen, wie der Eintritt von Paraplegie nach Blasenleiden und die bisweilen hierher gerechnete essentielle Lähmung des Kindes ⁴⁾ lassen sich als Reflexwirkungen physiologisch nicht begründen. Man muss sie vielmehr von demselben Standpunkte, wie die Reflexanästhesien

¹⁾ Siehe z. B. den oft angeführten Fall von CRUVEILHIER bei EISENMANN, Die Bewegungs-Ataxie. Wien 1863. 8. S. 40.

²⁾ SPIESS, Physiologie des Nervensystems. Braunschweig 1844. 8. S. 189. 190.

³⁾ HASSE, a. a. O. S. 157.

⁴⁾ BROWN-SÉQUARD, a. a. O. p. 164.

(§. 619.) beurtheilen und aus der weiteren Ausdehnung peripherischer oder centraler Störungen herleiten.

§. 629. Die Trennung eines Bewegungsnerven von dem centralen Nervensysteme zieht oft eine von SCHIFF¹⁾ zuerst entdeckte Reihe von Wechselkrämpfen der kleineren Bündel des dem Willenseinflusse entzogenen Muskels nach sich. Man sieht dieses Lähmungszittern am deutlichsten an der Zunge von Hunden, in denen der Zungenfleischnerv an einer oder an beiden Seiten durchschnitten worden. Das trotz des Schleimhautüberzuges kenntliche Flimmern der Muskelbündel des gelähmten, nicht aber des gesunden Abschnittes wird nicht bloss bei vorgezogener Zunge, sondern auch dann wahrgenommen, wenn diese ruhig in der Mundhöhle liegt. Hat die Zusammenziehung eines Bündels aufgehört, so beginnt die eines benachbarten. Man bemerkt aber kein regelmässiges Fortschreiten der Zuckungen und keine durch sie bedingte Ortsveränderung eines grösseren Theiles der Zunge. Die Tasthaare der Kaninchen und anderer Säugethiere zeigen oft eine fortwährende Unruhe nach der Durchschneidung der Antlitznerven. Die mit quergestreiften Fasern versehene Regenbogenhaut der Vögel, nicht aber die mit einfachen Fasern ausgestattete Iris der Säugethiere zuckt ebenfalls anhaltend nach der Trennung des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven. Man kann auch das Lähmungszittern an den blossgelegten Muskeln eines Gliedes wahrnehmen, dessen Nerven nicht mehr mit dem centralen Nervensysteme zusammenhängen. Da es nicht unmittelbar nach der Nervendurchschneidung, sondern erst einige Tage später auftritt, allmählig ein Maximum erreicht und dann Monate lang und selbst mehr als ein Jahr anhält, so bildet es erst eine nachträgliche Wirkung der Nerventrennung. Man kann diese Erscheinung, die auch oft im Verlaufe der fortschreitenden Muskelatrophie und während der Ausbildung von Lähmungen im Menschen vorkommt, als das Gegenstück des Gefühles des Ameisenlaufens ansehen. Wir haben §. 583. gesehen, dass dieses vermuthlich dadurch entsteht, dass die peripherischen Empfindungsfasern oder die centralen Repräsentanten derselben ungleich stark in verschiedenen Augenblicken erregt werden. Das Flimmern erzeugt sich wahrscheinlich aus ähnlichem Grunde. Schon die durch den Blutlauf

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 176—179. BROWN-SÉQUARD, Experimental Researches applied to Physiology and Pathology. New-York 1853. 8. p. 101—104.

gegebenen Schwankungen der Ernährungswirkungen können vielleicht die Unruhe bei den gegebenen Reizzuständen hervorrufen.

§. 630. Wie sich das Ameisenlaufen und ähnliche Gefühle zu den heftigeren, rasch dahin schiessenden oder den fortdauernden Schmerzen verhalten, so steht das Lähmungszittern in einer ähnlichen Beziehung zu den verschiedenen Arten ausgedehnter Krampferscheinungen. Die Wechselkrämpfe bieten in dieser Hinsicht eine fast ununterbrochene Reihe von den leisesten Verkürzungen eines nervenschwachen Menschen bis zu den furchtbarsten Zuckungen Epileptischer oder Gehängter dar. Da nur eine hinreichend starke Schwankung des Zustandes der Bewegungsnerven zu einer Abwechselung von Verkürzung und Erschlaffung führt, so mangeln auch die Wechselkrämpfe, wenn Ausschwitzungen, Geschwülste oder andere Fremdkörper allmählig und ohne merkliche Veränderung ihrer Intensität eingreifen. Sie treten dagegen sogleich auf, so wie diese Körper oder die Verhältnisse des Blutlaufes, Bewegungen oder andere Ursachen rasche Zustandsänderungen der Nerven herbeiführen. Das Zittern nervenschwacher Personen wird durch den Willenseinfluss oder durch freudige Aufregung und das von Trinkern oder Opiumrauchern durch den abermaligen Genuss der betäubenden Mittel aufgehoben. Es tritt als Merkmal der Kraftabnahme in alten Leuten auf, und geht bei Quecksilber- oder Bleivergiftungen und bei Metallvergiftungen überhaupt, der vollständigen Lähmung voran. Dasselbe wiederholt sich für die unpassend sogenannte *Paralysis agitans*. Es gibt also einen Schwächezustand der Elemente des Nervensystems, der wahrscheinlich schon die gewöhnlichen durch den Blutlauf unmittelbar oder mittelbar bedingten Schwankungen mit Wechselkrämpfen erwidert. Man kann auch im Gesunden Muskelzittern durch die Unterbrechung des Blutlaufes in günstigen Fällen hervorrufen. Die Untersuchung der krankhaften Zuckungen mit auf- und absteigenden Ketten- und Inductionsströmen wird für die genauere Erkenntniss des Leidens von Nutzen sein.

§. 631. Die furchtbarste dieser Krampfformen, die Fallsucht oder Epilepsie hat mehrere neuere Forscher zu Anschauungen geführt, gegen deren Richtigkeit sich gegründete Bedenken erheben lassen. SCHROEDER VAN DER KOLK¹⁾ glaubte aus anatomischen

¹⁾ J. C. L. SCHROEDER VAN DER KOLK, Bau und Functionen der Medulla spinalis und oblongata und nächste Ursache und rationelle Behandlung der Epilepsie. Uebersetzt von F. W. THEILE. Braunschweig 1859. 8.

Untersuchungen schliessen zu können, dass der Sitz des Leidens in den Oliven liege. KROON beobachtete eine unsymmetrische krankhafte Vergrösserung derselben und Asymmetrie des verlängerten Markes überhaupt in Personen, die epileptisch waren. Der eigenthümliche Bau, den die Oliven des Menschen darbieten, macht es unmöglich, jene Ansicht durch Versuche an Säugethieren mit Sicherheit zu bekämpfen. So viel ist aber wenigstens gewiss, dass keine Art von Verletzung des verlängerten Markes dieser Geschöpfe zu einer wahren Fallsucht führt. BROWN-SÉQUARD glaubte gefunden zu haben, dass Thiere, einige Wochen, nachdem man ihnen eine Stichwunde des Rückenmarkes beigebracht oder die Hinterstränge mit den benachbarten Theilen der Seitenstränge, diese und die Vorderstränge, die eine Hälfte oder das ganze Rückenmark in der Rücken- oder der Lendengegend quer durchschnitten hat, von fallsuchtähnlichen Anfällen ergriffen werden. Die Krämpfe ergreifen dann alle nicht gelähmten Kopf-, Rumpf- und Gliedermuskeln. Man kann den Eintritt derselben durch die Erregung der Gesichts- oder der Nackenhaut künstlich hervorrufen ¹⁾. KUSSMAUL und TENNER ²⁾ verglichen die Krämpfe, welche die Verblutung, die Unterbindung der das Gehirn versorgenden Schlagadern oder die elektrische Erregung der Gefässnerven und die hierdurch erzeugte Mengenabnahme des ausfliessenden Blutes herbeiführt, mit den Erscheinungen der Fallsucht. Diese Parallelen haben keine sichere Grundlage, weil ähnliche Störungen im Menschen noch keine Epilepsie herbeiführen und die Mehrzahl der wesentlichen Zeichen derselben, wie das Aufschreien im Augenblicke des Anfalles, die Bewusst- und Empfindungslosigkeit, das häufige Beissen in die Zunge, der Schaum vor dem Munde, die neben den Wechselkrämpfen hin und wieder auftretenden Starrkrämpfe in den Säugethieren, die man den erwähnten Versuchen unterwirft, mangeln. Man kann die Zuckungen derselben durch die Unterbindung einer Gliedmaasse oder das Anstemmen des Kopfes gegen eine feste Wand nie unterdrücken. Diese Mittel verhindern aber bisweilen den Anfall in einem Epileptischen. Die Ursachen der ihm vorangehenden Geistesverstimmung, der vermöge der peripherischen Deutung (§. 584.) bisweilen auftretenden Aura epileptica und das charakteristische Einschlagen des Daumens werden sich natürlich nie durch Versuche an Haussäugethieren

¹⁾ KUSSMAUL und TENNER in Moleschott's Untersuchungen. Bd. II. 1857. S. 248.

²⁾ BROWN-SÉQUARD, a. a. O. p. 179.

ermitteln lassen. Man hat cyanotische Erscheinungen bei länger anhaltender Epilepsie und der verwandten ächten Eklampsie, wenn das verlängerte Mark aus irgend einem Grunde leidet.

§. 632. Wir sahen schon §. 339., dass Wechselkrämpfe zu Starrkrämpfen werden, wenn eine neue Verkürzung eintritt, ehe die unmittelbar vorhergehende in einem merklichen Grade zu sinken begonnen hat. Da die zweite Erregung, die einen noch nicht bis zu dem Maximum verkürzten Muskel trifft, die eben vorhandene Zusammenziehung nach Maassgabe der Widerstände vergrössert, so können die Starrkrämpfe die bedeutendsten überhaupt möglichen Bewegungsausschläge herbeiführen. Die Nebenbedingungen bestimmen es, ob die Gesamtwirkung von der einseitigen Thätigkeit einer einzigen Muskelgruppe oder der Thätigkeitsresultante der gleichzeitig tetanischen Gegenfüssler, also dem Uebergewichte einer Classe derselben abhängt. Der Trismus oder Kinnbackenkrampf beschränkt sich der Nervenverhältnisse wegen auf die ausschliessliche Verkürzung der Kaumuskeln. Da die Wirbelsäule vorn mit der Brust und dem Unterleibe belastet ist und daher der Schwerpunkt der ganzen Masse vor ihr liegt, so wird sie gebeugt, wenn nicht die Verkürzung der Rückenmuskeln entgegenwirkt. Die Streckung ist nur auf diese und zwar auf den Rest ihrer Thätigkeit, der nicht durch die Beseitigung jener Schwerewirkungen aufgezehrt wird, angewiesen. Dieses erklärt schon, wesshalb der Starrkrampf fast immer als Opisthotonus oder Streckkrampf der Wirbelsäule auftritt und z. B. nur drei Fälle von Beugekrampf oder Emprosthotonus unter den 522 von FRIEDREICH ¹⁾ zusammengestellten vorkommen. Die Verkürzung beginnt oft in den Nackenmuskeln, also mit der Streckung des Kopfes. Die dann folgenden tieferen Rückenmuskeln ziehen sich aber häufig mit solcher Kraft zusammen, dass sie die Wirbelsäule nicht, wie gewöhnlich strecken, sondern nach hinten ausböhlen. Da diese Anfälle von der grauen Masse des Rückenmarkes ausgehen, so erklärt sich, wesshalb sie fast immer die Muskeln der beiden Seitenhälften des Körpers ergreifen und z. B. nur ein Fall von Pleurotonus oder einseitigem Starrkrampfe unter den oben erwähnten 522 vorkam. Wir werden jedoch später sehen, dass halbseitige Verletzungen der verschiedensten Theile des centralen Nervensystemes zu einseitigen Krümmungen führen können.

¹⁾ HASSE, a. a. O. S. 174.

Da die Strecker des Vorderarmes und zum Theil die der Hand und der Finger, so wie die des Unterschenkels und des Fusses grössere Muskelmassen als die entsprechenden Beuger enthalten und der Wirkung derselben geringere Widerstände von Seiten der Gelenke entgegenzutreten pflegen, so entspricht im Allgemeinen die Streckung der Gesamteresultante des Starrkrampfes der Gliedmaassen. Dieses beweist unmittelbar, dass ein mächtiger Eingriff das ganze Rückenmark anregt. Unterliegt aber der Rückentheil desselben schwachen Druckwirkungen in einem Säugethiere, so findet man eine Lähmung der Strecker und daher ein anhaltendes Vorherrschen der Beuger¹⁾. Erst ein kräftigerer Eingriff der Art dehnt sich über alle Muskelmassen der Hinterbeine aus. Man sieht daher auch oft die Beugung der Streckung vorangehen, wenn man das Rückenmark mit allmählig stärker werdenden elektrischen Strömen reizt oder mit einem Drathe zerstört.

§. 633. Kommt es bei dem Menschen vor, dass einzelne Muskelfasern und kleinere Blutgefässe während eines Anfalles von Starrkrampf reissen und daher Blutergüsse erzeugen, so rührt dieses nur von den plötzlichen Stössen, den raschen Muskelzusammenziehungen her. Da die Wirkungsgrösse, welche die lebendige Kraft bestimmt, mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst, so lässt sich leicht einsehen, wie einzelne, weniger Widerstand leistende Gewebemassen getrennt werden. Ist die Angabe richtig, dass sehr heftige Krämpfe der Wadenmuskeln die Achillessehne zerreißen können, so gibt sie den anschaulichsten Beweis, welchen Erfolg die Verbindung einer bedeutenden Kraftgrösse und einer beträchtlichen Geschwindigkeit zu erreichen vermag. Die Achillessehne eines gesunden Erwachsenen hält noch bei einer Belastung von 300 Kilogramm. Der an kleineren Sehnen, wie dem Palmaris gefundene Festigkeitsmodul lässt schliessen, dass sie durchschnittlich selbst mehr als 400 Kilogramm tragen könnte.

§. 634. Obgleich der Wundstarrkrampf ursprünglich ein Reflexkrampf ist, so bleibt doch die Entfernung der verletzten Sehne oder eines anderen verwundeten Theiles, die Nervendurchschneidung oder die Absetzung des Gliedes erfolglos, wenn sich bleibende Reizzustände oder Entartungen seit dem Anfange des Leidens ausgebildet haben. Die günstige Zeit kann daher hier, wie bei Vergiftungen durch Zaudern verloren gehen.

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 278.

§. 635. Die genauere ärztliche Untersuchung der tonischen Krämpfe einzelner Muskelgruppen dürfte manche auf diesem Gebiete angenommene Vorstellungsweise berichtigen. Man leitet z. B. den Starrkrampf des Kopfnickers von dem Beinerven ohne Weiteres her. Die elektrische örtliche Erregung könnte aber erst in jedem Einzelfalle entscheiden, ob die regelwidrige Thätigkeit jenes Nerven oder die der Halsnerven, welche den Kopfnicker versorgen, dem Leiden zum Grunde liegt. Die Frage, ob die Krämpfe einzelner Muskelgruppen der Extremitäten, der Schreibekrampf, der sogenannte Schusterkrampf und die Wadenkrämpfe, in einem gegebenen Falle nur peripherischen Ursprunges sind oder nicht, liesse sich meistens durch die elektrische Prüfung beantworten. Man muss hier, wie bei den Starrkrämpfen überhaupt, die Wirkungen der auf- und der absteigenden Kettenströme untersuchen, um zu erfahren, ob und welchen Einfluss die Stromesrichtung ausübt. Es kommt vor, dass eine von ihnen und zwar gewöhnlich die aufsteigende, Starrkrämpfe, die man in einem Thiere erzeugt hat, beseitigt. Da sich aber auch der Einfluss der Stromesrichtungen durch den der Abkühlung gesunder oder die Misshandlung schon misshandelter Nerven umkehrt, so folgt, dass Krankheitszustände vorkommen können, in denen der absteigende Strom wie sonst der aufsteigende beruhigend wirkt. Eine Angabe von REMAK¹⁾ scheint diesen Schluss zu bestätigen. Man darf endlich erwarten, dass die elektronisirenden und elektrolytischen Wirkungen der beständigen Ströme den Eintritt der Starrkrämpfe hin und wieder erschweren werden.

§. 636. Wirken die Schläge des Magnetelektromotors auf das Rückenmark, die Bewegungsnerven oder die Muskelmasse eines Frosches längere Zeit ein, so nimmt später der Starrkrampf z. B. der Hinterbeine allmählig ab. Man sieht ein anhaltendes Flimmern in den Muskeln des Oberschenkels, ähnlich wie nach der Nervendurchschneidung (§. 629.). Die abwechselnde Zusammenziehung der einzelnen Bündel erzeugt aber keine Ortsveränderung des Ober- oder des Unterschenkels, wenn selbst die Gelenke wiederum biegsam sind. Diese Erscheinung hält oft noch nach dem Verschwinden allen Starrkrampfes in dem ganzen Hinterbeine an. Sie verliert sich erst bei weiterer Erschöpfung. Wir sehen hieraus, dass jene ört-

¹⁾ R. REMAK, Galvanotherapie der Nerven- und der Muskelkrankheiten. Berlin 1858. 8. S. 459.

lichen Wechselkrämpfe einem niederen Grade der Empfänglichkeit entsprechen. Beschränkte Zuckungen oder ausgedehnte Wechselkrämpfe folgen daher auch häufig im Menschen den Starrkrämpfen oder selbst nur übermässigen willkürlichen Muskelanstrengungen nach. Die Hebung der Nerventhätigkeit kann das Muskelzittern beseitigen.

§. 637. Die sogenannten kataleptischen Erscheinungen fordern eine vorsichtige Beurtheilung. Die krankhafte Sucht, Interesse oder Mitleid zu erregen, verführt oft Hysterische, die peinlichsten Stellungen einzuhalten und der Ermüdung oder dem Schmerze Widerstand zu leisten. Viele der sogenannten Katalepsien entstehen auf diese Weise. Es kann eben so wenig befremden, dass bisweilen die Krankheit in einer grossen Zahl von Bewohnern desselben Ortes auftritt, wenn man die Gewalt der Nachahmung gerade für solche Krampferscheinungen berücksichtigt. Die Angabe aber, dass die Muskeln ungewöhnlich weich blieben, wenn sich auch die Glieder die längste Zeit in unveränderter statuenähnlicher Stellung erhielten, beruht wahrscheinlich auf Täuschungen.

§. 638. Die Entscheidung der Frage, ob es einen Muskeltonus gibt oder nicht, hängt zum Theil von der Deutung dieses Ausdruckes ab¹⁾. Denkt man sich, dass eine von dem centralen Nervensysteme fortwährend ausgehende Erregung die Muskeln in einem unaufhörlichen geringen Grade der Verkürzung erhält, so lehren die Versuche von HEIDENHAIN und AUERBACH, dass die Trennung des Hüftnerven des Kaninchens die durch eine bestimmte Belastung erzeugte Dehnungslänge für die Dauer nicht merklich ändert. Dieses gilt jedoch nur für die Verfolgung der Verhältnisse mit freiem Auge. Die Länge nimmt wahrscheinlich im Anfange in geringerem Grade zu, weil die durch die Nerventrennung erzeugte Verkürzung den Muskel erweichte (§. 315.). Man hat bis jetzt noch nicht untersucht, wie die spätere Reizlosigkeit und Entartung der Nerven (§. 92.) auf die Länge der Muskeln wirkt. Sollte sie sich, wie wahrscheinlich, nicht merklich ändern, so würde folgen, dass die peripherische Markmasse keinen Tonus in dem oben erwähnten Sinne erzeugt.

§. 639. Die Versuche, die man über den Verschluss der Harnblase und des Afters angestellt hat, um den Tonus der Sphincteren

¹⁾ Vgl. z. B. BLASIUS in Virchow's Archiv für pathologische Anatomie. Bd. 28. 1863. S. 83—157.

nachzuweisen, gestatten keine sicheren Folgerungen, weil Reflexe bei unversehrtem Einflusse des Rückenmarkes und unmittelbare Erregungen und Elasticitätsveränderungen der Muskelmassen nach der Zerstörung des centralen Nervensystems eingreifen konnten. Die Ausgänge der Blase und des Mastdarmes bleiben nach Rückenmarksverletzungen krampfhaft geschlossen oder fortwährend offen, man hat also Mangel der Entleerung oder unwillkürlichen Abgang der Inhaltsmassen, je nachdem noch Reflexe auf die Schliessmuskeln möglich sind oder nicht. Der Afterschliesser des Gesunden lehrt schon, dass der Grad seiner Thätigkeit von der Erregungsgrösse der Mastdarmschleimhaut wesentlich abhängt. Der regelwidrige Reiz derselben erhöht sie oft genug in den verschiedensten Krankheitsfällen.

§. 640. Versteht man unter Tonus der Muskelmassen die mit den Verhältnissen wechselnde Verkürzungsgrösse, die reflectorisch oder unmittelbar erzeugt wird, so lässt sich das Vorkommen desselben nicht in Abrede stellen. Die lebhafte oder schlaffe Haltung der Gesichtsmuskeln bei Geistvollen, Blödsinnigen oder Gelähmten, die der Glieder und der Körpertheile überhaupt, die eine Zeit lang dauernde Verkürzung der Regenbogenhaut des Auges, die nach der Durchschneidung der zu den Blutgefässen gehenden Nerven eintretende Erweiterung des Gefässrohres sprechen für ihn. Sie lehren zugleich, dass Reflexe und unmittelbare Reize Verkürzungen von scheinbar gleicher Stärke für längere Perioden unterhalten können, dass man also die Wiederholung des Hauptmerkmals des Starrkrampfes (§. 339.) in solchen Fällen hat. Die Lebensweise einzelner Thiere liefert noch auffallendere Beispiele. Das Stunden lang anhaltende Hängen der Faulthiere an ihren Vorderbeinen, deren arterielle Wundernetze eine solche Muskelanstrengung möglich machen sollen, bildet eine der hierher gehörenden Erscheinungen. Jene Erklärung des Tonus führt aber zu zwei Uebelständen. Man wählt einen leicht irreführenden Ausdruck für eine zwar eigenthümliche, aber den gewöhnlichen Gesetzen der Nerventhätigkeit entsprechende Wirkung. Redet man von einem Tonus in diesem Sinne, so darf man nicht das gleiche Wort auf die nicht verkürzungsfähigen Gebilde übertragen.

§. 641. Die Bezeichnung hat eine grössere Berechtigung, wenn man darunter den zu einer gegebenen Zeit vorhandenen Molecularzustand der Gewebe versteht, von welchem die Länge, die Festigkeit und die Elasticität derselben abhängt, der mit einem Worte die

wesentlichsten mechanischen Eigenschaften bestimmt. Man kann dann eben so gut von dem Tonus des Bindegewebes, der Aponeurosen, der Bänder und der nicht verkürzungsfähigen Gewebe überhaupt, als der verkürzbaren sprechen. Die Ernährungszustände werden in erster Linie bestimmen, wie sich diese Verhältnisse gestalten. Da aber jene von der Blutzufuhr, mithin auch von dem Rauminhalte der Blutgefäße und dem Porositätszustande der Wände derselben abhängen, so ist auch das Nervensystem im Stande, einen mittelbaren Einfluss auf diese Erscheinungen zu gewinnen. Er kann sich aber um so rascher geltend machen, je mehr Blut ein Gewebtheil empfängt und je schneller sich dieser selbst verändert. Der Tonus der Sehne wird daher langsamer, als der der Muskelfasern wechseln.

§. 642. Diese Begriffsbestimmung kann noch zu einer Vorstellung über die Contracturen führen, welche die Verhältnisse schärfer als bisher auffasst. Die Zusammenziehung der quergestreiften Muskelfasern läuft häufig asymptotisch ab (§. 141.). Die elastische Rückkehr zu der früheren Molecularanordnung besiegt den durch die Verkürzung erzeugten Widerstand in der Zeiteinheit um so weniger, je längere Zeit seit dem Beginne der sinkenden Zusammenziehung verstrichen ist. Eine ähnliche Norm kehrt auch bei der elastischen Nachwirkung gedehnter oder gedrehter Seidenfäden wieder. Sie macht sich nach der Ermüdung des Muskels oder der Bewegungsnerven nachdrücklicher geltend. Denkt man sich, dass der Krankheitszustand des Nervensystemes den Muskel nicht zu seinem ursprünglichen Molecularzustande zurückkehren, sondern auf einer gewissen Asymptose verharren lässt, dass sich dieses bis zu einem bestimmten Grade von einer Zusammenziehung zur anderen vergrößert, so erhält man auf diese Art die allmähliche Ausbildung einer Contractur. Die §. 104. erläuterte Vorstellung des Wesens der Zusammenziehung macht es denkbar, dass eine solche Wirkung mit oder ohne den anhaltenden Einfluss der Nerven auftreten kann. Man hat sie schon zum Theil im gesunden Körper. Ein Mensch, der eine Zeit lang feine Linien gezeichnet, mikroskopirt oder sonst anhaltend in die Nähe gesehen hat, kann häufig sein Auge nicht sogleich für die Ferne anpassen (§. 512.). Die Haltung der Muskeln der Gliedmaassen in einer bestimmten Stellung, wie es die Fakire bis zum Extreme treiben, schwächt andere spätere Muskelbewegungen, weil sich der Einfluss der früheren Verkürzung nicht so rasch ausgleicht. Bildet sich aber eine Contractur aus den eben erläuterten

Gründen, so muss die künstliche Verhinderung der Zusammenziehung die Fortschritte der regelwidrigen Stellung der Gliedmaassen für den Augenblick hemmen. Wechselt der Tonus der Beuger und der Strecker oder anderer Gegenfüssler gleichzeitig und in demselben Grade für jede Muskelfaser, so drückt die Verkrümmung die Resultante der einander entgegenarbeitenden Massen aus. Da aber gewöhnlich die verschiedenen Muskeln in ungleichem Maasse verkürzt sind, so hängt meist das Gesamtergebniss von verwickelteren Bedingungen ab.

§. 643. Die nach Nervenkrankheiten entstehenden Contracturen bilden sich aus den verschiedensten zum Theil noch unbekannten Ursachen. Hat sich der durchschnittene Hüftnerf eines Menschen nicht wiedererzeugt, so verkrümmt sich nach und nach das Glied klumpfussartig, wenn selbst eine Krücke zum Gehen gebraucht wird. Man kann sich vorstellen, dass die hin und wieder vorkommende Beschwerung des kranken Beines mit der Körperlast den Fuss verbiegt und eine dieser Stellung entsprechende stärkere Verkürzung, besonders des hinteren Schienbeinmuskels (*Tibialis posticus*) erzeugt. Man bemerkt häufig eine ähnliche Verkrümmung, wenn Krämpfe die von Leiden des centralen Nervensystemes ausgegangen sind, eine vollständige Lähmung der einen unteren Extremität in frühem Kindesalter hinterlassen haben. Erwachsene Hemiplegische zeigen sie hin und wieder ebenfalls. Die grössere Nachgiebigkeit der Bänder in jüngeren Jahren erklärt das häufigere Vorkommen in dem zuerst genannten Falle. Bleiben auch alle Einwände, die man gegen die aus den §. 642. erläuterten Vorstellungen machen kann, unbeachtet, so geben diese doch keine Rechenschaft, wesshalb bisweilen Personen, die in ihren Kinderjahren hemiplegisch geworden, später keinen Klumpfuss, sondern einen Pferdefuss an dem gelähmten Gliede bekommen. Die anhaltende organische Verkürzung der Wadenmuskeln, die hier zum Grunde liegt, lässt sich von passiv mechanischen Bedingungen nicht herleiten.

§. 644. Erwachsene, die nach einem Schlagflusse halbseitig gelähmt wurden, leiden nach einiger Zeit an einer Contractur der Handbeuger (*Flexores carpi radialis* und *ulnaris*) mit oder ohne eine solche der Fingerbeuger (*Flexores communes quattuor digitorum sublimis* und *profundus*). Man kann dieses mit einer in Thieren beobachteten Erscheinung in Beziehung bringen. Die Abtragung der oberflächlichen Schicht des Sehnhügels von Eichhörnchen und

hin und wieder von Meerschweinchen erzeugt eine Lähmung der Zehenstrecker des entgegengesetzten Vorderfusses, so dass die Thiere mit eingeschlagenen Zehen auf dem Rücken desselben gehen¹⁾. Es bleibt aber vorläufig unklar, wesshalb der Daumen bald von jener Strecklähmung verschont wird und bald nicht.

§. 645. Die Angaben von BREUNING, nach denen die §. 643. erwähnten, in frühem Kindesalter eingetretenen Lähmungen eines Beines gehoben werden, wenn man die schwach angespannten Muskeln oder deren Sehnen unter der Haut durchschneidet, lassen sich nach unseren gegenwärtigen physiologischen Kenntnissen nicht erklären.

§. 646. Viele örtlich beschränkte Verletzungen des verlängerten Markes oder des Gehirns erzeugen gleichzeitig Contracturen einzelner Muskelgruppen und Lähmungen anderer. Jene entstehen häufig durch anhaltende Zusammenziehungen, die oft nur eine Zeit lang fortauern und hierauf allmählig, nie aber plötzlich aufhören, wenn das Thier lange genug am Leben bleibt. Man hat z. B. auf diese Art eine früher oder später grösstentheils schwindende Hemiplegie der gleichen Seite eines Hundes nach der queren Halbtheilung der Grenze des Rückenmarkes und des verlängerten Markes, und der entgegengesetzten, wenn derselbe Eingriff im Bereiche der Brücke oder überhaupt weit genug nach vorn Statt gefunden hat. Das Wechselspiel der gelähmten oder der halbgelähmten, der krankhaft verkürzten und anderer willkürlich oder unwillkürlich thätiger Muskeln erzeugt, die nach asymmetrischen Hirnverletzungen auftretenden Zwangsbewegungen, auf die wir später zurückkommen.

§. 647. Die elektrische Reizung der Nerven und der Muskeln bildet das feinste Prüfungsmittel der reinen und der gemischten Bewegungslähmungen. Die genügende Untersuchung fordert hier eine eben so vielseitige Anwendung der Ströme, als §. 418. fgg. für die Ermittlung der Zustände der Empfindungsnerven angegeben worden. Man kann überdiess die §. 390. fgg. erläuterten Verfahrensarten benutzen, um die feineren dort hervorgehobenen Beziehungen zu ermitteln. Vergleichende Prüfungen der einzelnen Bezirke der Nerven und der Muskeln müssen das Bild vervollständigen.

§. 648. Hat man einen reinen Bewegungsnerven oder einen gemischten Nerven in einem Hunde durchschnitten, so verliert sich

¹⁾ SCHIFF, S. 348. 349.

die Erregbarkeit des peripherischen Abschnittes des getrennten Nervenstammes für galvanische Ströme nach ungefähr einer halben Woche. Die Abnahme der Empfänglichkeit schreitet allmählig von dem Stamme nach den Aesten fort. Trifft man den richtigen Zeitpunkt, so findet man, dass die eben in den Muskel eingetretenen, künstlich gesonderten Zweige noch empfänglich erscheinen, wenn schon der benachbarte freie Nerventheil seine Leistungsfähigkeit eingebüsst hat. Die Muskeln unterscheiden sich auf das Auffallendste von den Nerven. Sie können die elektrische Erregung, die sie unmittelbar trifft, noch nach länger als einem Jahre nachdrücklich beantworten, wenn auch keine Wiedererzeugung der Nerven Statt gefunden hat und die mikroskopische Untersuchung die Entartung der Markmassen der den Muskel durchsetzenden Endgeflechte nachweist. Wir sahen schon §. 629., dass das Lähmungszittern eben so lange fortdauert. Leidet bisweilen die Empfänglichkeit der Muskeln in Thieren, deren Hüftnerv durchschnitten worden, früher, so vergehen doch immer Wochen, ehe sie merklich abnimmt¹⁾. Es kann unter diesen Verhältnissen nicht befremden, dass man oft alte Lähmungen der willkürlichen Bewegung findet, in denen die Nerven unempfindlich, die Muskeln dagegen in hohem Grade für den elektrischen Strom reizbar erscheinen. Man muss übrigens den Einfluss der Leitungswiderstände der thierischen Theile in allen solchen Versuchen berücksichtigen, wenn man sich vor Täuschungen durch negative Ergebnisse sichern will (§. 388.).

§. 649. Die kräftige Zusammenziehung, welche die Nervendurchschneidung begleitet, setzt die Elasticitätsgrösse des Muskels herab (§. 315.). Diese Veränderung verliert sich bald. SCHIFF²⁾ fand in Vögeln, nicht aber in Säugethieren, dass der Elasticitätscoëfficient der Muskelmasse 5 bis 6 Tage nach der Durchschneidung zuzunehmen anfang und sich später immer mehr erhöhte. Die Empfänglichkeit für galvanische Ströme erhält sich während dieser Veränderung. Sie kann contracturenähnliche Abweichungen zur Folge haben³⁾. Aehnliche Erscheinungen liefern vielleicht bisweilen den ersten Anstoss zur Ausbildung der regelwidrigen Stellungen gelähmter Glieder des Menschen (§. 642.).

¹⁾ Siehe z. B. F. A. LONGET, *Traité de Physiologie*. Tome II. Paris 1850. 8. p. 59. 60.

²⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 48.

³⁾ BROWN-SÉQUARD, *Experimental Researches* p. 104.

§. 650. Die Reizbarkeit des peripherischen Abschnittes des getrennten Nervenstamms erscheint anfangs erhöht und nimmt später allmählig ab, bis sie sich endlich ganz verliert. Ist nur ein Arm oder ein Bein des Menschen gelähmt, so verfolgt man diese Erscheinungen am besten mit Gabelelektroden, wie sie für Thierversuche mit Erfolg gebraucht werden. Jeder der beiden von der galvanischen Kette oder dem Inductionsapparate kommenden Leitungsdräthe spaltet sich in zwei Aeste. Man lässt dann zwei Pole auf den kranken und zwei auf den gesunden Theil gleichzeitig wirken und vergleicht die Erfolge, die in beiden auftreten. Die Dichtigkeit der sie durchsetzenden Ströme kann nur in sofern abweichen, als die durchflossenen Gewebmassen ungleiche Leitungswiderstände darbieten, wenn also z. B. das kranke Glied magerer als das gesunde ist, oder die in Fett verwandelten Muskeln schlechter, als die gesunden leiten. Die Einschaltung eines grossen Nebenwiderstandes (§. 388.) wird alle hierdurch bedingten Täuschungen beseitigen.

§. 651. Die Nervendurchschneidung verkleinert das Widerstandsvermögen der gelähmten Theile gegen äussere Schädlichkeiten. Diejenigen Bezirke, die stärkeren mechanischen Wirkungen anhaltend ausgesetzt bleiben, wie z. B. die bei dem Gehen besonders gedrückten oder gezerzten Gegenden verschwären desshalb nach einiger Zeit. Die Eiterung dringt nicht selten bis auf den Knochen vor. Einzelne Knochensplitter kommen von Zeit zu Zeit heraus. Alle diese Störungen können sich auf das Nachdrücklichste geltend machen, ohne dass die benachbarten Muskeln ihren regelrechten Grad von Reizbarkeit einbüßen. Dieses wiederholt sich selbst oft genug, wenn das Glied ungewöhnliche Stellungen angenommen hat. Die unthätigen Muskelfasern entarten in Thieren nach längerer Zeit in ähnlicher Weise, wie im Menschen. Man sieht nur die Veränderungen in diesem häufiger, weil man die Thiere nicht lange genug am Leben zu erhalten pflegt. Die Muskelmasse magert zuerst ab, ohne ihre rothe Farbe einzubüßen. Sie wird hierauf blass und zuletzt grauröthlich bis grau, dehnbarer und mürber. Viele der Muskelfasern zeigen keine Querstreifen, sondern nur Längsfäden oder eine gallertige durchscheinende Masse. Zahlreiche Fettkörner liegen in ihrer Umgebung. Man erkennt zuletzt nur einzelne blasse Muskelbündel innerhalb reichlicher Fettmassen. Sie können dann immer noch galvanische Erregungen schwach und langsam beantworten. Dieses bestätigte sich auch an einem klumpfussartig verbildeten Fusse des Menschen kurze Zeit nach der Absetzung des Unter-

schenkels. Die Fettentartung der Muskelfasern greift also immer nur örtlich zerstörend in dem Menschen und den Thieren ein. Sie hebt die Thätigkeit der Nachbarbündel nicht auf. Niedere Empfänglichkeitsgrade können bis zu den letzten Stufen der Umänderung der Muskelfasern fort dauern.

§. 652. Hat man z. B. das rechte Hüftgeflecht in zwei Fröschen durchschnitten, überlässt den ersten sich selbst, galvanisirt dagegen täglich eine Zeit lang das gelähmte Hinterbein des zweiten, so bleiben in diesem die Abmagerung der Muskeln und bei der Aufbewahrung in unreinem Wasser die wasserstüchtigen Anschwellungen und die anderen Ernährungsstörungen die sich in dem ersten Frosche efinden, aus. Diese kräftigende Wirkung der galvanischen Erregung rührt von zweierlei Ursachen her. Die durch sie bedingte Zusammenziehung erzeugt eine Zersetzung und eine hierdurch bedingte Erneuerung der Muskelmasse. Wie die willkürliche Uebung einen gesunden Muskel dicker macht, so bewahrt auch die galvanische den gelähmten Muskel vor der sonst eintretenden Abmagerung. Die elektrische Reizung wirkt zugleich auf die Gefässnerven. Sie kann daher die Grösse und den Porositätszustand der Blutgefässe ändern und die von ihnen abhängigen Ernährungserscheinungen während der Dauer der Erregung und oft auch noch mittelst ihrer Nachwirkung bessern.

§. 653. MARSHALL HALL¹⁾ stellte den Satz auf, dass die von Rückenmarkskrankheiten herrührenden Lähmungen der Gliedmaassen, mit einem Verluste der Muskelreizbarkeit, solche dagegen, die von örtlichen Hirnleiden bedingt werden, mit der Erhaltung und oft selbst einer merklichen Erhöhung derselben verbunden sind. Obgleich Physiologen diesen Ausspruch mit Recht bekämpften²⁾, so hat ihn doch die praktische Heilkunde lange festgehalten. DUCHENNE³⁾ nahm ihn in neuerer Zeit, wenn auch in etwas veränderter Form wiederum auf. Das Verkürzungsvermögen der Muskeln der Hinterbeine von Säugethieren oder von Fröschen, in denen die hintere Hälfte des Rückenmarkes zerstört worden, erhält sich bis zum Tode derselben, also Wochen oder Monate lang. Hat man die grauen Massen nicht verletzt, so kann sich sogar die Empfänglichkeit der

¹⁾ MARSHALL HALL, On the Diseases and Derangements of the Nervous System. London 1841. 8. p. 207—223.

²⁾ Siehe z. B. BROWN-SÉQUARD, Experimental Researches p. 68—73.

³⁾ ERDMANN, a. a. O. S. 148.

Nerven und der Muskeln krankhafter Weise vergrössern. Sollte die Zukunft, wie kaum zu erwarten, für den Menschen lehren, dass Rückenmarkslähmungen von einem Verluste der Muskelreizbarkeit häufiger als Hirnlähmungen begleitet werden, so weiss man doch schon gegenwärtig, dass der Unterschied nicht beständig ist und daher auch keinesfalls als diagnostisches Merkmal verwerthet werden kann. Der Mangel der elektrischen Empfänglichkeit bei Bleilähmungen lässt sich auch nicht einfach aus der Abnahme der Kräfte des Rückenmarkes erklären.

§. 654. Die Muskeln, deren Nerven durchschnitten worden, bewahren unter sonst gleichen Verhältnissen ihre Erregbarkeit längere Zeit nach dem Tode des Frosches, als die gesunden. Man bemerkt sogar dieses nicht selten, wenn man das kranke Hinterbein täglich eine Zeit lang galvanisirt hat. Verfolgt man die Empfänglichkeitsreste in gesunden oder kranken Muskeln, so zeigt sich, dass die Abnahme derselben rein örtlich bleibt und oft genug in einer für benachbarte Stellen wechselseitig unabhängigen Weise vor sich geht. Der Muskel bedarf stärkerer Reize, um überhaupt angeregt zu werden. Seine Zusammenziehung ist sichtlich langsamer als früher und verschwindet auch träger nach dem Aufhören der Erregung. Lässt man die Elektroden von einem Muskelbezirke zum anderen wandern, so sieht man, dass einzelne Bündel sich verkürzen und andere daneben liegende nicht, dass eine mittlere Längsstrecke einer Abtheilung von Fasern antwortet, eine obere oder eine untere dagegen ruhig bleibt.

§. 655. Diese Erscheinungen können bei Muskellähmungen des Menschen schon im Leben vorkommen. Man wird sie an dem Halshautmuskel und dann in den der äusseren Körperfläche nahe liegenden Muskeln am leichtesten, in den tieferen dagegen nur unter besonderen Verhältnissen wahrnehmen, wenn z. B. die oberflächlicheren dünn und regungslos sind. Fehlt nicht zugleich die Empfindung, so kann daher der Kranke ein Muskelzittern in der Tiefe fühlen, ohne dass sich der Arzt von der Anwesenheit desselben unmittelbar zu überzeugen im Stande ist.

§. 656. Gibt die galvanische Erregung nur örtliche und langsame Zusammenziehungen, so darf man hieraus noch nicht schliessen, dass die Erscheinung von einer Lähmung der Muskelmasse und nicht von der der Nerven herrührt. Es wäre möglich, dass der grösste Theil der den Muskel versorgenden Primitivfasern unthätig ist, die weniger leistungsfähigen dagegen nur örtliche Zuckungen er-

zeugen, weil sich bald die Inductionswirkung der Zusammenziehung von Querschnitt auf Querschnitt (§. 104.) durch die Widerstände aufzehrt. Man kann diese Erscheinung auf den letzten Stufen der Erregbarkeit abgestorbener Frösche sehen. Die Reizung des Hüftnerven führt nur zu örtlichen, die der Muskelmassen aber zu Gesamtverkürzungen, wenn auch die Einschaltung eines grossen Leitungswiderstandes in den galvanischen Kreis die Unterschiede der Leitungswiderstände des Nerven und der Muskeln unmerklich macht. Verfertigt man sich ein galvanisches Froschpräparat und kühlt den Nerven desselben, nicht aber die Muskelmassen des Unterschenkels beträchtlich ab, so liefern diese dessenungeachtet langsame mühsame Verkürzungen nach der Erregung des Nervenstammes. Die trägen und örtlich beschränkten Zusammenziehungen eines Muskels zeugen also nicht unzweifelhaft für eine wirkliche Abnahme der Reizbarkeit der Muskelfasern, wenn sich die freien Bewegungsnerven reizlos erweisen, weil die in der Muskelmasse enthaltenen, wie die absterbenden oder abgekühlten Nerven wirken können.

§. 657. Bleibt die elektrische Erregung des Nerven erfolglos und führen die durch die Muskelmasse geleiteten Ströme zu keiner Gesamtverkürzung mehr, so kann immer noch die idiomusculäre Zusammenziehung auftreten. Schlägt man auf den Muskel mit einem schmalen Werkzeuge der Quere nach, so bildet sich ein Wulst an der getroffenen Stelle. Man sieht am besten an den blossgelegten Muskeln frisch getödteter Säugethiere oder Vögel und bisweilen selbst an Muskeln des Menschen, die nur von der Haut bedeckt werden, dass Erregungswellen von der Reizstelle aus nach beiden Seiten ablaufen und nicht selten durch Reflexion am Ende zurückkehren. AUERBACH empfiehlt hierfür vorzugsweise den grossen Brustmuskel und den inneren Theil des zweiköpfigen Armmuskels magerer, aber muskelkräftiger Personen. Dieses Spiel kann sich eine Reihe von Malen wiederholen, bis die immer niedriger und weniger fortschreitenden Wellen unmerklich werden. Der Wulst der Erregungsstelle gleicht sich meist nur langsam aus. Er verharrt bisweilen in frisch getödteten Thieren so lange, dass indessen die Todtenstarre eintritt und eine noch kenntliche Erhabenheit während dieser vorhanden bleibt.

§. 658. Die idiomusculäre Zusammenziehung führt eben so gut zu einer negativen Schwankung des Muskelstromes (§. 155.), als jede andere Art von Muskelverkürzung. Man kann sie nicht bloss durch mechanische, sondern auch durch thermische, elektrische oder

chemische Reize hervorrufen. Wie in absterbenden Muskelmassen, so erhält sie sich auch am längsten in solchen, die vorübergehend oder bleibend gelähmt sind. Leitet man einen starken aufsteigenden Strom durch den Hüftnerve eines Frosches, so kann es der nachdrückliche, gegen die Muskelmasse hin auftretende Anelektrotonus (§. 260.) bewirken, dass die Erregung des dem Muskel benachbarten Nervenstückes keine Verkürzung erzeugt. Klopft man dagegen den Wadenmuskel mit dem Messerrücken, so erhält man eine idiomusculäre Zusammenziehung. Wählt man einen nach dem Tode so weit abgestorbenen Muskel, dass der Bewegungsnerv keine Verkürzung und die elektrische Reizung des ganzen Muskels keine Gesamtzusammenziehung erzeugt, und legt die beiden Elektroden an einem Theile der Längsfläche desselben an, so findet man nicht selten, dass sich eine idiomusculäre Zusammenziehung an dem negativen Pole bildet, alles dagegen an dem positiven in Ruhe bleibt. CHAUVEAU gibt an, dass die durch schwache, nervöse oder unmittelbare Reizungen bedingten Verkürzungen in lebenden Thieren z. B. in Pferden nur an dem negativen Pole auftreten (§. 242.). Berührt man einen Muskel mit einer reizenden Flüssigkeit oder dem ausgespressten Saft eines bedeutend ermüdeten oder eines todtenstarren Muskels, so liefert jener eine ausgedehnte oder eine idiomusculäre Zusammenziehung nach Maassgabe seiner Empfänglichkeit.

§. 659. Die idiomusculäre Verkürzung kann an Muskeln, die Contracturen bewirken, in dem Menschen und den Thieren auftreten. Man ist auch im Stande, sie zur genaueren Erforschung der örtlichen Muskelleiden zu benutzen. Die nahezu parallel und geradfaserigen Muskeln, wie der Halshautmuskel, der Kopfnicker, der Schneidermuskel, der zarte Schenkelmuskel geben sicherere Aufschlüsse, als die schief- oder ungleichfaserigen. Schlägt man die Mitte der Länge an, so läuft z. B. die Welle nach beiden Seiten hin ungleich lang oder ungleich schnell ab, wenn die eine Muskelhälfte eine andere Leistungsfähigkeit, als die andere besitzt. Sie bleibt an einer völlig gelähmten noch so schmalen Stelle stehen. Eine solche beschränkte Lähmung verräth sich hierdurch, wenn sie die galvanische Erregung der Stromesschleifen wegen leicht übersehen lässt. Nehmen die Kräfte des Muskels ab, so verlieren sich bald die fortschreitenden Wellen, während die an der Erregungsstelle auftretende Wulstbildung lange erhalten bleibt.

§. 660. Wird ein durchschnittener Nerv wiedererzeugt oder die Lähmung desselben aus einem anderen Grunde aufgehoben, so

bessert sich nicht bloss die Empfänglichkeit der freien Nervenäste, sondern auch die der Muskeln, wenn sie früher gelitten hatte. Dieser günstige Umschwung kann noch eintreten, wenn selbst die Muskelfasern blass und weich geworden sind und sich zahlreiche Fetttropfen auf und zwischen ihnen abgelagert haben. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass sich selbst neue Muskelfasern erzeugen können. Der sichere Nachweis ist jedoch bis jetzt nicht geliefert worden. Die Besserung der Beschaffenheit der Muskelmasse erklärt sich wiederum aus den jetzt möglichen Verkürzungen und deren stärkende Nachwirkungen.

§. 661. Ein Säugethiernerv, aus dem man selbst ein grösseres Stück entfernt hat, kann sich in drei bis vier Tagen wiederherstellen. Ausgiebige Zusammenziehungen der entsprechenden Muskelmassen treten dann schon auf, wenn die spätere mikroskopische Untersuchung lehrt, dass nur noch wenige Scheiden der Primitivfasern schmale Markeylinder enthalten. Die ersten Verkürzungen können sich zeigen, wenn man den Markinhalt in polarisirtem, noch nicht aber in gewöhnlichem Lichte erkennt. Es dürfte daher nicht befremden, wenn bisweilen die frühere Muskelthätigkeit im Menschen nach dem Aufhören der Lähmungsursache rasch wiederkehrte.

§. 662. Die krankhafte Veränderung des Markes schreitet oft nur langsam längs des Verlaufes des Nerven fort. Die allmähliche Ausbildung nicht rein centraler oder bloss peripherischer Lähmungen bietet nicht selten den Fall dar, dass ein gemischter Nervenstamm nur oberhalb eines bestimmten Längenbezirkes empfindend und unterhalb desselben bewegend wirkt. Die genauere Prüfung zeigt daher dann die Ausdehnung der verödeten Stelle an. Sie kann auch entscheiden, wo noch keine vollständige Entartung durchgegriffen hat. Es ist möglich, dass eine Nervenfaser thätig bleibt, wenn der Umkreis der Markmasse derselben geronnen erscheint, der centrale Abschnitt dagegen seine Leistungsfähigkeit bewahrt hat. Die Wirkung nimmt im Allgemeinen mit der Verkleinerung der Anzahl der erregbaren Nervenmoleküle unter sonst gleichen Verhältnissen ab. Die erkrankte Stelle leistet desshalb unter sonst gleichen Verhältnissen bei unmittelbarer Erregung weniger, als wenn noch der gesammte Querschnitt des Markes der Thätigkeit zu Gebote stünde.

§. 663. Man begegnet häufig einem merklichen Unterschiede der Wirkungen, je nachdem man das regelwidrige Nervenstück selbst reizt oder es nur zur Durchleitung benutzt. Die örtliche Entartung ändert nicht immer den äusseren Widerstand (§. 207.) in gleichem

Maasse und in demselben Sinne, als den inneren. Die Erregung eines peripherischen Abschnittes, als die erkrankte Stelle kann lebhaftere Schmerzensempfindungen und die einer centraleren kräftigere Bewegungen hervorrufen. Diese eigenthümliche Erscheinung kommt aber nicht nur unter den eben betrachteten Verhältnissen, sondern auch noch unter zwei anderen Bedingungen vor.

§. 664. Die eine hängt mit den Wirkungen des Leitungswiderstandes zusammen. Sie kann daher zu einer blossen Täuschung in Betreff der Beschaffenheit des Nerven führen. Bleiben der Strom und der wechselseitige Abstand der mit feuchten Schwämmen gedeckten Elektroden in allen Versuchen gleich, so hängt die Stärke des Nebenstromes, der den Nerven durchfliesst, von der Summe der Querschnitte und den Leitungswiderständen der Gewebe, die zwischen der befeuchteten Oberhaut und den Nerven liegen, ab. Hat man keinen grossen Nebenwiderstand in den Kreis eingeschaltet (§. 388.), so kann es sich treffen, dass ein centraleres Nervenstück einen kräftigeren Nebenstrom als ein peripherischeres erhält. Die Gefahr wiederholt sich auch bei dem Gebrauche der Acupunctur, da es selbst bei Elektrodennadeln, die bis auf ihre Spitze isolirt sind, unmöglich bleibt, den Strom nur durch den Nerven zu leiten.

§. 665. Eine zweite Möglichkeit liegt in der Aenderung der Empfänglichkeit durch örtliche Nervenstörungen. Hat auch der kranke Bezirk selbst an Empfänglichkeit eingebüsst, so kann doch sein Nachbartheil an einer oder an beiden Seiten eine Reizbarkeitserhöhung darbieten, die mit der Entfernung von der Leidensstelle abnimmt und daher zuletzt unmerklich wird. Es kommt daher vor, dass der über der leidenden Gegend liegende Abschnitt eines gemischten Nerven lebhaftere Empfindungen mittelst seines peripherischen als mittelst eines mehr nach dem centralen Nervensysteme hin gelegenen Stückes oder der unter dem Störungsorte befindliche Nerven theil kräftigere Bewegungen nach der Anregung des centralen als nach der des peripherischen Bezirkes liefert. Diese Erscheinungen können mit der Beschaffenheit der einzelnen Bündel desselben Nervensammes wechseln. Die Reizbarkeitserhöhung bildet sich um so leichter aus und verbreitet sich um so weiter, je beweglicher die Nervenmoleculi ursprünglich gewesen sind.

§. 666. Haben keine solchen Veränderungen eingegriffen, so wirkt der gesunde Nerv um so nachdrücklicher, je peripherischer das örtlich gereizte Stück desselben liegt. Die Eintrittsstelle in den Muskel bietet daher die günstigsten Verhältnisse in dieser Beziehung

dar. DUCHENNE, REMAK¹⁾ und ZIEMSEN²⁾ haben dieses auch für die elektrische Behandlung kranker Menschen hervorgehoben und der Letztere die Stellen angegeben, die desshalb eine besondere Bedeutung für den Elektrotherapeuten haben können.

§. 667. Enthält der Kreis einen grossen Leitungswiderstand und führt man den Strom bei gleichem Elektrodenabstande das eine Mal durch den künstlich gesonderten Nervenstamm und das andere Mal durch die Muskelmasse, so erhält man oft eine stärkere Verkürzung in dem ersteren Falle, weil die Menge der Elektrizität an allen Querschnitten des Kreises die gleiche, folglich die Dichtigkeit in dem kleinen Querschnitte des Nerven grösser, als in dem umfangreicheren des Muskels ist. Fliessen aber dieselben Stromdichten durch den Nerven und die Muskelmasse, so liefert im Allgemeinen diese stärkere Wirkungen, als jene. Entsprechen sie noch nicht dem überhaupt möglichen Maximum, so erhält man die verhältnissmässig kräftigsten Erfolge, wenn der Strom durch den Muskel und den Nerven zugleich geleitet wird. Man muss übrigens hier, wie in allen elektrischen Erregungsversuchen die Folgen der elektrischen Misshandlungen, die wir in einem späteren Abschnitte ausführlicher betrachten werden, bei der Beurtheilung der Wirkungen in Rechnung ziehen.

§. 668. Die Norm, dass die Uebersetzung der Nervenerregung in Bewegung einen grösseren Kraftaufwand fordert, als die in Empfindung, bestätigt sich auch für die krankhaften Verhältnisse. Die Ueberbeweglichkeit oder die Hyperkinese kommt im Allgemeinen nicht so leicht als die Ueberempfindlichkeit oder die Hyperästhesie zu Stande. Man sieht häufig bei dem allmählichen Sinken der Thätigkeit eines gemischten Nervenbezirkes, dass die Stumpfheit der Bewegungswirkungen der der Empfindungen vorangeht oder sich schon eine vollständige Bewegungslähmung oder Akinese ausgebildet hat, wenn noch die Empfindungsnerven mehr oder minder thätig bleiben. Ein leichter Druck auf das Rückenmark lähmt die Strecker und ein stärkerer eine grössere Menge der Muskeln der Gliedmaassen, ohne dass nothwendig die Empfindung leidet. Man kann sogar Hyperästhesie neben dieser Leistungsunfähigkeit der Verkürzungsgebilde antreffen. Nicht alle Arten reiner Bewegungslähmungen gestatten daher den Schluss, dass nur

¹⁾ REMAK, Galvanotherapie. S. 2. 3.

²⁾ H. ZIEMSEN, Die Elektrizität in der Medicin. Berlin 1857. 8.
Valentin, Pathologie der Nerven. II.

die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven unthätig seien. Das Leiden kann auch central und die Lähmung der Bewegungsfasern überhaupt nur scheinbar sein, indem die Reizung zu schwach wirkt, um etwas mehr als eine verborgene Erregung hervorzurufen.

§. 669. Die vorderen Rückenmarksstränge verhalten sich zu den Bewegungen, wie die hinteren zu den Empfindungen. Diejenigen Abschnitte der Fortsetzungen der vorderen Nervenwurzeln, die zwischen deren Eintrittsstellen in das Rückenmark und den Verbindungsorten mit den grauen Massen liegen, bilden wiederum die Theile, deren Reizung Verkürzungen der entsprechenden Muskeln am leichtesten hervorruft und deren Unthätigkeit am entschiedensten zu Lähmungen führt. Die Längsfasern der Vorderstränge können die Bewegungserregungen leiten. Sie rufen keine Zusammenziehungen nach der Angabe von SCHIFF¹⁾ hervor, wenn sie unmittelbar angesprochen werden. Die gesammte graue Masse (vielleicht mit Ausnahme des centralsten Bezirkes derselben) ist kinesodisch oder bewegungsleitend. Erzeugt auch ihre unmittelbare Erregung keine Muskelzusammenziehung, so pflanzt sie doch leicht den Antrieb zu Bewegungen und zwar selbst mit Hilfe solcher Bezirke fort, die sich auch als ästhesodisch oder als empfindungsleitende erweisen. Da sie die Uebertragung von einer Seitenhälfte zur anderen in beiden Fällen vermittelt, so folgt, dass die Mittheilung der Erregung eben so gut eine allgemeine Eigenschaft dieser grauen Massen ist, als der Mangel an unmittelbarer Erregbarkeit für Empfindungen und Bewegungen.

§. 670. Hat man nur die Vorderstränge des Rückenmarkes eines Säugethieres durchschnitten, so kehren die regelrechten Willkürbewegungen nach einigen Stunden wieder. Das Ergebniss fällt um so reiner aus, je mehr man die Verletzung der Seitenstränge vermieden hat²⁾. Die willkürlichen Bewegungen können noch fort dauern, nachdem die Vorderstränge und die vordere Hälfte der grauen Masse getrennt worden. Die Aenderung der Versuche zeigt überhaupt, dass die gesammte graue Substanz die Bewegungserregung leitet, die Hinterstränge dagegen diese Eigenschaft nicht besitzen. Hat man daher alle Theile des Rückenmarkes bis auf die hinteren weissen Massen durchschnitten, so ist die Willkürbewegung der entsprechenden Gliedmaassen nicht mehr möglich.

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 279.

²⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 282.

Die blosse Trennung der Hinterstränge dagegen hebt sie nicht auf. BROWN-SÉQUARD glaubt in Vögeln bemerkt zu haben, dass sich die Einflüsse von Rückenmarksverletzungen durch die Wiedererzeugung der Nervenmasse verlieren können. Die Erfahrungen anderer Forscher haben dieses bis jetzt nicht bestätigt. Sollte aber jene Angabe richtig sein, so müsste man als möglich annehmen, dass die Lähmung der Willkürbewegungen, die von Zerreißungen der Vorderstränge und der grauen Masse oder von Trennungen des ganzen Rückenmarkes herrührt, vermöge des Wiederersatzes der zerstörten Bezirke wiederum schwinde. Da aber bis jetzt kein Fall der Art mit Sicherheit im Menschen nachgewiesen worden, so wird man die Besserung solcher Leidenszustände eher der Aufsaugung von Blutergüssen, als einer wahren Wiedererzeugung zuschreiben.

§. 671. Geschwülste oder andere Körper, welche die Vorderstränge des Rückenmarkes des Menschen drücken, erzeugen bisweilen Beugungscontracturen¹⁾, wie man sie auch in Thieren künstlich hervorrufen kann. Sie entstehen auch leicht durch Ausschwitzungen im Wirbelcanale überhaupt, während dauernde Streckkrämpfe im Ganzen seltener auftreten, dagegen vorübergehend bei Entzündung oder Reizung des Rückenmarkes und besonders im Starrkrampfe (§. 632.) vorkommen. Schneidet man die Streckmuskeln der Gliedmaassen von Thieren durch und vergiftet sie hierauf mit Strychnin, so erhält man Beugekrämpfe während des Anfalles des Starrkrampfes, zum Beweise, dass die gewöhnliche Streckform nur von dem Vorherrschen der Strecker über die Beuger herrührt.

§. 672. Die Trennung der einen Hälfte des Rückenmarkes eines Säugethieres bestätigt wiederum den §. 669. erwähnten Unterschied zwischen den Empfindungs- und den Bewegungsthätigkeiten. Die Hyperästhesie pflegt länger, als die Muskelschwäche, die sich immer allmählig und oft nach kurzer Zeit verliert, anzuhalten. Die Willkürbewegung leidet in den Muskeln der Verletzungsseite stärker, als in der anderen. Ist nicht auch die zweite Rückenmarkshälfte unthätig geworden, so kommt eine vollständige Lähmung nicht vor.

¹⁾ Siehe z. B. De functionibus nervorum. p. 135. SCHIFF, a. a. O. S. 278. 279. Vgl. auch CRUVEILHIER, Anatomie pathologique. Paris 1835—43. Fol. Tome II. Livraison XXV. p. 3. 4 und Livr. XXVIII. p. 8. 9. Der ebendas. p. 11. 12 erzählte Fall betrifft den durch den Purkinje-Sanson'schen Versuch bekannten Arzt SANSON, der an einer Krebsgeschwulst der Hinterseite des Wirbelcanales starb.

Hunde gehen nicht ganz gerade vorwärts, sondern schief nach der gesunden Seite. SCHIFF ¹⁾ findet, dass dieses von einer Schwächung derjenigen Muskeln herrührt, welche die Beine nach innen führen. Die Störung zeigt sich in noch stärkerem Maasse, wenn man die eine Hälfte der Varolsbrücke durchschnitten hat.

§. 673. Trennt man die eine Hälfte des Rückenmarkes in der Halsgegend, so hängt es von der Höhe der Verletzungsstelle ab, welche Summe von Athemmuskeln derselben Seite sich nicht mehr bei der Athmung betheiligt. Liegt der Schnitt oberhalb der Hauptwurzeln des Zwerchfellnerven, so ruhen dann nach SCHIFF ²⁾ nicht bloss die Brust- und die Bauchmuskeln der entsprechenden Seite, sondern auch die gleiche Hälfte des Zwerchfells, so dass es bei dem Einathmen einseitig verzogen wird. Ein Schnitt, der unterhalb des vierten Halsnerven verläuft, wirkt nur auf die Muskeln der Brust und des Unterleibes. Die blosse Verletzung des Seitenstranges führt schon zu den gleichen Ergebnissen.

§. 674. Man darf diese an Thieren gewonnenen Ergebnisse nicht unzweifelhaft auf den Menschen übertragen. Es kam vor, dass Kranke, deren Rückenmark in der Gegend des vierten Halswirbels und selbst noch höher der Angabe nach durchgehends erweicht war, Monate lang fortlebten. Wäre diese Behauptung zuverlässig, so müsste eine solche Verletzung in dem Menschen weniger eingreifen, als in Thieren, die zwar nach der vollständigen Trennung des Rückenmarkes in der Gegend des dritten Halswirbels nicht so rasch, als nach der des verlängerten Markes sterben, in keinem Falle aber den Eingriff eine Reihe von Monaten überleben. Da sich der absteigende Ast des Zungenfleischnerven des Menschen, der seine Fasern aus den obersten Halsnerven bezieht, als secundärer Zwerchfellnerv mit dem eigentlichen Zwerchfellnerven verbindet, so fragt es sich, ob hier eine Trennung des Rückenmarkes in der Gegend des vierten Halsnerven eine vollständige Lähmung des Zwerchfelles herbeiführt. Man hat auf diese geschlossen, wenn sich z. B. bei Bleilähmungen die Bauchwände bei dem Einathmen einzogen und die unteren Brustwände hoben, während sich die Bauchhöhle und der Brustkorb bei dem Ausathmen verengerten ³⁾. Eine nicht ganz vollständige Unthätigkeit des Zwerchfelles wird aber auch die gleichen Erscheinungen

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 289.

²⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 290.

³⁾ ERDMANN, Die örtliche Anwendung der Elektrizität. Leipzig 1856. 8. S. 140.

zur Folge haben. Die Behauptung, dass die Trennung aller Wurzeln der beiden Zwerchfellnerven den Tod sogleich nach sich ziehe oder die anhaltende Galvanisation der zwei Phrenici die Thiere immer binnen Kurzem an Erstickung zu Grunde gehen lasse, ist wahrscheinlich nicht begründet, da noch die anderen Einathmungsmuskeln die Athmung, wenn auch mühsam, unterhalten können. Die nachdrückliche krampfhafte Contractur des Zwerchfelles, bei der der untere Theil der Brust- und der obere der Bauchwände unbeweglich ist, führt bald zum Erstickungstode.

§. 675. Mögen auch die Rückenmarksthätigkeiten, wie sie durch physiologische Versuche an Thieren ermittelt worden, von denen des Menschen in untergeordneten Beziehungen abweichen, so kehren doch die Hauptgesetze unzweifelhaft auch für ihn wieder. Die stets unsicheren Ergebnisse der Leichenöffnungen müssen daher um so zweifelhafter erscheinen, je mehr sie sicher festgestellten physiologischen Normen entgegentreten. Dieses gilt z. B. für viele Fälle von Bewegungsataxieen. Deutsche, französische und englische Aerzte glaubten hier häufig gefunden zu haben, dass die Entartung der Hinterstränge des Rückenmarkes die Ursache des Leidens bildete¹⁾. Man fand Verhärtung oder gallertige Erweichung mit oder ohne Ablagerung von braunem Pigmente, Körnchenmassen oder Amyloidkörpern zwischen den Nervenfasern, die regelrecht oder verödet erschienen, Bindegewebswucherungen und selbst Entartungen der hinteren Nervenwurzeln. Es ergibt sich aus dem Früheren, dass sich Gefühlsstörungen in erster Linie und nur durch sie bewirkte untergeordnete Bewegungsstörungen im Leben hätten zeigen müssen, wenn die Krankheit nur in den eben angegebenen Abweichungen begründet gewesen wäre²⁾. Die Abstumpfung des Tastgefühls kann es erklären, wenn der Kranke das hier mit Unrecht sogenannte Muskelgefühl verloren hat, und z. B. im Finstern schwankend steht oder geht³⁾, und die Nasenspitze mit der Hand nicht findet⁴⁾, nicht aber, wenn er den einen Finger nicht willkürlich bewegen kann⁵⁾. Man ist im Stande,

¹⁾ Siehe die Einzelfälle bei EISENMANN, Die Bewegungs-Ataxie. Wien 1863. S. 41. 42. 43. 48. 51. 55. 57. 58. 61. 66. 68. Vgl. auch FRIEDREICH, Virchow's Arch. Bd. XXVI. XXVII. Arch. gén. Déc. 1863. p. 641—667.

²⁾ Diese Auffassungsweise findet sich schon in dem Werke von L. LEYDEN, Die graue Degeneration der hinteren Rückenmarksstränge. Berlin 1863. 8.

³⁾ EISENMANN, Ebendasselbst. S. 20. 27. 30. 31.

⁴⁾ EISENMANN, S. 21.

⁵⁾ EISENMANN, S. 22.

es mit der allmählichen Entartung der Hinterstränge in Beziehung zu bringen, dass schmerzhaftes Gürtelgefühle um die Brust¹⁾, Druck in dem Becken, der Blase oder dem Mastdarm²⁾, blitzähnliche bohrende Schmerzen in den Gliedern³⁾, andere Hyperästhesieen⁴⁾ oder Analgesie⁵⁾ (§. 610.) vorhanden sind und die Reflexbewegungen verändert erscheinen. Die ausgedehnten Gliederlähmungen, sogar bei vollkommener Hautempfindlichkeit⁶⁾, das Verharren der Muskeln in verkürztem Zustande, nachdem sie sich zusammengezogen haben⁷⁾, die Fähigkeit, bestimmte Bewegungen im Liegen vorzunehmen, die in aufrechter Stellung unmöglich sind⁸⁾, die Wechselkrämpfe der Glieder bei geschlossenen Augen⁹⁾ lassen sich durch blosse Zerstörungen der Hinterstränge nicht erklären. Die Angabe, dass die hinteren Wurzeln der Lendennerven trotz der Empfindlichkeit und des Muskelgefühles in den unteren Gliedmaassen entartet waren¹⁰⁾, kann nur auf einem Irrthume beruhen. Die Blindheit und das Schielen nach aussen, welche den Bewegungsataxieen häufig vorangehen, die That- sache, dass bisweilen die Kranken die Gegenstände zuerst gelb oder grün sehen, der Schwindel, die schiefen Zwangsbewegungen, die hin und wieder vorkommen, die Lähmung des Zungenfleischnerven, die FRIEDREICH der Krankheit später folgen sah, rühren nicht ausschliesslich von einer Krankheit des Rückenmarkes her. Kann eine angebliche Verhärtung oder Erweichung ohne genauere Kritik und ohne mikroskopische Untersuchung nichts Sicheres beweisen, so muss anderseits die sogenannte Bindegewebswucherung mit Vorsicht aufgenommen werden. Was man so nannte, rührte oft nur davon her, dass das Mark der Nervenröhren fehlte oder die nicht zweckmässig gebrauchte Chromsäure die Gewebe zerstört hatte (§. 90.).

§. 676. Die Physiologie kann zum Theil im Voraus bestimmen, wie sich die Zeichen bei dem allmählichen Fortschritte der krankhaften Veränderungen innerhalb der Wirbelsäule gestalten werden.

¹⁾ EISENMANN, S. 23.

²⁾ EISENMANN, S. 69.

³⁾ EISENMANN, S. 26.

⁴⁾ EISENMANN, S. 59—61.

⁵⁾ EISENMANN, S. 43.

⁶⁾ EISENMANN, S. 30.

⁷⁾ EISENMANN, S. 28. 32.

⁸⁾ EISENMANN, S. 31.

⁹⁾ EISENMANN, S. 64. 65.

¹⁰⁾ BOURDON bei EISENMANN, S. 49 und 52.

Alle Ursachen, die das Rückenmark leicht drücken und reizen, also die Entzündungswirkungen und die Ausschwitzungen sind im Stande, Schmerz und Krämpfe, vorzugsweise durch ihre Einflüsse auf die Nervenwurzeln und deren Fortsetzungen bis zu der grauen Masse hervorzurufen. Halten die Erregungen der Empfindungsfasern gleichartig an, so entstehen auch ununterbrochene Eindrücke und zwar bei schwächeren Reizungen die des Eingeschlafenseins und bei stärkeren die des Brennens. Wechselt dagegen die Intensität von Augenblick zu Augenblick oder von Faser zu Faser, so zeigen sich wiederum Ameisenlaufen oder dahinschiessende bohrende, stechende oder reissende Schmerzen. Die periphere Deutung verlegt zwar die Gefühle nahezu in diejenigen Bezirke, in welchen die Nervenfasern endigen, so dass man demgemäss auf die leidenden Rückenmarksgegenden zurückschliessen kann. Die Unsicherheit der Ver- setzung vermag aber bedeutende Täuschungen bei Mangel an Vorsicht, vorzugsweise bei der Untersuchung nicht sehr intelligenter Kranken herbeizuführen. Die krampfhaften Muskelwirkungen gestatten hier ein sichereres Urtheil. Wir haben schon §. 632. gesehen, dass geringe Drucke, wie sie oft von Ausschwitzungen ausgeübt werden, Beugungs- contracturen, besonders des Hüft- und des Kniegelenkes herbeiführen können.

§. 677. Die allmähliche Verbreitung einer Rückenmarkskrankheit und eines Leidens des centralen Nervensystemes überhaupt, das die Empfindungs- und die Bewegungswerkzeuge gleichartig ergreift, wird zuerst Ueberempfindlichkeit, dann Krämpfe, wenn sie überhaupt auftreten, hierauf Bewegungslähmungen und erst zuletzt Unempfindlichkeit erzeugen. Folgt diese der Ueberempfindlichkeit unmittelbar nach, ohne dass die Schwäche der Bewegungsnerven zunimmt, so darf man schliessen, dass die Veränderung in den die Empfindung leitenden oder erzeugenden Bezirken tiefer, als in den die Bewegung beherrschenden eingreift.

§. 678. Schreitet eine Zerstörung, welche die Gesamtmasse des Rückenmarkes trifft, von unten nach oben fort, so hat man Empfindungs- und Bewegungslähmung aller von dem verödeten Abschnitte beherrschten Theile. Reizzustände der oberen Nachbarschaft der Entartung liefern noch einen diesem Grenzbezirke entsprechenden hyperästhetischen peripherischen Gürtel, neben dem eine entsprechende Ueberbeweglichkeit nur in seltenen Fällen auftritt. Wir sahen schon §. 623., dass empfindliche Strecken innerhalb der ausgedehntesten Lähmungsbezirke inselartig zurückbleiben. Die

Willkürbewegungen einzelner Muskeln können ebenso bei allgemeinen Lähmungen der verschiedensten Grade Jahre lang fortbestehen. Die Berücksichtigung der diesen begünstigten Theilen entsprechenden Nervenverbreitung¹⁾ kann die Höhe des Rückenmarkes anzeigen, in der ein Theil der Nervenwurzeln und deren Fortsetzungen in die graue Masse trotz der ausgedehntesten Verödung unversehrt geblieben.

Die Ueberbeweglichkeit rührt wahrscheinlich von einer übergrossen Empfänglichkeit der grauen Masse in der Mehrzahl der Fälle her. Das Strychnin, das zuerst die Wirkungen der Ganglienkugeln des verlängerten Markes und dann der des Rückenmarkes erhöht, führt häufig leichter zu Krämpfen in den gelähmten, als in den gesunden Gliedmaassen des Menschen. Erinnert man sich der Vielseitigkeit der Bewegungsleitung innerhalb der grauen Masse, so fragt es sich, ob nicht etwa diese Wirkung nur dann zu Stande kommt, wenn eine regelwidrige Beweglichkeit der Markmoleküle der gelähmten Primitivfasern oder der sie aufnehmenden Ganglienkugeln unterstützend mitwirkt. Die Ursache, wesshalb das Strychnin solche Lähmungen allmählig heilt und der Grund der Thatsache, dass dieses Gift nur die Bewegungs-, nicht aber die Empfindungseinflüsse des Rückenmarkes mit grösstem Nachdrucke erhöht, lassen sich nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen nicht befriedigend angeben.

§. 679. Die krankhafte Empfänglichkeit der grauen Masse, wie sie durch Gifte erzeugt wird oder den kürzer oder länger anhaltenden Vorläufer von Zerstörungen bildet, kann nicht bloss den Eintritt und den Umfang der Reflexbewegungen vergrössern, sondern auch die Zeit, die zwischen der Empfindungserregung und dem Anfange der Bewegung verfliesst, abkürzen. Man hat das Umgekehrte, wenn die Kräfte der grauen Masse sinken. Ist nur noch eine schmale Brücke derselben thätig geblieben, so treten die Empfindungen und die Bewegungen langsamer, als bei der Thätigkeit der vollständigen Verbindungsbahn ein. Wartet man aber längere Zeit nach der Verletzung ab, so dass sich indess die grauen Massen erholt haben, so können sich die ausgiebigsten Reflexbewegungen kurze Zeit nach der Empfindungserregung zeigen.

¹⁾ Eine zu diesem Zwecke dienende Tabelle der Bezirke der Rückenmarksnerven findet sich in meinem Lehrbuch der Physiologie. Zweite Auflage. Bd. II. Abth. II. S. 336—360 und eine solche der Beziehungen der Hirnnerven S. 418—420.

§. 680. Käme es vor, dass die graue Masse von dem unteren Ende des Rückenmarkes bis zu der Mitte des Halstheiles zerstört, die weisse dagegen thätig wäre, so liesse sich von physiologischer Seite Analgesie und eine Verlangsamung, aber kein Mangel der Tasteindrücke und eine Verzögerung und Erschwerung der Willkürbewegungen der Gliedmaassen erwarten. Wären die Hinterstränge allein in jener Ausdehnung zerstört, so würden die Tast- und die Schmerzensempfindungen fehlen. Eine ebenso bedeutende Verödung der Vorder- und der Seitenstränge zöge die Unmöglichkeit der willkürlichen Zusammenziehungen nach sich. Die Reflexverkürzungen kämen in den beiden letzten Fällen nicht zu Stande. Hätte man den Fall, dass nur ein Hinterstrang oder ein Vorderstrang seiner ganzen Länge nach unthätig wäre, so würden bloss die Gliedmaassen der entsprechenden Seitenhälfte gelähmt sein.

§. 681. Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn nicht so ausgedehnte Theile der grauen oder der weissen Massen leiden. Beschränkt sich dann eine die Thätigkeiten aufhebende Erweichung auf einen Theil des Querschnittes, der selbst über die Mittellinie hinausgeht, so werden dessenungeachtet die Tast- und die Schmerzensempfindungen und die Willkürbewegungen so wenig leiden, dass die Krankheit dem Blicke des Arztes leicht entgehen könnte, wenn sie sich nicht durch andere Nebenverhältnisse verräth. Die Verödung der centralen grauen Masse und der der Hörner in dem ganzen Bereiche eines Querschnittes hätte für die von den späteren Nerven versorgten Theile dieselben Folgen, wie §. 680. für alle vier Gliedmaassen angegeben worden. Käme noch die Zerstörung des entsprechenden Abschnittes der weissen Hinterstränge hinzu, so würden die hinterliegenden Glieder weder Tast- noch Schmerzensempfindungen, aber noch willkürliche, wenn auch oft ungewöhnliche Bewegungen darbieten¹⁾. Wären die gesammten grauen Massen und ein entsprechender Theil der Vorder- und der Seitenstränge verödet, so müssten die Schmerzensempfindung und die Willkürbewegung, nicht aber die Tastempfindlichkeit unmöglich sein. Beschränkte sich die Zerstörung der weissen Masse nur auf die Längsfasern, nicht aber auf die Fortsetzungen der Nervenwurzeln von deren Eintrittsstelle in die graue Substanz, so blieben die Empfindungs- und die Be-

¹⁾ Fälle der Art mit entsprechendem Befunde der Leichenöffnungen siehe z. B. bei CRUVEILHIER, Anatomie pathologique. Paris 1835—42. Folio. Tome II. Livraison XXII. p. 20—24.

wegungsleitung möglich, wenn eine thätige Zwischenbrücke grauer Masse die Verbindung nach oben herstellte. Das Tast- und das Schmerzgefühl ist aufgehoben, wenn ein vollständiger Querschnitt jeder Primitivfaser der genannten Fortsetzungen der hinteren Wurzeln und die Willkürbewegung, wenn ein solcher der der vorderen Wurzeln, leistungsunfähig geworden. Die entsprechenden Reflexbewegungen bleiben in beiden Fällen aus. Die der Lähmung oft vorangehende Reizung jener Fortsetzungen der hinteren Wurzeln kann Schmerz und Reflexbewegungen und die der Verlängerungen der vorderen Wurzeln in das Rückenmark Wechsel- oder Starrkrämpfe hervorrufen.

§. 682. Personen, die an unvollkommener Rückenmarkslähmung leiden, bewegen häufig die Beine nicht gerade nach vorn, sondern werfen sie in einem zuerst nach aussen gerichteten Bogen, ehe sie den Fuss aufsetzen. Sie strecken hierauf den Rumpf in auffallender Weise. Man hat jene Bewegungsart, die von einer kräftigeren Thätigkeit der Strecker in Folge einer Schwäche der Beuger des Hüftgelenkes (und der Anzieher des Oberschenkels) herrührt, daraus erklären wollen, dass die eine Markhälfte unthätiger als die andere sei. Da sie aber an beiden Beinen zugleich vorzukommen pflegt, so dürften ihr noch andere Ursachen zum Grunde liegen. Die Annahme, dass die Seitenstränge des Halsmarkes gesund sein müssen, wenn die Athemmuskeln ihre Thätigkeit bewahren, bedarf noch einer näheren Prüfung für den Menschen (§. 674.), so sehr sie auch durch Versuche an Säugethieren gestützt wird.

§. 683. Die durch einen schwachen Druck auf das Rückenmark erzeugten Beugungscontracturen schwinden nach SCHIFF ¹⁾ bei dem ruhigen Liegen im Schlafe oder während der Aetherbetäubung leichter, als die Starre, die mittelst der Reizung der Hinterstränge reflectorisch erregt wird. Die sehr kräftigen Beugungen, welche durch Geschwülste in der Nachbarschaft der Vorderstränge erzeugt werden (§. 671.), pflegen unter allen Verhältnissen fortzudauern.

§. 684. Man muss manche Krankheitszustände nach den gegenwärtigen physiologischen Kenntnissen anders, als dieses früher geschah, beurtheilen. Die grosse Ueberempfindlichkeit der Haut und die krampfhaften Stösse der Gliedermuskeln bei Entzündung der Rückenmarkshäute ²⁾ beruhen vermuthlich auf Reizzuständen der Fortsetzungen der hinteren Rückenmarkswurzeln mit oder ohne

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 295.

²⁾ HIRSCH, Spinal-Neurosen. S. 110.

solche der grauen Massen. Die gleichzeitige Anästhesie der Haut und sogenannte Hyperästhesie der Muskeln¹⁾ besteht in dem Mangel der Tastempfindlichkeit der Haut, in Schmerzen, die in die Muskeln der Gliedmaassen verlegt werden und in Zuckungen derselben, besonders während des Schlafes. Man kann sich nach diesen Zeichen vorstellen, dass die Längsfasern der hinteren Stränge unthätig, die Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln dagegen und die graue Masse anhaltend gereizt sind.

§. 685. Die seitliche Kreuzung der Bewegungs-, nicht aber der Empfindungsnerven beginnt an dem verlängerten Marke. Aeltere Erfahrungen lehrten schon, dass sich die Bewegungsfasern z. B. der Strecker der Hinterbeine der Säugethiere weiter nach hinten in dem verlängerten Marke kreuzen, als die der Vorderbeine, deren Nerven in der Nähe des Grenzbezirkes der Brücke und des verlängerten Markes auf die andere Seite hinübergehen. Eine auf die eine Seitenhälfte beschränkte Entartung, die zwischen die beiden Kreuzungsorte fällt, wirkt daher auf das gleiche Vorderbein und das entgegengesetzte Hinterbein. Man darf aber hieraus noch nicht schliessen, dass alle Kreuzlähmungen oder Stauroplegien durch Zerstörungen dieses Bezirkes erzeugt werden. Die Versuche von SCHIFF²⁾ lehrten, dass sich die Fasern, welche die Seitenkrümmung der Wirbelsäule und die Bewegung des Kopfes gegen die Schulter beherrschen, etwas vor der Ebene der Schreibfeder des vierten Ventrikels kreuzen. Man hat aber eine Rückkreuzung derselben an der Grenze der Brücke, wo wahrscheinlich auch die Fasern, welche die Drehung der Wirbelsäule leiten, auf die andere Seite hinübergehen. Würde ein Reizzustand, der Krämpfe erzeugt, in der einen Hälfte des verlängerten Markes eines Säugethieres von hinten nach vorn fortschreiten, so liesse sich hiernach zuerst eine Krümmung der Wirbelsäule in der Form des Pleurotonus (§. 632.) und eine Rückwärtsbewegung des Kopfes nach der entgegengesetzten Seite, dann ein regelwidriges Verhalten der Bewegungen der gegenüberliegenden hinteren und der gleichen vorderen Gliedmaassen, hierauf eine Wendung der Wirbelsäule und des Kopfes nach der leidenden Seite und endlich krankhafte Bewegungszustände in beiden Gliedmaassen der entgegengesetzten Seitenhälfte erwarten. Da man eine fortgesetzte Faserkreuzung längs des verlängerten Markes und

¹⁾ CRUVEILHIER, a. a. O. Livraison XXV. p. 8. 9. und HIRSCH, a. a. O. S. 108.

²⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 320. 321.

der Brücke auch in dem Menschen nachweisen kann, so dürften diese Schlüsse auch auf ihn ihre Anwendung finden. Die frühere Annahme, dass die Kreuzungserscheinungen der Gliedmaassen, die man immer bei Hemiplegieen des Menschen und oft in anderen Nervenleiden bemerkt, von der Pyramidenkreuzung allein herrühren, ist jedenfalls unrichtig. SCHIFF¹⁾ läugnet sogar jeden Einfluss der Pyramiden der Säugethiere auf die Bewegungserscheinungen oder die Empfindungen.

§. 686. Die halbseitige Trennung des Grenzbezirkes des verlängerten Markes und des Rückenmarkes führt in Hunden zur Schwächung der Muskelbewegungen der Glieder derselben Seite²⁾. Die Muskeln der Wirbelsäule der gleichen Seitenhälfte gestatten es, dass die ungehemmte Wirkung ihrer Gegenstücke die Wirbelsäule nach der gesunden Seite hin aushöhlt. Diese Erscheinungen, so wie die vergrösserte Reflexempfindlichkeit der geschwächten Theile, schwinden später allmählig und zwar zuerst an den Extremitäten, wo nur eine eigenthümliche Stellung nach aussen zurückbleibt, und in der Folge an der Wirbelsäule, deren Verkrümmung eine Zeit lang eine nach der entgegengesetzten Seite gerichtete unwillkürliche Kreisbewegung hervorruft³⁾. Liegt der Halbschnitt oberhalb des hintersten Theiles der Schreibfeder, so ändern sich die Erscheinungen nur in sofern, als jetzt die Krümmung der Wirbelsäule ihre Concavität an der Verletzungsseite hat und die Drehbewegungen des Thieres auch nach dieser gerichtet sind. Befindet er sich weiter nach vorn gegen die Brücke zu, so zeigt sich die Halbblähmung in dem Vorderfusse der gleichen und dem Hinterbeine der entgegengesetzten Seite. Jener erholt sich allmählig, während dieser bis zu dem Tode gelähmt zu bleiben scheint. Die Krümmung der Wirbelsäule und die Drehbewegungen kehren sich abermals um, wenn der Halbschnitt der hinteren Grenze der Brücke entspricht⁴⁾.

§. 687. Während sich die Kreuzungswirkungen für einen grossen Theil der Muskeln, welche die Bewegungen des Kopfes, der Wirbelsäule und der Gliedmaassen leiten, im Verlaufe des verlängerten Markes geltend machen, ist dieses für die Athemmuskeln nicht

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 306.

²⁾ Einen Fall von rechtseitiger Hemiplegie des Menschen in Folge der rechts stärkeren Compression des Rückenmarkes in der Gegend des Atlas siehe bei CRUVEILHIER, a. a. O. Livraison XXV. p. 1. 2.

³⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 314—316.

⁴⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 317—320.

der Fall. Die Trennung des einen Seitenstranges des verlängerten Markes hebt die Athembewegungen der Rippen an der entsprechenden, nicht aber an der entgegengesetzten Seite auf. Man hat also in dieser Hinsicht eine ähnliche Wirkung, wie nach der Trennung der Seitenstränge des Halsmarkes (§. 673.). Die Hunde kommen später ausser Athem bei dem Laufen und die Leichenöffnung weist nach, dass die entsprechende Lunge dichter ist und sich weniger leicht aufblasen lässt. Die Stimmbandmuskeln der gleichen Seite sind nur dann gelähmt, wenn der Seitenstrang oben in der Nachbarschaft der Wurzeln des herumschweifenden Nerven, nicht aber unten in der Nähe des Rückenmarkes getrennt worden. Die Hunde werden dessenungeachtet in beiden Fällen heiser¹⁾. Man darf aus diesen Erfahrungen nicht schliessen, dass eine Kreuzungswirkung bei den Athemmuskeln überhaupt nicht vorkommt. Die entgegengesetzte Hälfte des Zwerchfelles zieht sich bisweilen nach der Ansprache des einen mittleren Kleinhirnschenkels in dem Kaninchen zusammen.

§. 688. Der Kopfnicker und der Kappenmuskel erhalten einerseits Zweige des äusseren Astes des Beinnerven und andererseits solche der Halsnerven. BERNARD glaubte gefunden zu haben, dass jene die Athem- und besonders die Stimmbewegungen und diese die willkürlichen Zusammenziehungen des Kopfnickers leiten. Die Thatsache, dass sich dieser noch bei der Athmung nach der Ausreissung aller Wurzeln beider Beinerven betheiligen kann, scheint gegen diese Sonderung zu sprechen. DUCHENNE²⁾ gibt an, dass sich bisweilen der Schlüsselbeintheil des Kappenmuskels bei dem Einathmen instinktmässig zusammenzieht, wenn er auch für den Willenseinfluss gelähmt ist.

§. 689. Sticht man zwei von der Inductionsrolle des Magnet-
elektromotors kommende Elektrodennadeln zu beiden Seiten des ersten Halswirbels in einem unversehrten Kaninchen bis zur Gegend der Wirbelsäule ein, so kann man die Athmung durch schwache elektrische Schläge beschleunigen und durch starke zum Stillstand bringen. Liegt auch dann das Thier vollkommen regungslos und scheintodt dar, so erholt es sich doch später von selbst oder nachdem man einige künstliche Athembewegungen eingeleitet hat. Dieses gelang mir selbst ein Mal an einem Kaninchen, dessen Haut 4 $\frac{1}{2}$ Stunden vorher mit Leim bestrichen und dessen Eigenwärme in dem Mastdarme bis auf 29° C. heruntergegangen war. Der

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 308. 309.

²⁾ DUCHENNE, a. a. O. S. 132.

Schlittenmagnetelektromotor gestattet es, die Stärke der Inductionsströme von der Grösse ihrer Wirkungslosigkeit an beliebig zu erhöhen. Die verschiedene Einstellung des Hammerwerkes macht es möglich, die Zahl der auf die Zeiteinheit kommenden Schläge zu vermehren. Es wäre daher in erstickten Menschen zu versuchen, ob sich nicht die Athmung mittelst der Durchleitung passender, aber möglichst schwacher Ströme durch die in der Gegend des ersten Halswirbels tief eingestochenen Elektrodennadeln wiederum herstellen liesse. Arbeitet man mit erregenden und nicht mit lähmenden Stromstärken, so lässt sich ein vollständigerer Erfolg erwarten, als von der Galvanisation der Zwerchfellnerven mit oder ohne die der Achsel- und der Armgeflechte, die man zu dem gleichen Zwecke empfohlen hat.

§. 690. Die Zwangsbewegungen, die nach einseitigen Verletzungen des verlängerten Markes, der Brücke, oder der verschiedenen Schenkel und anderer Theile des kleinen oder des grossen Gehirns auftreten, scheinen auf den ersten Blick den sichersten Aufschluss über die geraden oder gekreuzten Wirkungen zu geben, wenn man die dabei auftretenden ungleichen Thätigkeiten der seitlich symmetrischen Muskeln in Betracht zieht. Mehrere Umstände mahnen jedoch hier zu einer vorsichtigen Beurtheilung. Man kann nie mit Bestimmtheit angeben, wie weit sich die Folgen einer örtlichen Verletzung des centralen Nervensystems, besonders im Anfange ausdehnen. Es gibt Stellen, in denen ein Unterschied von wenigen Millimetern des Trennungsbezirkes entscheidet, ob die Drehung nach der Verwundungs- oder nach der entgegengesetzten Seite erfolgt. Es kommt daher vor, dass zwei solche Orte einander entgegenarbeiten und die Gesamtwirkung beschränken oder dass die späteren Reizzustände zuerst die eine und hierauf die andere Gegend in lebhaftere Thätigkeit versetzen und man eine Drehung nach der einen Richtung im Anfange und eine nach entgegengesetzten späterhin hat. Bleiben die Thiere längere Zeit am Leben, so kann die Neigung zu Zwangsbewegungen immer mehr abnehmen und endlich für die meisten Ortsveränderungen fehlen.

§. 691. Man darf die hier in den Säugethieren auftretenden Erscheinungen immer nur bedingter Weise auf den Menschen übertragen. Obgleich die seitliche Symmetrie der Muskeln im Wesentlichen die gleiche in beiden Fällen ist, so führt doch schon der Gang auf vier oder auf zwei Füßen zu wesentlichen Unterschieden. Sie bestehen auch in dem Baue des centralen Nervensystemes, be-

sonders des Gehirnes. Es scheint hiermit zusammenzuhängen, dass die Zwangsbewegungen in Hirnleiden des Menschen in der Regel mangeln und im günstigsten Falle unvollständiger als in den Säugthieren auszufallen pflegen ¹⁾. Die häufig vorkommende Erscheinung, dass Personen mit Asymmetrie beider Schädel- oder Gehirnhälften, die an Schwindel leiden, während der Anfälle schief oder in einem Bogen gehen, wenn sie sich gerade fortbewegen wollen, zeigt, dass die Haupterscheinung dem Menschen keineswegs mangelt.

§. 692. Man unterscheidet drei Hauptgruppen dieser Zwangsbewegungen. Die Längs- oder die Achsendrehung, die man auch häufig die Rollbewegung nennt, besteht darin, dass sich das Thier um die Längsachse der Wirbelsäule anhaltend dreht. Die seltener auftretende Halbmesserdrehung nimmt das eine Hinterbein zum Stützpunkte. Die am häufigsten erscheinende Reitbahn- oder Manègebewegung endlich lässt das Thier in einem Bogen oder in einer geschlossenen Curve gehen, wenn es sich sonst gerade vorwärts bewegt hätte. Es verfällt in diese eigenthümlichen Bewegungsarten, so wie Empfindungs- oder Willensreize eine Ortsveränderung anregen. Die Drehung setzt sich oft eine Zeit lang unwillkürlich fort. Sie kann so heftig werden, dass sie das Thier fortschleudert oder tief in eine nachgiebige Masse, wie in das Heu seines Lagers eingräbt. Man beurtheilt die Drehungsrichtung, indem man sich in die Längsachse der Wirbelsäule mit dem Kopfe nach vorn und dem Gesichte nach unten versetzt denkt.

§. 693. Es ergibt sich aus dem eben Dargestellten, dass man die Richtung der Drehbewegungen nur mit einem gewissen Rückhalte anzugeben vermag. BROWN-SÉQUARD ²⁾ nimmt nach fremden und eigenen Erfahrungen an, dass sich die Thiere kurze Zeit nach der Verwundung nach der verletzten Seite drehen, wenn die Nachbarschaft der Eintrittsstellen der unteren Vaguswurzeln in das verlängerte Mark, die der Antlitznerven und der Hörnerven in die Brücke, der hintere Theil des einen mittleren Kleinhirnschenkels, die Seitenhälfte der Vierhügel, der hintere Abschnitt des einen Grosshirnschenkels oder der vordere des einen Sehhügels durchschnitten worden. Man hat dagegen Drehungen nach der der Verwundung

¹⁾ Einen neueren Fall und eine Zusammenstellung wichtigerer älterer Beobachtungen siehe bei FRIEDBERG, Archiv der Heilkunde von WAGNER. Bd. II. 1861. S. 385—432. Vgl. auch VULPIAN, Gazette médicale de Paris. 1861. Nr. 24. p. 384—387. und SCHIFF S. 354.

²⁾ BROWN-SÉQUARD, Journal de Physiologie. Tome III. 1860. p. 720—722. Lectures. 1860. p. 193.

entgegengesetzten Seite, so wie die Hälfte des Rückenmarkes, welche die zwei bis drei ersten Rückenmarksnerven aufnimmt, die Nachbarschaft der Eintrittsstelle der Wurzeln des Zungenschlundkopfnerven, der vordere Theil des einen mittleren Kleinhirnschenkels, die Hälfte des vorderen und oberen Abschnittes der Brücke oder der hintere Bezirk des einen Sehhügels verletzt worden.

§. 694. Nur die seitliche Assymetrie der Reizung führt zu diesen Zwangsbewegungen. Hat z. B. ein von der Mittellinie entfernter Längsschnitt durch den unteren Theil der Brücke die Achsendrehung erzeugt, so hört sie auf, wenn ein gleich grosser und symmetrischer Schnitt in der anderen Seitenhälfte der Brücke angelegt worden. Der Stillstand der Reitbahnbewegungen lässt sich durch eine symmetrische Verletzung des entsprechenden zweiten Gross- oder mittleren Kleinhirnschenkels herbeiführen. Verlieren sich die Zwangsbewegungen eines Thieres oder eines Menschen nach einiger Zeit, so kann dieses davon herrühren, dass sich die Reizung legt oder dass sie sich mit gleicher Stärke auf das symmetrische Gegenstück übertragen hat. Befinden sich mehrere seitliche Verletzungen in verschiedenen Hirnthteilen, so wirken die dem verlängerten Marke zunächst gelegenen am nachdrücklichsten auf die Drehbewegungen.

§. 695. Die Achsendrehung, die man z. B. nach der Trennung des mittleren Kleinhirnschenkels bemerkt, hängt nicht unmittelbar von der Bewegung der Gliedmaassen, die sich bei ihr nicht zu betheiligen brauchen, sondern von der Lähmung der Drehmuskeln der Wirbelsäule und zwar derjenigen ab, die der Drehungsrichtung entgegengesetzt liegen. Sind die beiden Kleinhirnschenkel in derselben Höhe getrennt worden, so geht das Thier unsicher, weil es nicht mehr seine Wirbelsäule mit der nöthigen Sicherheit feststellen kann ¹⁾).

§. 696. Die Halbkreisbewegung zeigt sich am ehesten nach halbseitigen Querschnitten, also nach Trennungen der Längsfasern des vorderen Theiles der Brücke. Sie entsteht dadurch, dass die Vorderfüsse nach aussen abweichen, der Hinterfuss der der Verletzung entgegengesetzten Seite in hohem Grade geschwächt ist und die Körperlast vorzugsweise dem anderen Hinterbeine anvertraut wird ²⁾).

§. 697. Die Reitbahnbewegung, die nach tiefen asymmetrischen Verletzungen des kleinen Gehirns, der Vierhügel, des einen

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 351—353.

²⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 350.

Grosshirnschenkels oder des einen Sehhügels auftritt, rührt davon her, dass die Vorderbeine eine der Drehungsrichtung entgegengesetzte Schiefstellung annehmen. Der geradlinige Stoss der Hinterbeine erzeugt daher eine Bewegung in schiefer Richtung, die der Tangente des Bogens in dem gegebenen Punkte entspricht, wenn sich die Erscheinung von Augenblick zu Augenblick wiederholt. Die ungleiche Haltung der Arme und des Rumpfes begünstigt den der Reitbahnbewegung entsprechenden Bogengang kranker Menschen. Die Geneigtheit zum Schwindel nimmt auch ab, wenn die Hände gleichförmig auf den Rücken gehalten werden, und zu, so wie die eine Körperhälfte stärker als die andere belastet ist.

§. 698. Man kennt bis jetzt keine anderen Zwangsbewegungen als die eben betrachteten. Wenn Kaninchen, deren Streifenhügel durchschnitten oder auch nur blossgelegt worden, nach einer schmerzhaften Reizung irgend einer Art hastig vorschliessen, bis sie einem Hindernisse begegnen, so rührt dieses weder, wie man glaubte, von der Blindheit des Thieres, die selbst bei geschickter gänzlicher Abtragung der Streifenhügel nicht vorzukommen braucht, noch von sichtlichen Zwangsbewegungen, sondern von einer durch die Verletzung bedingten krankhaften Reizbarkeit her. Das Rückwärtsgehen nach der Ausrottung des kleinen Gehirns gehört nicht zu den beständigen Erscheinungen. Es rührt auch oft nur von Blutergüssen in dem vierten Ventrikel her und wird dann durch die Entfernung des Extravasates beseitigt¹⁾. Alle solche Störungen und die Zwangsbewegungen bilden immer die Resultante der gemeinschaftlichen Wirkungen der mehr oder minder vollständigen Unthätigkeit einzelner und der krampfhaften oder der regelmässigen Zusammenziehung anderer Muskelgruppen. Die Erscheinungen wechseln daher mit der Verletzung selbst, dem Einflusse derselben auf die Nachbartheile und dem augenblicklichen Zustande des centralen Nervensystemes. Es ist möglich, dass gerade die unpassenden Ergebnisse des Willensbefehles das Thier zu neuen Anstrengungen reizen und so einen Bewegungssturm hervorrufen.

§. 699. Nicht bloss die Nerven, welche die Muskeln der Wirbelsäule und der Gliedmaassen versorgen, sondern auch der grösste Theil der Hirnnerven bietet, wie wir sehen werden, Kreuzungen und nicht selten noch Rückkreuzungen in dem centralen Nervensysteme

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 357.

dar. Dieses wiederholt sich aber nirgends für die die Athembewegungen leitenden Muskeln. Das verlängerte Mark verdankt seine für das Leben so wichtige Stellung vorzugsweise der Herrschaft über die Athmungsthätigkeit. Ein Säugethier oder ein Vogel kann Monate lang nach der Ausrottung des grossen oder des kleinen Gehirns fortleben. Es stirbt aber schon wenige Minuten nach der Zerstörung des ganzen verlängerten Markes. Die Krankheitslehre hat den gleichen Unterschied für den Menschen nachgewiesen.

§. 700. Man überzeugt sich bald, dass nur die Trennung des verlängerten Markes in der Nähe der Austrittsstelle der Wurzeln des herumschweifenden Nerven die rasch tödtende Erstickung zur Folge hat. FLOURENS, der das hier vorhandene Centralwerkzeug der Athembewegungen den Lebensknoten nannte, verlegte ihn in die Mitte und den hinteren Bezirk der Schreibfeder. Man kann aber die grauen Massen dieser Theile nach SCHIFF¹⁾ und BROWN-SÉQUARD²⁾ ausrotten, ohne dass der Tod eintritt. Man hat vielmehr zwei durch graue Masse wechselseitig geschiedene Athmungscentra, ein rechtes für die Athemmuskeln der rechten und ein linkes für die der linken Seite. Sie liegen kurz hinter der Eintrittsstelle der Vaguswurzeln in das verlängerte Mark in der Nähe des Seitenrandes der den Boden der vierten Hirnhöhle bildenden grauen Masse. Die Leitung der zusammengehörenden Athembewegungen jeder Seitenhälfte geht also von einem entsprechenden seitlichen Centralorgane aus und pflanzt sich durch die Seitenstränge derselben Seite fort (§. 673.).

§. 701. Der Einfluss des Athmungscentrums erstreckt sich nicht bloss durch die Seitenstränge nach abwärts auf das Zwerchfell und die übrigen Einathmungsmuskeln, sondern auch nach aufwärts über den Antlitznerven, so weit er die Athembewegungen der Nasenlöcher beherrscht. Schneidet man die rechte Hälfte des verlängerten Markes eines Kaninchens unterhalb und die des linken dicht oberhalb des Centralwerkzeuges der Athmung durch, so dauern die Athembewegungen des rechten Nasenloches und der linken Einathmungsmuskeln des mit der Erstickung kämpfenden Thieres fort. Die Bauchpresse, bei der das einathmende Zwerchfell und die ausathmenden Bauchmuskeln gleichzeitig wirken, bleibt nach der Trennung der einen Seitenhälfte des hinteren Abschnittes des ver-

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 323. 324.

²⁾ BROWN-SÉQUARD, Journ. de physiologie. Tome I. 1858. p. 217—23.

längerten Markes möglich. Sie wird dagegen durch einen vollständigen Querschnitt beseitigt.

§. 702. Diese Thatssachen erklären es, wesshalb Blutergüsse in das verlängerte Mark rasch tödten können, diesen Erfolg aber keineswegs immer nach sich ziehen. Die Erstickung fordert, dass die Zerreißung oder andere Zerstörungen der Gewebe oder eine Druckwirkung beide Centralwerkzeuge der Athmung unthätig macht. Man darf voraussetzen, dass auch eine einseitige Verödung des Centralorganes der Athmung oder des Seitenstranges nur die Einathmungsmuskeln derselben Seite auch im Menschen lähmt. Da die Enthauptung den Halstheil des Rückenmarkes trennt, so erklärt es sich, wesshalb die Athembewegungen des Gesichtes nach derselben fort dauern, geordnete und in einander greifende Athembewegungen der Brustmuskeln dagegen, die man nicht mit periodischen Zuckungen einzelner Muskelmassen verwechseln darf, mangeln. LEGALLOIS fand schon, dass man das Gleiche an Säugethieren künstlich erzeugen kann.

§. 703. Ist auch auf diese Weise die Ordnung der Athmungsmechanik mit dem verlängerten Marke abgeschlossen, so können doch auch Erregungen, die sich von dem Gehirn aus auf dieses fortpflanzen, die Art der Athmung wesentlich ändern. Liessen VIERORDT und HEGELMAIER¹⁾ die Athembewegungen der Oberbauchgegend von Kaninchen an der Trommel des Kymographion aufschreiben (§. 320.), so zeigte sich, dass ein künstlicher nicht allzugrosser Hirndruck die Zahl der Athembewegungen bis auf die Hälfte herabsetzen, ein allzustarker dagegen sie auch erhöhen kann. Die erstere Wirkungsweise hat zur Folge, dass die Einathmungen seltener, die Ausathmungen dagegen länger werden. Blosser Blutergüsse oder andere Druckursachen in der geschlossenen Schädelhöhle des Menschen können die Athembewegungen verlangsamen und Reizungen dieselbe verstärken. Diese Thatssachen mahnen auch zur Vorsicht bei der Beurtheilung der von centralen Ursachen herführenden Störungen der Athmung z. B. des durch krampfhaftes Stösse des Zwerchfelles bedingten Schluchzens, des Gähnens, des Hustens und ähnlicher Bewegungen. Alle diese Krankheitszeichen können nicht bloss durch unmittelbare, sondern auch durch mittelbare Erregung der nervösen Athmungscentra erzeugt werden.

¹⁾ F. HEGELMAIER, Die Athembewegungen beim Hirndruck. Heilbronn 1859. S. 16. 17. 22.

§. 704. Einzelne Bezirke des verlängerten Markes bestimmen noch andere für die Lebenswirkungen wichtige Gruppierungen der Thätigkeiten der Bewegungswerkzeuge. Wir werden die Einflüsse, die es auf das Herz, die Kehlkopfmuskeln, den Schlund und die Speiseröhre und einen grossen Theil der Unterleibswerkzeuge auszuüben vermag, bei der Betrachtung des herumschweifenden und des sympathischen Nerven kennen lernen.

§. 705. Die Annahme, dass das kleine Gehirn das Coordinationswerkzeug der Bewegungen sei, fusst auf mehreren Missverständnissen. Die Bewegungsstörungen erscheinen erst, wenn die Abtragung bis zu einer gewissen Tiefe der Halbkugeln und des Wurmes vorgedrungen ist, man also die Ausstrahlungen der Kleinhirnschenkel zu einem grossen Theile entfernt hat. Die Säugethiere leiden dann an mannichfachen Contracturen. Ihre Muskelverkürzungen liefern ein von den gewöhnlichen Verhältnissen abweichendes Spiel. Die Bewegungen werden daher unsicher und schwankend. Dasselbe wiederholt sich im Wesentlichen in den Vögeln. Die Unbeholfenheit bei dem Fliegen fällt nur hier noch mehr auf. Erhält man die Thiere am Leben, so bessern sich die Bewegungen zu einem grossen Theile. Die ganzen Folgen erklären sich daraus, dass die Muskeln der Wirbelsäule durch den Eingriff geschwächt werden und daher alle Bewegungen, die nur bei vollkommener Fixation der Wirbelsäule die nöthige Sicherheit erhalten, sichtlich leiden. Da sich der Einfluss auf die tieferen Rückenmuskeln, besonders die Dreher der Wirbelsäule schon in den mittleren Kleinhirnschenkeln geltend macht, so sind es wahrscheinlich deren Ausstrahlungen, welche die Haupterfolge bestimmen. Die Annahme¹⁾, dass der sogenannte Muskelsinn sein Centralwerkzeug in dem kleinen Gehirn habe, wird durch keine physiologische Thatsache unterstützt. Die bei Kleinhirnleiden des Menschen auftretenden Zeichen²⁾ schwanken in dem Grade, dass sich keine sicheren Schlüsse ziehen lassen. Man hatte wahrscheinlich auch meistentheils gleichzeitige Leiden anderer Hirntheile, die sich nicht unmittelbar bei der Leichenöffnung verriethen.

§. 706. Die Grosshirnschenkel und deren Ausstrahlungen in die Sehhügel und die übrige Masse der Grosshirnhalkugeln

¹⁾ DUNN bei Brown-Séquard Lectures. 1860. p. 79.

²⁾ Siehe z. B. Die neueste Zusammenstellung von EISENMANN in Canstatt's Jahresbericht für 1862. Würzburg 1863. 4. Bd. III. S. 20—26.

enthalten eine zahlreiche Menge von Bewegungsfasern in Menschen und Thieren. SCHIFF¹⁾ hat aber schon aufmerksam gemacht, dass die Letzteren Eigenthümlichkeiten darbieten, die sich in dem Menschen anders gestalten. Man findet in jenen, dass die Trennung eines Grosshirnschenkels die Bewegungen beider Vorderbeine ändert z. B. die Anziehung des einen und die Abziehung des andern nach sich zieht. Bestimmte Wirkungen auf die Tastempfindungen liessen sich bis jetzt nicht nachweisen. Die tägliche Erfahrung des Arztes dagegen lehrt, dass mehr oder minder ausgedehnte durch den Bau des Hornstreifens begünstigte Blutergüsse und die durch sie bedingten ferneren Veränderungen in der Gegend des Seh- und des Streifenhügels bei halbseitigen Bewegungslähmungen Schlagflüssiger vorkommen. Die zuverlässigen Beobachtungen stimmen überein, dass sie sich in der rechten Grosshirnhälfte befinden, wenn die Hemiplegie an der linken Körperhälfte erscheint und umgekehrt. Man könnte hieraus schliessen wollen, dass alle Bewegungsfasern des einen Armes und des entsprechenden Beines eine einzige seitliche Kreuzung oder eine ungerade Anzahl derselben durchgemacht haben, ehe sie in der Masse des Grosshirnschenkels und der von ihm ausgehenden Hirnstrahlung verlaufen. Eine nähere Betrachtung lehrt aber, dass unsere gegenwärtigen Kenntnisse noch nicht hinreichen, alle hier vorkommenden Erscheinungen mit Sicherheit zu deuten.

§. 707. Nur die Hirnstrahlung, also auch vorzugsweise der Sehhügel, nicht aber der Streifenhügel der Säugethiere wirkt auf die Bewegungen der Gliedmaassen. Die halbseitige Lähmung des Menschen verbindet sich häufig mit der des äusseren Augenmuskelnerven, des Antlitznerven und des Zungenfleischnerven, also mit der von Nervenstämmen, deren Centralwerkzeuge dem Systeme der Brücke und des verlängerten Markes angehören, und die von der Streifen- und Sehhügelgegend aus gar nicht oder nur selten in Säugethieren erregt werden. Diese Erscheinungen sind räthselhafter, als die bisweilen als Merkwürdigkeit besonders betonte Thatsache, dass die unwillkürlichen und willkürlichen Athembewegungen in solchen halbseitig Gelähmten nicht leiden. Sie erklärt sich aus der Lage der Athmungscentra an beschränkten Stellen des verlängerten Markes und der offenen Leitungsbahn von dem Gehirn nach diesen und den Seitensträngen. Nur Versuche an Affen könnten vielleicht die

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 362.

Dunkelheiten, welche die erwähnten Krankheitszustände des Menschen darbieten, genügend aufhellen. Es stimmt mit dem früher Dargestellten, dass die Tastempfindlichkeit der gelähmten Glieder Hemiplegischer nicht mangelt, ja oft mit grösster Feinheit vorhanden ist, wenn das Leiden nur von einem Blutergusse in der Gegend des Streifen- und des Sehhügels herrührt. Das Fehlen derselben deutet eine weitere Ausdehnung der Zerstörung an.

§. 708. Man kann die Beziehungen der Tast- und der Schmerzensindrücke von dem verlängerten Marke an weniger scharf als die Bewegungswirkungen verfolgen. Die Reizung der Pyramiden und der Vorderstränge oder die des Bodens der vierten Hirnhöhle und des oberen mittleren Theiles des verlängerten Markes erzeugt keine Schmerzen. Ein grosser Theil der Empfindlichkeit der Hinter- und der Seitenfläche hängt von der Wirkung der in der Nähe eintretenden Empfindungsfasern des herum-schweifenden Nerven und der oberen Halsnerven ab. Jene scheinen die Empfindlichkeit der Seitentheile und diese die der strickförmigen Körper in hohem Grade zu bestimmen. Die Oberfläche der Brücke verdankt den grössten Theil ihrer Empfindlichkeit den Fasern des dreigetheilten Nerven. Die halbseitige Trennung des verlängerten Markes ändert im Anfange die Hautempfindlichkeit des Rumpfes und der Glieder nicht. Die Verwundung kann später eine Hyperästhesie derselben und eine starke Quetschung eine Anästhesie der entgegengesetzten Seitenhälfte zum Vorschein bringen. Die Ueberempfindlichkeit dehnt sich auch oft auf die Kopfhälfte der leidenden Seite aus. Alle diese nach einiger Zeit wiederum schwindenden Erscheinungen geben keinen Aufschluss, welche Bahnen die Empfindungsleitung innerhalb des verlängerten Markes unter regelrechten Bedingungen einschlägt und welche Umwege sie durch die auch hier unempfindlichen, aber empfindungsleitenden Massen (§. 601.) ausnahmsweise verfolgen kann. Die Zeichen, nach denen man das verlängerte Mark für den Sitz der Wahrnehmung der Empfindungen und der Willensbefehle ausgab, waren nur Reflexwirkungen, die nach der Entfernung des grossen und des kleinen Gehirns lebhafter wurden. Sie dehnen sich leicht über grosse Bezirke aus, weil die centralen Repräsentanten der Rückenmarks- und eines grossen Theiles der Hirnnerven in dem verlängerten Marke zusammentreffen.

§. 709. Die bis jetzt bekannten physiologischen Thatsachen liefern keine genügenden Aufschlüsse über die Beziehungen des

kleinen und des grossen Gehirns zu den Tast- und Schmerzempfindungen des Rumpfes und der Gliedmaassen. Die Thatsache, dass man einen grossen Theil der Halbkugeln des grossen und des kleinen Gehirns abtragen kann, ohne dass die Thiere sich regen, dass trepanirte Menschen es nicht bemerken, wenn man Stücke ihres grossen Gehirns mit dem Hirnlöffel entfernt, dass Tuberkeln oder ausgedehnte Abscesse in dem grossen oder dem kleinen Gehirne ohne allen Schmerz auftreten können, bilden in mancher Hinsicht die Wiederholung einer Norm, die wir schon am Rückenmark angetroffen haben. Die Empfindungen und die Bewegungen fallen am lebhaftesten aus, wenn die Fortsetzungen der hinteren oder der vorderen Nervenwurzeln zwischen ihren Eintrittsstellen in das Rückenmark und ihrer ersten Verbindung mit den grauen Massen gereizt werden. Die späteren markigen Längsfasern und die grauen Massen leiten zwar, rufen aber weder Empfindungen, noch Bewegungen bei unmittelbarer Reizung hervor. Die Empfindungslosigkeit kehrt für den grössten Theil der Gross- und der Kleinhirnhemisphären, den Balken, das Gewölbe, die Commissuren des grossen Gehirns, die oberflächlichen, nicht aber die tieferen Abschnitte der Seh- und der Streifenhügel, der Vierhügel und den Wurm des kleinen Gehirns wieder. Die Empfindlichkeitswirkungen zeigen sich nur in den Anfangstheilen der Ausstrahlungen der Gross- und der Kleinhirnschenkel, daher auch in der Tiefe des Rautenkörpers und überhaupt der inneren Markmassen des kleinen Gehirns. Die Reizung oder die Durchschneidung dieser Gebilde führt noch zu Bewegungen der quergestreiften und der einfachen Muskelfasern. Die Betrachtung der Hirnnerven und des sympathischen Nerven wird uns zeigen, dass viele Hirntheile, deren Zerstörung schmerzlos ist, Bewegungswirkungen in den Eingeweiden hervorrufen können.

§. 710. Die Ganglienkerne der grauen Massen des Rückenmarkes sind so gebaut und angeordnet, dass jede Faser eines Rückenmarksnervens ihren Repräsentanten findet und sich die Erregung innerhalb dieser Mosaik auf das Mannichfachste verbreiten kann. Die Grösse und die Art der Unruhe, die ein Element der grauen Masse trifft, bestimmen hierbei den Erfolg. Man kann sich vorstellen, dass jene Bedingungsglieder ungleichen Widerständen nach verschiedenen Seiten begegnen. Liegen manche Ganglienkerne und deren Zwischengewebe mit den Seiten geringeren und andere mit denen grösseren Widerstandes zusammen, so wird sich

die Erregung jenen leichter als diesen mittheilen. Der Mangel des Vorherrschens einer einzigen Richtung in einer Ausdehnung von endlicher Grösse (§. 284.) kann ihnen in dieser Hinsicht eine Vielseitigkeit verleiten, die den entschieden doppeltbrechenden Geweben, also auch den Nervenfasern nicht zukommt. Die scheinbare Zweckmässigkeit der Reflexbewegungen des enthaupteten Thieres zeigt an, dass die Mosaik geordnete Bewegungscombinationen, gleichsam ein harmonischeres Abspielen der vorhandenen Claviatur im Allgemeinen begünstigt. Die Verkürzungen fallen aber scheinbar noch berechneter aus, wenn man einen hinteren Abschnitt des verlängerten Markes an dem Rückenmark gelassen hat. Jenes enthält nicht bloss Repräsentanten aller Fasern der Rückenmarksnerven, sondern besitzt auch eine Anordnung derselben, die eine zweckmässige Verbindung noch mehr als das Rückenmark allein erleichtert. Es enthält überdiess die Massen der Ganglienkugeln, durch welche die Fortdauer des Herzschlages gesichert und die für das Schlucken, die Athmung und die Stimmbildung nöthigen Gruppierungen der Verkürzungsgebilde hergestellt werden. Jede dieser Wirkungsarten kann vereinzelt auftreten. Stärkere Reize verbreiten sich innerhalb des gleichen Bezirkes weiter als schwächere oder ziehen andere in Mitleidenschaft. Man hat hier eine Mosaik der Ganglienkugeln, die noch feiner und zwar bald gesonderter und bald vielseitiger wirkt, als die des Rückenmarkes. Sie bedingt es, dass fast alle sogenannten Instinctbewegungen, die passendsten auf reflectorischem Wege auftretenden Reflexwirkungen und scheinbar bewusste Schmerzensäusserungen nach der Entfernung des grossen und des kleinen Gehirns, nicht aber nach der des verlängerten Markes möglich bleiben. Die zwischen den grauen Massen eingeschalteten centralen Primitivfasern leiten die Unruhe von jenen zu anderen Ganglienkugeln fort. Diese ursprüngliche Erregung einer ersten Gruppe von Ganglienkugeln, die Mittheilung der Reizung durch centrale Zwischenmassen des Markes und die spätere Unruhe neuer Ganglienkugeln wiederholen sich wahrscheinlich vielfach bei jeder Handlung, die zu unserem Bewusstsein gelangt oder von diesem ausgeht. Es widerspricht der Wahrheit, wenn man die Schnelligkeit der Gedanken mit der des Blitzes vergleicht. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenirregung (§. 171. fgg.) macht es aber möglich, dass selbst eine zusammengesetzte Wirkung der Unruhe in einem Bruchtheile einer Secunde vollendet wird. Wie der Bau des verlängerten Markes den des Rückenmarkes an Feinheit übertrifft, so wiederholt sich

wahrscheinlich das Gleiche für das Gehirn in Beziehung auf die übrigen Theile des centralen Nervensystemes. Selbst der einfachste Gedanke ist vermuthlich von einer ganzen Reihe von Durchschlagswirkungen durch Ganglienkugeln und Primitivfasern begleitet. Diese Anschauungsweise ist im Stande, manche der immer noch dunkel bleibenden Wirkungen des centralen Nervensystemes wenigstens in etwas klareren Umrissen aufzufassen.

§. 711. Wenn Säugethiere, in denen man den grössten Theil der beiden Grosshirnhemisphären entfernt hat, Hauteindrücke mit lebhaftem Schreien und starken Gegenbewegungen beantworten, wenn Vögel, die in gleicher Weise verstümmelt worden, den Ort, an dem sie ein Parasit belästigt, mit dem Schnabel ziemlich genau treffen, so hängen diese Erscheinungen von den eben erläuterten Wirkungen der Mosaik des verlängerten Markes und des Rückenmarkes ab. Dieselbe Ursache liegt vermuthlich oft zu Grunde, wenn ein bewusstlos daliegender Kranker nach dem Kopfe oder nach anderen schmerzhaften Stellen greift oder passende Instinctbewegungen vollführt. Man hat hier nur eine ähnliche Wirkung, wie wenn der enthauptete Frosch die seine Bauchhaut berührende Pincette mit seinen Hinterbeinen fortstösst. Die scheinbar zweckmässigsten Bewegungen bleiben ohne den Einfluss des Gehirns möglich.

§. 712. Es lässt sich erwarten, dass die Leitung durch die grauen Massen auf Umwegen, wenn die gewöhnliche Bahn verschlossen ist, die hierdurch bedingte Verzögerung der Eindrücke und der Willensbefehle, die dann auftretende Nothwendigkeit eines grösseren Erregungsminimums und die leichtere Erschöpfbarkeit in dem Gehirne in ähnlicher Weise, wie in dem verlängerten Marke und dem Rückenmarke wiederkehren. Die Unmöglichkeit aber, die regelrechten Leitungswege anzugeben, pflegt hier die genauere Untersuchung zu hindern. Die Erfolge, die manche örtliche Verletzungen der Grosshirnlappen nach sich ziehen, geben höchstens einzelne ungenügende Andeutungen. Wie am Rückenmarke, so schaden im Allgemeinen in den Grosshirnhalkugeln die dem hauptsächlichsten Faserverlaufe parallelen Längsschnitte weniger als Querschnitte. Kehrt aber dessen ungeachtet die frühere Thätigkeit, so weit es sich übersehen lässt, nach einiger Zeit zurück, so ist dieses nur durch die Leitung auf Umwegen möglich, weil die Leichenöffnung des Thieres zeigt, dass keine Wiedererzeugung Statt gefunden hat. Dasselbe wiederholt sich wahrscheinlich, wenn oberflächliche Quer-

schnitte oder tiefer reichende beschränkte Entartungen keine merklichen Thätigkeitsstörungen nach sich ziehen. Diejenigen Fälle endlich, in denen Blutergüsse oder deren zerstörende Folgen in einer Halbkugel des grossen Gehirns bei der Leichenöffnung gefunden wurden, obgleich die Lähmung später geschwunden war und die bisweilen vorkommende Erscheinung, dass sich die für den Willen gelähmten Glieder Hemiplegischer bei Gemüthsaffecten mitbewegen, lässt sich in ähnlicher Weise deuten.

§. 713. FLOURENS¹⁾ hob hervor, dass die verschiedenartigen Empfindungen ohne Unterschied zu schwinden scheinen, wenn man bis zu einer gewissen Tiefe bei der allmählichen Abtragung einer immer grösseren Zahl von Schichten der Grosshirnhemisphären eines Thieres gelangt ist. Alle ferneren Hirnverletzungen erzeugen zunächst eine Betäubung, die oft den Einfluss der Verwundung grösser, als er wahrhaft ist, erscheinen lassen. Kehren die Empfindungen einige Zeit nach der theilweisen Entfernung der Grosshirnhalbkugeln wieder, so treten sie wiederum nach FLOURENS für die verschiedensten Eindrücke plötzlich auf. Diejenigen Hirngebilde, deren Thätigkeit für die bewusste Auffassung unerlässlich ist, scheinen hiernach in einem nicht sehr ausgedehnten Bezirke zusammen zu liegen.

§. 714. Die Angabe, dass die Erweichung einiger Windungen des Vorderlappens des grossen Gehirns Sprachlosigkeit, Aphonie oder Aphakie zur Folge habe, widerspricht zahlreichen anderen Erfahrungen, in denen weit ausgedehntere Zerstörungen die Stimm- bildung und das Sprachvermögen nicht änderten. Versuche an Thieren und Krankheitsbeobachtungen am Menschen lehrten, dass die Verödung des grösseren Theiles einer Halbkugel des grossen Gehirns die geistigen Thätigkeiten und die Empfindungen nicht unmöglich macht. Eine leichtere Erschöpfung und vielleicht auch eine Verlangsamung der Wirkungen wird sich wahrscheinlich, wie bei der Durchleitung durch unvollständigere Brücken grauer Massen des Rückenmarkes geltend machen. Die Abstumpfung des Charakters und der Willenskraft, die man häufig in halbseitig Gelähmten oder wiederhergestellten Schlagflüssigen antrifft, beruht auf ähnlichen Verhältnissen. Beschränktere Verletzungen beider Grosshirnhalbkugeln schaden im Allgemeinen den geistigen Kräften mehr,

¹⁾ FLOURENS, Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés. Paris 1824. 8. p. 100.

als ausgedehntere einer Hemisphäre. Ein von CRUVEILHIER¹⁾ beobachtetes Mädchen, dem das kleine Gehirn mangelte und die ihre Sinne vollständig gebrauchen konnte, fiel leicht um, litt an Gliederschwäche, war nicht im Stande, Töne hervorzubringen und verrieth zugleich einen hohen Grad von Geistesbeschränktheit. Allein diese, so wie die Bewegungsstörungen²⁾ fehlten nicht selten bei anderen tiefgreifenden Leiden des kleinen Gehirns, das überhaupt in keiner wesentlichen Beziehung zu den Geistesthätigkeiten zu stehen scheint.

§. 715. Die allgemeinen Formeln, die der Mathematiker entwickelt, umfassen alle Möglichkeiten eines gegebenen Falles. Die Verhältnisse, die denkbarer Weise in der Wirklichkeit vorkommen können, beschränken sich auf diejenigen Werthe, die sich nicht vermöge der Anwesenheit imaginärer Grössen von selbst ausscheiden. Die Erfahrung lehrt aber, dass gewöhnlich nicht alle reellen Wurzeln einer solchen allgemeinen Gleichung in der Natur hergestellt sind, weil noch Nebenbedingungen, die bei der allgemeinen Betrachtung nicht berücksichtigt wurden, Einschränkungen herbeiführen. Der Bau des centralen Nervensystemes kann diesen Satz versinnlichen. Die Millionen von Ganglienkugeln, die es enthält, gestatten eine unendliche Zahl von Combinationen, die nicht sämmtlich in den verschiedenen Thieren vorkommen. Man hat vielmehr wahrscheinlich gewisse beständige Verbindungen, die sich innerhalb engerer Grenzen ändern und vollkommen neue hinzutretende Massen, wenn sich eine höhere Organisationsstufe ausgebildet hat. Das Gehirn des Menschen unterscheidet sich von dem der Thiere durch jene zweite Art von Theilen in höherem Grade, als das verlängerte Mark und das Rückenmark. Diese Eigenthümlichkeit bedingt es, dass man die Versuchsergebnisse, die man über die Thätigkeiten des Rückenmarkes und des verlängerten Markes und die Bewegungseinflüsse des kleinen und des grossen Gehirns an den Säugethieren gewonnen hat, auf den Menschen ohne weiteres oder mit den nöthigen untergeordneten Veränderungen übertragen kann. Da halbseitige Lähmungen, besonders des Gesichtes und des Vorderkörpers in Pferden und anderen Thieren nach HERING häufig vorkommen, so ist der selbst von Physiologen angenommene Satz, dass der Mangel der Hemiplegie die Säugethiere von dem Menschen unterscheide, nicht begründet. Es ergibt sich aus dem eben Dargestellten, dass zwar Hirnversuche

¹⁾ CRUVEILHIER, Anatomie pathologique. Vol. I. Livraison XV. p. 5. 6.

²⁾ Siehe CRUVEILHIER, ebendas. Livr. XVIII. p. 1. 2.

an Affen weiter als die an unseren Haussäugethieren führen, aber auch nicht alle die Wirkungen des Menschenhirns betreffenden Räthsel lösen werden. Die Leichenöffnungen, die der Arzt anstellt, können lehren, dass eine gewisse Thätigkeit, wie z. B. das Denken, die Auffassung der Sinneseindrücke, möglich bleiben, wenn z. B. die Wassersucht der Hirnhöhlen die Wandungen der Grosshirnhalkugeln zu einer dünnen Begrenzungsschicht umgewandelt oder die Eiterung den grössten Theil einer Hemisphäre des grossen oder des kleinen Gehirns verzehrt hat. Die umgekehrte Schlussweise, dass ein Bluterguss, ein Tuberkel oder eine örtliche Erweichung ein bestimmtes Zeichen im Leben hervorrief, bleibt immer unsicher, weil andere Theile des Nervensystemes unthätig sein konnten, ohne dass es ein bis jetzt zu Gebote stehendes Untersuchungsverfahren in der Leiche nachzuweisen im Stande ist. Vermag auf diese Art die pathologische Anatomie die Erkenntniss der Thätigkeiten des Nervensystemes nur auf dem Wege der Ausschliessung oder durch den Nachweis zu fördern, dass bestimmte unzweifelhaft krank gewesene Theile eine gewisse Leistung nicht aufhoben, so muss man selbst in diesen günstigsten Fällen immer im Auge behalten, dass die Leitung auf Umwegen, wie wir sie auch künstlich hervorrufen können, die gewöhnliche Thätigkeit wiederum herzustellen im Stande ist. Der Arzt darf anderseits nie vergessen, dass man in keinem Falle mit Sicherheit anzugeben vermag, wie weit sich der Wirkungskreis einer entzündeten, vereiterten oder erweichten Stelle, ein Tuberkel oder eine andere örtliche Entartung des Gehirns während des Lebens erstreckt hat.

b) Gehirnnerven.

§. 716. Der Geruchsnerv (N. olfactorius) bildet den reinen Empfindungsnerven des Riechens. Seine Verletzung in Thieren erzeugt weder Schmerz noch unmittelbare Muskelbewegung, wahrscheinlich aber subjective Geruchsempfindungen. Man hat diese auch bei Geschwülsten, die den Riechnerven des Menschen drückten, wahrgenommen.

§. 717. Die seit MAGENDIE an erwachsenen Säugethieren angestellten Versuche hatten schon gelehrt, dass die Geruchsnerven die Riechempfindlichkeit, die in dieser verbreiteten Zweige des dreigetheilten Nerven dagegen das Tastvermögen der Nase vermitteln. Die späteren Beobachtungen von BIFFI und von SCHIFF¹⁾ bestätigten

¹⁾ SCHIFF in Moleschott's Untersuchungen. Bd. VI. 1859. S. 254—67.

dieses auch für neugeborene Hunde, die den Eingriff leicht überleben, die Brüste der Mutter, so lange sie blind sind, nach Zerstörung der Geruchsnerven nicht sicher finden und Milch zu sich nehmen, welche die für Hunde übelriechendsten Körper z. B. das Tabaksdestillat enthalten. Sie machen aber oft noch Schnüffelbewegungen, wenn ihnen auch das Geruchsvermögen mangelt. Die in neuester Zeit wiederum geäusserten Zweifel von GIANUZZI, ob auch die Riechnerven alle Geruchsempfindungen vermittelten, fussen auf keinen bindenden Erfahrungen. Es versteht sich übrigens von selbst, dass man nur Prüfungskörper wählen darf, welche die Tastnerven der Nasenschleimhaut nicht erregen. Man muss daher nicht nur das Ammoniak und die Essigsäure, sondern auch alle Verbindungen, die eine schwache Schmerzreizung neben der hauptsächlichlichen Geruchsempfindung erzeugen, ausschliessen.

§. 718. Der Mangel des Geruchssinnes hängt nicht nothwendiger Weise von einer Zerstörung der Geruchsnerven ab. Es gibt wahrscheinlich Structurveränderungen der Nasenschleimhaut, die das Riechvermögen aufheben. Zu starke oder zu oft wiederholte Gerüche stumpfen die Auffassung oder auch nur die Aufmerksamkeit auf die Gerüche ab. So wie die Feinheit des Riechsinnes in den verschiedenen Menschen ausserordentlich wechselt, so finden auch oft die Einen übelriechend, was den Anderen angenehm scheint. Die sonderbaren Gerüche, die manche Hysterische lieben, zeigen, wie sehr ein krankhafter Stimmungszustand der Nerven in dieser Hinsicht einwirkt.

§. 719. Man kennt noch nicht die Beziehungen des eigenthümlichen Baues der Fasern des Geruchsnerven (§. 79.), des Riechkolbens und des Riechstreifens zur Geruchsthätigkeit. Wir werden sehen, dass die Fasern des Sehnerven bis zu den Vierhügeln reichen und die übrigen Hirnnerven von diesen und den Grosshirnschenkeln oder der Brücke und dem verlängerten Marke abhängen. Der Geruchsnerv allein bleibt, so viel man weiss, in der Grosshirnhälfte und wird nur von ihr unmittelbar und zwar vorzugsweise von dem Vorderlappen derselben beherrscht. Es scheint hiermit zusammenzuhängen, dass starke Gerüche Kopfschmerzen und selbst Ohnmacht erzeugen. Die sogenannten Riechkörper, die zum Bewusstsein zurückführen, wie z. B. kaustischer Salmiakgeist, wirken hierbei auf die Tastempfindungs- und nicht auf die eigentlichen Riechnerven.

§. 720. Leichenöffnungen von Menschen, denen der Geruchssinn fehlte, wiesen den Mangel der Geruchsnerven oder der Riech-

streifen und die von solchen, die an anhaltenden subjectiven Geruchseindrücken litten, Fremdkörper nach, die den Riechnerven reizten¹⁾. Die Geschichte der Wissenschaft besitzt aber auch widersprechende Angaben. MAGENDIE führt einen Fall an, in dem die Geruchsnerven durch ein tuberkuloses Hirnleiden angeblich zerstört waren, der Geruch aber dessenungeachtet fortbestand. BÉRARD bemerkt jedoch, dass man das Letztere erst nach dem Tode erfuhr und dass er von der Unrichtigkeit der dann gemachten Angaben überzeugt sei²⁾. BERNARD³⁾ erwähnt eine Frau, bei der Mangel des Geruchsnerven und des Geruchslappens gefunden wurde. Die ebenfalls nach dem Tode eingezogene Erkundigung hätte gelehrt, dass die Geruchseindrücke von Blumen oder von Tabakrauch nicht mangelten. Tastempfindungen der Nase wurden hier wahrscheinlich mit wahren Gerüchen verwechselt.

§. 721. Es ist bei der Ausrottung des Augapfels des Menschen mehrfach beobachtet worden, dass die Durchschneidung des Sehnerven (N. opticus) nicht schmerzte. Der Kranke nahm aber gleichzeitig eine subjective Lichtempfindung, die meist mit einem Anblicke eines Blitzes verglichen wurde, wahr. Einzelne läugneten jede Empfindung irgend einer Art und Andere klagten über Schmerzen, weil wahrscheinlich die Ciliarnerven oder andere in dem Fette der Augenhöhle verlaufenden Empfindungsäste verletzt wurden⁴⁾. Hat man den Sehnerven von Kaninchen vollkommen gesondert, so bleiben die Thiere bei der Trennung desselben ruhig oder schrecken höchstens auf, weil sie wahrscheinlich das subjective Flammenbild beängstigt. Ein lauter Schrei, wie sie ihn nach der Verletzung schmerzempfindender Nerven von sich geben, kommt nicht vor. MAGENDIE benutzte Cataractenoperationen, die er an Menschen anstellte, um die Netzhaut mit der Staarnadel zu berühren. Dieser Eingriff schmerzte nicht. Das entgegengesetzte Ergebniss aber hätte der Ciliarnerven wegen nichts beweisen können.

§. 722. Diese Erfahrungen lehren, dass die Stösse der Aetherwellen nur Lichtempfindung mittelst des Sinnesnerven des Auges erzeugen. Nimmt man aber an, dass sie die Wärmeerscheinungen

¹⁾ Siehe z. B. Fälle der Art: De functionibus nervorum. p. 11. und L. TÜRK, Mittheilungen über Krankheiten der Gehirnnerven. Wien 1855. 8. S. 3. 4.

²⁾ LONGET, Traité de physiologie. Tome II. Paris 1850. 8. p. 278.

³⁾ CL. BERNARD, Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux. Tome II. Paris 1858. 8. p. 228. Vgl. auch SCHIFF, a. a. O. S. 375.

⁴⁾ De functionibus nervorum p. 16. 17 und J. BUDGE, Lehrbuch der speciellen Physiologie des Menschen. Achte Auflage. Leipzig 1862. 8. S. 803. 804.

ebenfalls vermitteln, so würde folgen, dass nicht bloss die Netzhaut, sondern auch die Empfindungsnerven die Wirkungen derselben aufzufassen im Stande wären. Da das Wärmespectrum schon an Stellen jenseit des Anfanges des sichtbaren Roth auftritt, so folgt aus jener Annahme, dass das Wahrnehmungsvermögen des Gesichtsinnes erst bei einer grösseren Schnelligkeit des Rhythmus der Stösse, als die Erkenntniss durch die Tastwerkzeuge beginnt. Die Frage, ob möglichst kurze und daher als ultraviolett gesehene Aetherwellen keine merklichen Wärmeempfindungen erzeugen, bedarf noch einer näheren Prüfung. Da die Brechkörper des Auges die Wärmestrahlen nach den Beobachtungen von JANSSEN und von FRANZ in reichlicher Menge verschlucken, so erzeugt auch helles Licht, das anhaltend in das Auge dringt, keine störende Erwärmung der Netzhaut. Die doppelte Wirkungsweise, die wir eben für die Aetherwellen kennen gelernt haben, wiederholt sich auch für die Schwingungen der wägbaren Theilchen. Wir hören sie als Geräusche oder Töne und fühlen sie als Erschütterungen.

§. 723. Die Erregung der Netzhaut führt zu keinen unmittelbaren Muskelverkürzungen. Sie erzeugt dagegen Reflexbewegungen zunächst der Regenbogenhaut und dann der Augenlider und selbst in anderen Theilen des Gesichtes. Die Pupille verengt sich im Hellen und erweitert sich im Dunkeln. Die gleichen Veränderungen können aber auch durch die Reizung der betreffenden Nerven oder der Irismasse selbst hervorgerufen werden. Sind die Zwischenbahnen unthätig, hat man den Sehnerven, den Sehstreifen, die Gesamtmasse des Sehhügels, die Vierhügel oder den gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven durchschnitten, so fehlt die Grössenänderung des Sehloches, die sonst in Folge des die Netzhaut treffenden Lichtwechsels eintritt. Die Regenbogenhaut kann sich aber noch zusammenziehen, wenn helles Licht sie selbst trifft. Man muss diesen Umstand bei der Untersuchung der in der Regel erweiterten Pupille Amaurotischer berücksichtigen. (§. 408.). Kommt es in solchen Kranken ausnahmsweise vor, dass die Pupille im Hellen, wie im Dunkeln verengt bleibt, so wird man auf irgend einen anhaltenden Reizzustand, besonders des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven oder der Vierhügel zurückschliessen.

§. 724. Da ein nur kleiner Umkreis des Centralloches der Netzhaut das deutliche Sehen vermittelt, so ist der höchste Thätigkeitsgrad des edelsten Sinneswerkzeuges auf einen so engen Bezirk eingeschränkt, dass Störungen von geringem Umfange auf das Tiefste

eingreifen können. Mag auch der Kranke mit den Seitentheilen der Netzhaut, auf die er das Bild durch Schielen wirft, allmählig besser sehen lernen, so wird doch der Grad von Empfindungsschärfe, den die Umgebung des Centralloches gestattet, wahrscheinlichweise nie erreicht. Die äussersten Theile der Netzhaut besitzen ein so dumpfes Auffassungsvermögen, dass die auf ihnen sich abspiegelnden Gegenstände nur eine mehr oder minder deutliche Lichtempfindung, nicht aber eine scharfe Auffassung aus diesem Grunde und nicht bloss wegen der optischen Unvollkommenheit des Bildes erzeugen. AUBERT schloss aus seinen Versuchen, dass die Deutlichkeit der Farbenempfindung abnimmt, sich aber nicht wesentlich ändert, wenn man von dem gelben Flecke weiter nach aussen gegen den Ciliartheil der Netzhaut fortschreitet. PURKINJE, HELMHOLTZ und SCHELSKE ¹⁾ fanden dagegen, dass die Randtheile ihrer Netzhäute rothblind (§. 544.) sind. Die geringere Empfindlichkeit verrieth sich also hier durch den Mangel des Auffassungsvermögens der längsten Aetherwellen, ungefähr wie die gesunde Netzhaut die noch längeren nicht sieht, die Gefühlsnerven aber dieselben als Wärme empfinden können (§. 722.).

§. 725. Der verwickelte Bau der Netzhaut führte mich auf den Gedanken, dass die von den Fasern verschiedenen Elemente derselben die Einzelheiten der Lichteindrücke aufnehmen und verändert oder verarbeitet den Sehnervenfasern überliefern. Ich verglich dabei die Thätigkeit der Stäbchen, die das von der Aderhaut des Auges zurückgeworfene Licht aufnehmen sollten, mit der der Tastwärzchen der Haut ²⁾. Der Satz, dass die Sehnervenfasern allein äussere Gegenstände nicht sehen können, folgte unmittelbar aus dieser Anschauungsweise. HELMHOLTZ fand mit seinem Augenspiegel, dass die an der Eintrittsstelle des Sehnerven freiliegenden Nervenfasern keinen Lichteindruck liefern. Diese Thatsache bestätigt die Annahme, dass die erste Auffassung des Lichtes durch die nicht faserigen Elemente der Netzhaut vermittelt wird. Die Vorstellung, dass gesonderte Eindrücke nur durch freie Nervenenden möglich seien, führte später zu der Ansicht, dass die Stäbchen allein die mosaikartige Auffassung der einzelnen Bildpunkte möglich machten. Diese Anschauung gewann eine anatomische Grundlage durch die Beobachtungen von KÖLLIKER und H. MÜLLER, nach denen sich die in der Netzhaut verlaufenden Fasern des Sehnerven

¹⁾ SCHELSKE in Gräfe's Archiv für Ophthalmologie. Bd. IX. Abth. III. 1863. S. 39—62.

²⁾ De functionibus nervorum p. 106.

mit den Stäbchen durch die Ganglienkugeln, deren Fortsätze und die radialen oder Müller'schen Fasern verbinden. H. MÜLLER¹⁾ benutzte später die Purkinje'sche Aderfigur (§. 572.), um jene Anschauungsweise zu stützen.

§. 726. Wir sehen die Aderfigur in dem subjectiven Gesichtsfelde, weil sich undurchsichtige Blutgefässe zwischen der Lichtquelle und dem wahrnehmenden Theile der Netzhaut befinden. Chromsäurepräparate des Menschen lehren aber, dass die Gefässe in verschiedenen Höhen der Dicke der Netzhaut selbst verlaufen. Da die Richtungsänderung der einfallenden Strahlen die Gefässschatten in Bezug auf die wahrnehmenden Netzhautelemente um eine merkliche Grösse verschiebt, so müssen diese in einer verhältnissmässig beträchtlichen Entfernung hinter ihnen liegen. Diese Erscheinung und eine auf sie bezogene hypothetische Rechnung führten MÜLLER zu dem Schlusse, dass nur die Zapfen und die Stäbe, nicht aber die Fasern des Sehnerven, die inneren Enden der strahligen Fasern, die Nervenzellen und die Körner die erste Auffassung der Bilder vermittelten. SCHULTZE erklärte später die strahligen Fasern für Bindegewebe und WEBER bezweifelte, dass die Lichtauffassung allen Zapfen und Stäben zukomme. Man pflegt dessenungeachtet die erste Aufnahme des Lichteindrucks diesen Theilen mit Sicherheit zuzuschreiben, die kleinsten kenntlichen Netzhautbilder (§. 520.) mit ihrer Grösse in Beziehung zu bringen und die Haidinger'schen Lichtbüschel (§. 575.) von ihrer Wirkung herzuleiten.

§. 727. Die Thatsache, dass die Zapfen und die Stäbe optisch positiv und nicht wie die in der Netzhaut verlaufenden Sehnervenfaser negativ in Bezug auf ihre Längsachse sind, spricht nicht unmittelbar gegen jene Auffassungsweise, unterstützt sie aber auch nicht. Die Behauptung, dass der gelbe Fleck des Menschen keine Ganglienkugeln enthalte, ist jedenfalls nicht richtig. Die Angabe, dass die Sehnervenfaser ihn wulstartig umgeben, nicht aber in ihn eindringen, wird sich erst dann vertheidigen lassen, wenn die Untersuchung in polarisirtem Lichte und auf rothem Gypsgrunde (§. 73.) das Gleiche gelehrt haben wird, obgleich auch solche negative Ergebnisse immer nur zu Wahrscheinlichkeits-, nicht aber zu unbedingt sicheren Schlüssen führen können. Die helle Perlenmosaik, die man in dem subjectiven Gesichtsfelde häufig bemerkt, entspricht

¹⁾ H. MÜLLER, Ueber die entoptische Wahrnehmung der Netzhautgefässe. Würzburg 1855. 8. S. 30—39.

wahrscheinlich den Endflächen der Stäbchen und Zapfen, deren mikroskopisches Bild in der Vogelperspective ähnlich aussieht. Die von der Aderhaut zurückgeworfenen Strahlen projiciren wahrscheinlich jene Mosaik der Endflächen auf empfindende Netzhauttheile.

§. 728. Man kann die unmittelbare Auffassung der Lichteindrücke durch die Stäbchen und die Zapfen ebenso wenig mit Sicherheit behaupten, als unzweifelhaft widerlegen. Dasselbe gilt von der von BRÜCKE und zum Theil von HANNOVER¹⁾ vertheidigten Ansicht, dass jene Gebilde die schon einmal durch die Netzhaut gegangenen Strahlen ihr von Neuem durch gänzliche Zurückwerfung zuführen. So viel scheint aber gewiss, dass andere Theile, als die Nervenfasern der Netzhaut die Lichterregungen aufnehmen. Wir haben §. 184. gesehen, dass nicht die Unruhe der Aethertheilchen, sondern die der wägbaren Molecüle der Markmasse der Sehnervenfasern die das Sehen bewirkende Erregung nach dem Gehirne fortpflanzt. Man kann sich daher vorstellen, dass diejenigen nicht faserigen Elemente der Netzhaut, welche den Lichteindruck unmittelbar aufnehmen, so gebaut sind, dass sie einen Empfindlichkeitsgrad für die Wirkungen der Stösse der Aetherwellen besitzen, der dem Nervenmarke nicht zukommt. Die durch mechanische oder elektrische Reize hervorgerufenen subjectiven Lichterscheinungen lehren aber schon, dass die Bewegungen der wägbaren Theile des Markes in Lichtempfindung übersetzt werden.

§. 729. Man kann sich von der Auffassung aller möglichen Farbenarten Rechenschaft geben, wenn man voraussetzt, dass die Fähigkeit, drei Hauptfarben z. B. Roth, Grün und Blau zu unterscheiden, vorhanden ist. YOUNG²⁾ nahm an, dass es demgemäss drei Gattungen von Nervenfasern gibt, von denen je eine zur Erkenntniss nur einer einzigen der genannten Farben dient. HELMHOLTZ³⁾ und zum Theil MAXWELL und AUBERT⁴⁾ haben sich in neuester Zeit dieser Anschauungsweise angeschlossen. Die Rothblindheit (§ 544.) lässt sich hiernach als eine Lähmung oder einen Mangel der Roth sehenden Fasern betrachten. Ein anderer Ausdruck desselben Grundgedankens bestände darin, dass man die

¹⁾ A. HANNOVER, Das Auge. Leipzig 1852. S. S. 58—65.

²⁾ YOUNG, Phil. Transact. 1802. p. 19.

³⁾ HELMHOLTZ, Physiologische Optik. S. 291.

⁴⁾ AUBERT, Physiologie der Netzhaut. Breslau 1864. S. S. 177—186.

Verschiedenheit der Auffassung nicht auf die der Nervenfasern, sondern der nervösen Zwischentheile der Netzhaut, wie der Körner oder der Ganglienkugeln und deren Wechselwirkung mit den Nervenfasern bezöge.

Mehrere Erscheinungen sprechen gegen diese Vorstellungen. Da man die meisten Spectralfarben (§. 724.) an jedem Punkte des Gesichtsfeldes erkennt, so müsste man nach jener Meinung voraussetzen, dass die drei Arten von Farbenfasern an allen Stellen auf das Innigste und in gleicher Weise gemischt sind. Die kleinste noch sichtbare Fläche erscheint nicht nothwendiger Weise einfarbig, wenn sie ursprünglich weiss und z. B. nicht grün, wenn sie an und für sich roth ist. Die Berechnung ergibt aber, dass ein gutes Auge solche kleinste Flächen noch erkennt, wenn die Breite derselben hinter der der Sehnervenfasern der Netzhaut oder der der Stäbchen und der Zapfen zurücksteht. Ein anderer Gegengrund liegt in den Eigenschaften der subjectiven Nachwirkungen. Hat man das Auge durch helles Licht geblendet und richtet hierauf dasselbe auf eine weisse Wand, so klingen oft die Nachbilder in verschiedenen Farben ab. Man sieht aber dann z. B. eine lange Zeit an demselben Bezirke Grün, wo später Roth auftritt. Die den Bewegungen des Auges genau entsprechenden Verschiebungen des farbigen Fleckes lehren, dass hier immer dieselben Orte der Netzhaut subjectiv thätig sind. Man kann daher als wahrscheinlicher annehmen, dass eine und dieselbe Netzhautstelle die verschiedensten Spectralfarben, die mannichfachsten Schwankungen des Rhythmus der Stösse der Aetherwellen erkennen lässt.

§. 730. Die mikroskopische Untersuchung kranker Augen könnte in mancher Hinsicht genüendere Aufschlüsse als physiologische Versuche liefern. Gelänge es z. B. ein Mal nachzuweisen, dass die Zapfen und die Stäbe in einem Bezirke mangelten oder undurchsichtig waren, mit dem der Mensch, wenn auch nicht mit hinreichender Schärfe gesehen, doch die Formen und die Farben erkannt hatte, so würde die Frage über die unmittelbare Aufnahme der Lichtwirkungen durch jene Gebilde sicherer entschieden, als dieses je durch anatomische oder physiologische Untersuchungen möglich wäre. Es fragt sich übrigens, ob nicht schon der Augenspiegel einen solchen Fehler bei der Durchsichtigkeit der lebenden Netzhaut nachweisen könnte. Die Verbindung stark vergrössernder Linsen mit dem Augenspiegel könnte hier, wie in vielen anderen Beziehungen wesentlich nützen. Es war dagegen ein Missgriff, wenn man die lichtempfindenden

Gewebtheile der Netzhaut mittelst des mikroskopischen Nachweises der in Folge der Sehnerventrennung entarteten und der nicht entarteten Theile feststellen zu können glaubte. Nur das Mark ändert sich nach jenem Eingriffe in sichtlicher Weise (§. 92.).

§. 731. Da die Zerstörung des Auges eine Atrophie des Sehnerven nach sich zieht, so glaubte man die Leichenöffnungen von Einäugigen benutzen zu können, um über den Faserverlauf in dem Chiasma der Sehnerven Aufschluss zu erhalten. Es fand sich hierbei, dass bald der Sehstreifen der gleichen und bald der der entgegengesetzten Seite und in manchen Fällen sogar beide an Umfang abgenommen hatten. Man konnte daher keine sichere Belehrung auf diesem Wege erhalten. Die ungleichen Ergebnisse erklären sich daraus, dass sich ein Theil der Fasern kreuzt, während ein anderer an derselben Seite fortgeht¹⁾. Weder physiologische noch pathologische Erfahrungen haben bis jetzt gelehrt, welchen Abschnitten der Netzhaut die der ersteren und welchen die der letzteren Classe entsprechen. Man kann aber aus den §. 732. dargestellten Erscheinungen schliessen, dass die sich kreuzenden Fasern die wesentlichere Rolle für das Sehen der Säugethiere übernehmen.

§. 732. Die Sehhügel bilden nur die Durchgangsorte, nicht aber die Centralwerkzeuge der Sehnerven. Diese liegen vielmehr in den Vierhügeln. Die vorderen scheinen in dieser Hinsicht einflussreicher als die hinteren zu sein. Die Wirkung zeigt eine seitliche Kreuzung an. Die Abtragung der rechten Hälfte der gesamten Vierhügel oder der vorderen Erhabenheiten macht das linke Auge blind und umgekehrt. Da sich dieser gekreuzte Einfluss für die Uebergangsstelle von dem Sehhügel in die Vierhügel wiederholt, so folgt, dass diejenigen Fasern, die sich schon in dem Chiasma kreuzen, die wichtigeren für das Sehen sind. Die Beziehungen der Vierhügel zu den Regenbogenhäuten beider Augen werden uns bei dem gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven beschäftigen.

§. 733. Man kann noch nicht erklären, wesshalb wir die zwei Bilder desselben Gegenstandes, den die beiden Netzhäute liefern, zu einer einfachen Anschauung nur unter gewissen Nebenbedingungen ihrer Abspiegelungsorte verbinden. Die sogenannte Identitätslehre (§. 558.) gibt nur ein Wort für die Erscheinung, dass zwei Stellen der beiden Netzhäute, die ungefähr eben so weit oben, unten oder die eine innen und die andere aussen von dem Centralloche

¹⁾ Siehe z. B. die schematische Abbildung bei HANNOVER, Das Auge. Tab. I. Fig. 1.

liegen, das Einheitsbild, alle anderen Bezirke dagegen Doppelbilder liefern. Man erläutert sie gewöhnlich an Schemenzeichnungen, die eine reine Kugelform des Auges stillschweigend voraussetzen. Da aber die Brechkungskörper unserer Gesichtswerkzeuge weder centrirt, noch mit Oberflächen, die Umdrehungskörpern entsprechen, ausgestattet sind, so kann eine mathematisch genaue Identität in der Wirklichkeit nicht auftreten. Die Erfahrung lehrt auch, dass die Auffassung der Einheitsbilder erhalten bleibt, wenn sich der Bildpunkt des zweiten Auges etwas weiter von dem Centralloche entfernt, als der des ersten, dass also einem Punkte der Netzhaut ein gewisser Bezirk der anderen gleichwerthig erscheint und die doppelten Bilder erst nach dem Ueberschreiten desselben bemerkt werden (§. 558.). STEINBUCH¹⁾, der schon die Identitätslehre klar entwickelte, suchte die aus ihr hervorgehenden Erscheinungen als Folgen der Erziehung zu erklären. Ein Mensch, in dessen einem Auge eine künstliche Pupille wegen des Verschlusses der natürlichen angelegt worden, lerne daher allmählig mit ungleichwerthigen Netzhautstellen einfach sehen. Man hat aber hier wahrscheinlich den gleichen Fall, wie in Schielenden, dass sich der Kranke allmählig gewöhnt, das eine der beiden Doppelbilder zu vernachlässigen.

Die Ursache der Gleichwerthigkeit kann nicht in dem Baue der Netzhaut liegen. Wiche dieser an den einzelnen Stellen so sehr ab, dass verschiedene Bilder mit dem Wechsel der Oertlichkeit aufträten und sich die Uebereinstimmung nur für gleichwerthige Bezirke geltend machte, so müsste sich der Unterschied schon bei dem Sehen mit verschiedenen Netzhautbezirken eines Auges verrathen. Die Eigenthümlichkeit rührt auch nicht von einer teleologischen Beziehung zu den Muskelbewegungen her, da die Gleichwerthigkeit das Einfachsehen bei der Betrachtung naher Gegenstände und der hierzu nöthigen Convergenz nach innen am meisten beschränkt. Sie ist eben so wenig in einer einfachen symmetrischen Vertheilung begründet. Geht man von einer Ebene aus, die man sich nach aussen von der rechten oder der linken Körperoberfläche gelegen denkt, so sind ein innerer Bezirk der einen und ein äusserer der zweiten Netzhaut symmetrisch, zwei innere dagegen asymmetrisch. Die Lage der Theile in beiden Augenhöhlen und die Eintrittsstellen der Sehnerven sprechen aber dafür, dass man die Mittelebene und keine Seitenebene der Betrachtung zum Grunde legen muss. Wäre endlich

¹⁾ J. G. STEINBUCH, Beitrag zur Physiologie der Sinne. Nürnberg 1811. 8. S. 245.

der Einheitseindruck Erziehungssache, so liesse sich erwarten, dass wir auch einfach zu sehen lernen könnten, wenn sich der Gegenstand auf nicht gleichwerthigen Orten abspiegelt. Da sich aber dann Doppelbilder trotz allen Gegenzeugnisses des Bewusstseins darstellen, so haben wir hier dieselbe unabweisbare Erscheinung, wie bei den Integritätsgefühlen der Amputirten und den Wirkungen der peripherischen Deutung (§. 584.) überhaupt. Alle diese Leistungen zeugen für die Anwesenheit einer bestimmten Claviatur in dem centralen Nervensysteme, deren Einzelheiten man nicht anzugeben im Stande ist.

§. 734. Die Gesichtseindrücke bilden die häufigste, nicht aber die einzige Ursache des Schwindels gesunder Menschen. Wie der Verlust der symmetrischen Thätigkeit der beiden Seitenhälften einzelner Hirntheile zu Zwangsbewegungen führt (§. 690.), so kann man den Schwindel als eine ähnliche Zwangsempfindung ansehen. Die verschiedenartigen Kreisbewegungen kommen in jenem Falle auf ähnliche Weise zu Stande, wie die Curven, in denen sich die Planeten um die Sonne bewegen. Jeder unendlich kleine Abschnitt bildet hier die Diagonale eines Parallelogrammes von Kraftwirkungen, der vermöge der Trägheit anhaltenden Bewegungsrichtung und der als centripetales Streben thätigen Anziehung. Die nächsten Folgen der halbseitigen Hirnverletzungen bestehen darin, dass die Muskeln der einen Seitenhälfte des Körpers schwächer, als die der anderen wirken. Die vollständige Sonderung der Leistungen beider fehlt zugleich so lange, als der Reizzustand anhält (§. 598.). Sie liefern dann zwei an Stärke ungleiche Kräfte, deren verschiedene Zugrichtungen sich zu einer Diagonale in jedem unendlich kleinen Zeittheile zusammensetzen. Man erhält daher eine Reihe von unendlich kleinen geraden Linien oder von Tangenten und im Ganzen eine in sich geschlossene Curve. Der Schwindel, der eine Nachwirkung einer Sinnesempfindung bildet oder auch durch ungleichen Druck der verschiedenen Hirntheile in Folge von Blutfülle oder theilweiser Blutleere oder anderer Ursachen entsteht, wird als Kreisschwindel oder mit dem Eindrücke einer geschlossenen Curve auftreten, wenn die beiden Seitenhälften ungleich wirken, sonst dagegen das Gefühl eines gerad- oder krummlinigen Umsinkens erzeugen. Hat eine Zangengeburt die Schädelknochen verschoben und die spätere Verknöcherung diese seitliche Asymmetrie nicht ausgeglichen, so besitzt ein solcher Mensch eine besondere Neigung zu Schwindelanfällen. Diese Auffassungsweise der Verhältnisse stimmt auch damit, dass

die verschiedensten Sinneseindrücke, besonders aber die Gesichtswahrnehmungen zu Schwindel führen und Blinde dessenungeachtet an demselben leiden können. Die Versuche von PURKINJE lehrten, dass die nachträgliche Wendung des Kopfes die scheinbare Richtung der Schwindelbewegungen ändert. Ein wagerechter Schwindel, den man bei rückwärts gebeugtem Kopfe erzeugt hat, wird zu einem senkrechten, so wie man den Kopf in die gewöhnlich aufrechte Stellung bringt. Der gleiche Lagenwechsel nach Drehbewegungen während der Kopfneigung nach einer Seite oder nach vorn, führt zu der Täuschung, als wenn die Gegenstände vorn oder hinten hinauf- oder hinuntergingen oder sich in der Richtung eines senkrechten Rades drehen. Wie der Gesichtsschwindel selbst auf einer Nachempfindung beruht, so greift auch die Stellungsänderung des Kopfes in allen diesen Fällen entscheidend ein. Was wir Schwindel nennen, entspricht nur einer allgemeinen Empfindung, die von der asymmetrischen Wirkung der verschiedensten Hirnthteile herrühren kann. Die Unmöglichkeit, die näheren Verhältnisse in Thierversuchen zu verfolgen, die Unbestimmtheit, mit welcher der Kranke selbst die Einzelheiten auffasst und die Unzuverlässigkeit der Leichenöffnungen werden es immer unmöglich machen, jene Summe scharf beobachteter Einzelercheinungen auf diesem Gebiete zu gewinnen, welche die ausschliessliche sichere Grundlage der klaren Erkenntniss bildet.

§. 735. Obgleich der gemeinschaftliche Augenmuskelnerv (N. oculomotorius) zu den Bewegungsnerven gehört, so schmerzt doch seine Reizung innerhalb der Schädelhöhle. SCHIFF und BERNARD sehen dieses als die Folge einer rücklaufenden Empfindlichkeit (§. 579.), die von Fasern des dreigetheilten Nerven herrührt, an. Die Bewegungseinflüsse erstrecken sich auf den Aufheber des oberen Augenlides und alle Augenmuskeln mit Ausnahme des äusseren geraden und des oberen schiefen, mithin auf den oberen, den inneren und den unteren geraden und den unteren schiefen Muskel und auf die Regenbogenhaut des Auges. Der obere Ast versorgt den Heber des oberen Lides und den oberen geraden Augenmuskel, der untere dagegen die übrigen genannten Muskelmassen. Da der obere und der untere gerade Muskel von demselben Bewegungsnerven abhängen, so hat man hier ein Beispiel des auch sonst oft vorkommenden Falles, dass der gleiche Nervenstamm zwei Gegenfüssler beherrscht. Die Gesamtlähmung des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven verräth sich daher auch nach-

drücklicher durch die regelwidrige Drehung des Auges um die senkrechte, als um die wagerechte Achse.

§. 736. Das Herabfallen des oberen Augenlides (Ptosis, Blepharoplegia) bildet die im Gebiete des dritten Hirnnerven häufigste Lähmungsform. Da sie sich nur auf einen Theil des oberen Astes bezieht und der obere gerade Augenmuskel thätig zu bleiben pflegt, so verräth sich hierdurch ein centrales und kein rein peripherisches Leiden. Das Schielen nach aussen, das bei tieferen Netzhautkrankheiten und auch sonst auftritt, hängt ebenfalls nur von einer gewissen Summe von Fasern des unteren Astes ab. Ist aber der gemeinschaftliche Augenmuskelnerv im Ganzen gelähmt, so gesellt sich noch eine Reihe anderer Zeichen zu jenen beiden Bewegungsstörungen.

§. 737. Die geraden Augenmuskeln drehen nicht bloss den Augapfel, sondern ziehen ihn auch gegen den Grund der Augenhöhle zurück. Die schiefen suchen ihn nach vorn zu bewegen. Man findet daher bisweilen bei Lähmungen des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven, dass der kranke Augapfel etwas stärker als der gesunde hervorragt. Der durch den oberen schiefen Muskel bedingte Zug nach vorn hat dann das Uebergewicht über den durch den äusseren geraden Muskel erzeugten Zug nach hinten. Die Augenlidspalte kann willkürlich geschlossen werden, weil der Kreismuskel der Augenlider von dem Antlitznerven abhängt. Die Oeffnung dagegen bleibt der Ptosis wegen unvollständig. Der Kranke muss das obere Augenlid mit den Fingern heben, wenn er mit dem entsprechenden Auge vollkommen sehen will. Die ungehinderte Thätigkeit des oberen schiefen Augenmuskels gestattet die willkürliche Bogenwendung des Auges nach unten und aussen. Das Widerspiel des kräftigeren äusseren Augenmuskels macht aber jene Bewegung mühsamer und unsicherer und lässt sie nur kurze Zeit anhalten, so dass bald wiederum der Augapfel gerade nach aussen schnellt. Die durch den unteren schiefen Muskel erzeugte Stellung des Auges nach oben und innen, die im Schläfe vorkommt und durch die man den wahren Schlaf von dem erheuchelten unterscheiden kann, scheint hier in geringerem Grade aufzutreten. Ist der obere oder der untere gerade Augenmuskel mit oder ohne den inneren nur in ungleichem Grade geschwächt, so weicht das Auge nicht bloss nach aussen, sondern zugleich nach oben oder nach unten, je nachdem der entsprechende gerade Muskel das Uebergewicht hat.

§. 738. Reizt man den gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven eines frisch getödteten Säugethieres innerhalb der Schädelhöhle, so ziehen sich bisweilen der äussere gerade und selbst der obere schiefe Augenmuskel, so wie der dem Menschen fehlende Zurückzieher des Augapfels zusammen, wenn auch die Verbindung mit dem Gehirn nicht mehr besteht. Da es im Menschen hin und wieder vorkommt, dass Oculomotoriuszweige zu jenen Muskeln gehen, so darf man nicht aus der Schwäche des äusseren geraden und des oberen schiefen Augenmuskels neben der Unthätigkeit der übrigen Augenhöhlenmuskeln unbedingt schliessen, dass andere Nerven, als der gemeinschaftliche Augenmuskelnerv leiden. Die Lähmung einer grösseren Zahl von Nerven wird aber eine um so grössere Wahrscheinlichkeit für sich haben, je vollständiger sich die Leistungsfähigkeit jener Muskeln verloren hat. Die Abweichungen verrathen sich am nachdrücklichsten, wenn der äussere Augenmuskelnerv ebenfalls unthätig ist. Das Auge kann dann seine natürliche Stellung in der Ruhe darbieten. Nur die vollkommene Unmöglichkeit der Bewegung nach innen oder nach aussen verräth das gleichzeitige Leiden des dritten und des sechsten Hirnnerven. Die von LOEBNER¹⁾ angegebene Thatsache, dass sich die Augenmuskeln durch elektrische Ströme nicht mehr zusammenzogen, wenn sie selbst noch dem Willen bei unvollkommener Lähmung gehorchten, lässt sich von physiologischem Standpunkte nicht erklären.

§. 739. Die Schwäche des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven einer Seite verräth sich durch die Asymmetrie der Wendungen beider Augen, wenn der Blick einem bewegten Gegenstande zu folgen sucht. Die Drehungen nach aussen oder nach unten und unten fallen im Allgemeinen in dem kranken Auge stärker, als in dem gesunden aus. Das Umgekehrte verräth sich dagegen für die übrigen Bewegungen. Die grossen Anstrengungen der geschwächten Augenmuskeln, welche dessenungeachtet nur zu unvollkommenen Leistungen führen, erzeugen häufig krampfhafte Verkürzungen der gesunden Muskeln. Die Disharmonie der Augenstellung nimmt hierdurch noch mehr zu.

§. 740. Die Reizung des von dem Gehirn getrennten Stammes des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven eines Säugethieres innerhalb der Schädelhöhle verengert das Sehloch. Man hat also Myosis. Die Durchschneidung erzeugt eine Erweiterung oder Mydriasis,

¹⁾ F. A. LOEBNER, Nonnulla de Nervi oculomotorii paralysi. Lipsiae 1859. 8. p. 18. 19.

welche jedoch den höchsten überhaupt möglichen Grad nicht erreicht. Die Erregung des Halstheiles des sympathischen Nerven oder das Eintröpfeln von Atropin in den Bindehautsack hat dann noch eine fernere Vergrösserung des Pupillendurchmessers zur Folge. Die Verengerung des Sehloches, die sonst jeder stärkeren Wirkung des Lichtes auf die Netzhaut folgt, mangelt, nicht aber diejenige, die sich nach der Entleerung der wässrigen Feuchtigkeit einstellt¹⁾. Alle diese Erscheinungen kehren auch für den Menschen wieder. Die Betrachtung des sympathischen Nerven wird uns zu ihnen zurückführen.

§. 741. Obgleich die Sehkraft durch die Trennung des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven an und für sich nicht leidet, so erzeugen doch die Nebenwirkungen derselben mancherlei Störungen. Die disharmonische Stellung der Gesichtsachsen hat zur Folge, dass ein Mensch, der an Halblähmung oder an vollständiger Unthätigkeit jenes Nerven seit nicht zu langer Zeit leidet, von Doppelbildern belästigt wird, wenn auch sein Sehvermögen sonst nicht gestört ist. Das dem kranken Auge entsprechende Bild steht schief, wenn der ursprünglich senkrechte Meridian des Auges durch den äusseren und den oberen schiefen Augenmuskel nach aussen und unten gedreht worden. Die Lage und die Ortsveränderung der Doppelbilder und der Nachbilder können die Wirkungsgrösse der einzelnen, nicht vollkommen gelähmten Muskeln bestimmen. Der Kranke gewöhnt sich allmählich hier, wie in anderen Arten des Schielens, das zweite Bild, welches das leidende Gesichtswerkzeug liefert, zu vernachlässigen und nur mit einem Auge zu sehen. Die nicht gebrauchte Netzhaut kann desshalb einen grösseren Theil ihrer Leistungsfähigkeit einbüssen. Sie gewinnt aber ihre früheren Kräfte nach der Beseitigung der Lähmung des dritten Hirnnerven rasch wieder. Die Gezwungenheit und das Schwanken der gleichzeitigen Bewegungen beider Augen (§. 739.) führen oft zu Undeutlichkeit des Sehens, dem Scheine des Zitterns der erblickten Gegenstände und selbst zu Schwindel. Der Kranke stellt bisweilen den Kopf schief, um einen Punkt mit beiden Augen mit nahezu gleicher Schärfe zu erkennen. Da sich das Sehloch in hellem Lichte nicht mehr verengt, so tritt dann eine grössere Summe von Strahlen in das Auge. Eine zu bedeutende Lichtstärke blendet daher leichter, als unter regelrechten Verhältnissen.

¹⁾ J. BUDGE, Ueber die Bewegung der Iris. Braunschweig 1855. 8. S. 63. 64.

§. 742. Sind auch die von dem gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven abhängenden Muskeln des Augapfels gelähmt, so kann dessen ungeachtet die Pupille ihre Beweglichkeit bewahren. Es ist sogar vorgekommen, dass die Regenbogenhaut anhaltende Wechselkrämpfe darbot¹⁾, wie sie dem sogenannten Hippus, der fortwährend abwechselnden Verengerung und Erweiterung der Pupille eigen sind. Atropin wirkt dann auf die kranke Regenbogenhaut wie auf die gesunde.

§. 743. GRAEFE fand das Anpassungsvermögen erhalten, wenn auch die Augenmuskeln geschwächt waren oder die Regenbogenhäute beider Augen angeborene Colobomaspalten darboten. CANSTATT bemerkte nur eine Schwächung, LOEBNER²⁾ dagegen einen vollkommenen Mangel desselben selbst in einem Falle unvollkommener Lähmung des Augenmuskelnerven. Die Pupillenverengerung nach dem Einlegen von Calabarpapier in den Bindehautsack entsteht später und hält dafür länger an, als die künstliche Kurzsichtigkeit, die das Gift erzeugt³⁾. Genauere Untersuchungen über das Anpassungsvermögen nicht bloss durch Leseproben, sondern auch mittelst des Augenspiegels (§. 497.) wären um so wünschenswerther, als sie zugleich über die Theile Aufschluss geben würden, welche die inneren Veränderungen des Auges bewirken und wie sie bei dem Nabe- und dem Fernsehen thätig sind.

Die ungewöhnliche scheinbare Ortsveränderung der Gegenstände des Gesichtsfeldes führt leicht zu Schwindel. Er kann sich je nach den Verhältnissen des gesunden Auges mehr oder minder geltend machen.

§. 744. Viele Verletzungen des centralen Nervensystemes erzeugen regelwidrige Augenstellungen, die ihrem Wesen nach zu den Zwangsbewegungen (§. 690.) gehören. Verwundungen des kleinen Gehirns führen hier zu den auffallendsten Ergebnissen. Hat man die eine Kleinhirnhemisphäre eines Kaninchens durchschnitten, so rollt gewöhnlich das Auge der entsprechenden Seite in der Augenhöhle herum oder starrt in selteneren Fällen nach hinten und oben. Das der entgegengesetzten Seite ist immer stier nach vorn und

¹⁾ Siehe z. B. R. ULRICH, *De Catoptrices et Dioptrices in oculorum morbis cognoscendis usu atque utilitate*. Gottingae 1853. 4. p. 36. LOEBNER, a. a. O. p. 5. und p. 22.

²⁾ LOEBNER, a. a. O. p. 6. und p. 23.

³⁾ ROBERTSON, *Journal de Pharmacie*. Troisième Série. Tome XLIV. 1863. p. 51. und 351. GRAEFE in *s. Archiv*. Bd. IX. Abth. III. S. 95. B. RUETE in *Wagner's Arch. d. Heilkunde*. Bd. V. Leipzig 1864. S. 177.

unten gerichtet. Die Trennung des mittleren Kleinhirnschenkels hat den umgekehrten Erfolg. Das Auge der kranken Seite bleibt nach vorn und unten und das andere nach hinten und oben gerichtet. Die Quertrennung der einen Seitenhälfte der Brücke erzeugt die gleiche, die der Pyramide und der strickförmigen Körper dagegen bisweilen nach MAGENDIE die umgekehrte Wirkung. Die Trennung des einen Grosshirnschenkels oder der Ausstrahlung desselben in das grosse Gehirn kann auf die von dem gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven beherrschten Theile wirken. Das Schielen nach aussen, das man in manchen Hemiplegischen findet, hängt hiermit zusammen.

§. 745. Verwundungen der Vierhügel können Augenbewegungen zur Folge haben. Sie erzeugen sich aber wahrscheinlich erst auf dem Wege des Reflexes. Jene Hirntheile wirken dagegen auf das Nachdrücklichste auf die Regenbogenhaut und die Sehkraft des Auges (§. 732.). Reizt man auch nur die eine Hälfte der Vierhügel, so ändern sich doch meistens die Grössen der Pupillen beider Augen. Hat die Abtragung eines vorderen Vierhügels ein Kaninchen an der entgegengesetzten Seite geblendet, so verkleinert sich doch noch das Sehloch, wenn ein starker Lichteindruck das andere Auge anregt¹⁾. Die Amaurose eines Auges des Menschen bietet nicht selten das Gleiche dar. Die vorsichtige Reizung des einen hinteren Vierhügels kann zu ausschliesslicher Pupillenverengung des entgegengesetzten Augapfels führen. Die nachdrücklichere Erregung wirkt auf beide Augen.

§. 746. Der Rollmuskelnerv (N. patheticus s. trochlearis) beherrscht den oberen schiefen Augenmuskel. Das Auge sinkt bei der Lähmung desselben in die Augenhöhle in geringem Grade zurück. Die Rollung des Augapfels nach aussen und unten und die Bewegung nach unten überhaupt sind erschwert. Sieht der Kranke Doppelbilder, so steht wiederum das der leidenden Seite entsprechende Bild in dem Maasse schief, als der einseitige Einfluss des unteren schiefen Augenmuskels den senkrechten Meridian des Auges in seiner Zugrichtung gedreht hat. Das Doppeltsehen verräth sich am auffallendsten bei dem Blicke nach unten. Es erzeugt eine ähnliche Wirkung, als hätte man vor den beiden Augen Prismen in ungleichen Entfernungen aufgestellt.

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 358.

§. 747. Berücksichtigt man nur die quergestreiften Muskelmassen, so bildet die grössere Wurzelabtheilung des dreigetheilten Nerven (*N. trigeminus*) einen Empfindungs- und die kleinere einen, wie es scheint, reinen Bewegungsnerven. Man hätte hiernach ein ähnliches Verhalten, wie in den Wurzeln der Rückenmarksnerven, nur mit dem Unterschiede, dass hier die empfindende Wurzel bedeutend stärker als die bewegende wäre. Die mechanische Reizung des dreigetheilten Nerven in der Schädelhöhle erzeugt auch lebhaftere Schmerzen, als die jedes anderen Hirnnerven. Die bis jetzt gewonnenen Erfahrungen sprechen zwar dafür, dass die kleinere Abtheilung des dreigetheilten Nerven nur Bewegungsfasern einschliesst. Die grössere hingegen kann nicht mehr als ein blosser Empfindungsnerv angesehen werden, so wie man auch andere Verkürzungsgebilde als die quergestreiften Muskelmassen berücksichtigt.

§. 748. Das Sehloch der Kaninchen verengert sich, man mag den dreigetheilten Nerven vor oder hinter den Gasser'schen Knoten oder die eine Hälfte des verlängerten Markes durchschnitten haben. Der Pupillendurchmesser nimmt dabei nach BUDGE¹⁾ langsam ab und hält dafür lange und oft noch nach dem Tode des Thieres an. Dasselbe wiederholt sich in Fröschen, nicht aber in Hunden und Katzen, deren Sehloch sich in Folge jenes Eingriffes erweitert. Die Pupillenverengung wird auch in einzelnen Fällen von Lähmung des dreigetheilten Nerven des Menschen angegeben²⁾. Dieses stimmt mit einer anatomischen Beziehung. Der Halstheil des sympathischen Nerven ist von dem des herumschweifenden Nerven im Kaninchen ebenso scharf geschieden, als in dem menschlichen Körper. Beide Nervenstämme verschmelzen dagegen auf das Innigste in vielen Fleischfressern. Die meisten Forscher waren nicht im Stande, eine Veränderung des Sehloches durch die Reizung des von dem centralen Nervensysteme getrennten dreigetheilten Nerven zu erzeugen, wenn sie sich vor elektrischen Stromesschleifen und anderen Täuschungsquellen zu schützen suchten. Nur BALOGH³⁾ nimmt an, dass die Bewegungsfasern der Pupillenerweiterung in dem dreigetheilten Nerven verlaufen, weil die elektrische Erregung des Augenastes des dreigetheilten Nerven oder des Gasser'schen Knotens das Sehloch vergrössert, und die bei der Erstickung eintretende Pupillen-

¹⁾ J. BUDGE, Ueber die Bewegung der Iris. Braunschweig 1855. S. S. 99, 100.

²⁾ Siehe z. B. die Tabelle. Ebendasselbst. S. 179.

³⁾ BALOGH, Moleschott's Untersuchungen. Bd. VIII. 1862. S. 423—434.

erweiterung nach der vollständigen Durchschneidung jenes Knotens, nicht aber nach der des Halsstammes des sympathischen Nerven aufhört. Diese Erfahrungen beweisen nicht, dass die Wurzeln des dreigetheilten Nerven bewegende Fasern der Regenbogenhaut einschliessen, weil sich der sympathische Nerv mit dem Gasser'schen Knoten verbindet und ein Theil der Fasern desselben, die auf die Regenbogenhaut wirken, erst in dem obersten Halsknoten und selbst noch höher hinzutritt. Die Annahme von OEHL, dass der Hund pupillenerweiternde Nerven besitzt, die aus dem Gasser'schen Knoten entspringen, ruht desshalb ebenfalls auf keiner zuverlässigen Grundlage.

§. 749. Die Ernährungsstörungen, welche die Lähmung des dreigetheilten Nerven zur Folge hat, lassen es nicht bezweifeln, dass viele Bewegungsfasern der Blutgefässe des Kopfes in den Wurzeln und dem Stamme jenes Nerven verlaufen. Dasselbe gilt für die Nervenzweige der Thränendrüse und anderer Absonderungswerkzeuge des Kopfes. LONGET will beobachtet haben, dass die Menge der Thränenflüssigkeit und des Mundspeichels nach der Durchschneidung des Trigeminus innerhalb der Schädelhöhle abnehme.

§. 750. Bezieht man den Ausdruck nur auf die quergestreiften Muskelmassen, so lässt sich behaupten, dass der erste und der zweite Ast des dreigetheilten Nerven (*Ramus ophthalmicus* und *R. maxillaris superior N. trigemini*) zu den reinen Empfindungsnerven gehören, der dritte (*R. maxillaris inferior*) dagegen gemischt ist, weil er sich aus einem Theile der grösseren und der ganzen kleineren Abtheilung des dreigetheilten Nerven zusammensetzt.

§. 751. Da es häufig vorkommt, dass nur einer der untergeordneten Aeste des dreigetheilten Nerven überempfindlich oder gelähmt ist, so wollen wir zuerst die Hauptzweige eines jeden der drei Hauptäste gesondert betrachten. Ein und derselbe Bezirk der Gesichtshaut empfängt nicht selten Zweige des ersten und des zweiten, des zweiten und des dritten oder des ersten und des dritten Hauptastes. Die genaue Untersuchung solcher gemischter Bezirke fordert die Prüfung mit dem mechanischen und dem elektrischen Tastzirkel (§. 428.) und das Abstechen mit Nadeln, um, wo möglich, zu entscheiden, ob das geringere Auffassungsvermögen von einer Halblähmung aller in dem Hautbezirke sich verbreitenden Nerven oder nur von der mehr oder minder vollständigen Unthätigkeit derer, die dem einen Zweige des dreigetheilten Nerven angehören, herrührt.

§. 752. Die Trennung des Nasen-Blendungszeuges (R. naso-ciliaris) oder des ganzen Augenastes (R. ophthalmicus) verkleinert das Sehloch. Es kann sich wiederum später in geringem Grade erweitern. Sein Umfang nimmt aber von Neuem ab, so wie sich die Ernährungsstörungen des Auges nachdrücklicher geltend machen. Der Nasenast (R. ethmoidalis) beherrscht die Empfindlichkeit der Schleimhäute der Stirnhöhle, z. Th. der Siebbeinzellen, der vorderen Bezirke der Nasenscheidewand und der Seitentheile der Nase. Da sich aber auch hier Nasenzweige des zweiten Astes des Trigeminus verbreiten, so wird man einen nur unvollkommenen Gefühlsangel an den meisten Stellen haben. Die nach aussen tretende Endfortsetzung des Nasenzweiges, der äussere Nasenast (R. nasalis externus) versorgt die Haut der äusseren Nase von der Höhe der Nachbarschaft des inneren Augenwinkels bis zum Rande des äusseren Nasenloches. Die Hauptnerven dieser Gegend kommen aber nicht aus ihm, sondern aus dem Unteraugenhöhlengeweige des zweiten Astes. Die Lähmung des Nasenblendungszeuges wird daher nur untergeordnete Störungen der Empfindlichkeit dieses Hautbezirkes hervorrufen.

§. 753. Der Unterrollnerv (R. infratrochlearis) des Nasenblendungszeuges und der Oberrollnerv (R. supratrochlearis) des Stirnnerven (N. frontalis), so wie andere Bündel des letzteren versorgen die Bindehaut, die Thränenkarunkel und den Thränensack. Es hängt von der Gesamtsumme dieser Zweige ab, dass man die Bindehaut eines Menschen, dessen Augenast gelähmt ist, berühren kann, ohne dass die Augenlidspalte unwillkürlich geschlossen wird oder die Thränen reichlicher hervorströmen. Obgleich der Ober- und der Unterrollnerv feine Fäden an die äussere Haut der Augenlider und der Nachbargegend abgeben, so sind diese doch im Verhältniss zu denen, die aus dem Stirnnerven und dem Unteraugenhöhlennerven kommen, zu unbedeutend, als dass sich ihre Lähmung durch einen sehr auffallenden Grad von Unempfindlichkeit verrathen könnte.

§. 754. Der Oheraugenhöhlenast des Stirnnerven (R. supraorbitalis N. frontalis) macht die Haut des oberen Augenlides, der Gegend der Augenbrauen, der Stirn und des Vordertheiles des Scheitels empfindlich. Zog die Verwundung dieses Nerven eine Abnahme oder den Verlust des Sehvermögens des Menschen nach sich, so rührte es wahrscheinlich nur davon her, dass derselbe Eingriff, der den Stirnnerven traf, den Sehnerven heftig erschütterte oder

sonst nachdrücklich verletzte. Man kann keine besondere physiologische Beziehung beider Nervenstämme nachweisen. Das Sehvermögen des Menschen und der Thiere bleibt nicht selten vollkommen erhalten, wenn man den Stirnnerven unmittelbar über der Augenhöhle durchschnitten hat. Reizte KUGEL diesen Nerven oder den Unterrollnerven des Hundes oder die centralen Abschnitte jener Stämme nach der Durchschneidung derselben mit elektrischen Strömen, so verkürzten sich die Augenmuskeln, vorzugsweise der Zurückzieher des Auges auf reflectorischem Wege. Neuralgien der genannten Nerven werden auch nicht selten von Krämpfen der Augenmuskeln begleitet.

§. 755. Obgleich der Thränennerv (*R. lacrymalis*) vorzüglich die Thränendrüse versorgt, so gehen doch Fäden desselben zum Auge und der Haut der Nachbarschaft des äusseren Augenwinkels. Man hat noch nicht genauer untersucht, ob sie blosse Empfindungs- oder Gefässnerven sind oder aus einer Mischung beider bestehen.

§. 756. Der Wangenhautnerv (*N. subcutaneus malae*) des zweiten Hauptastes oder des Oberkieferastes (*N. maxillaris superior*) des dreigetheilten Nerven versieht die Haut in der Gegend des Jochbeines, die auch Zweige von dem Unteraugenhöhlenaste und dem oberflächlichen Schläfernerven bezieht. Der verhältnissmässig lange freie Verlauf jenes Nerven in der Augenhöhle macht es möglich, dass er schon durch Geschwülste, die sich in der hinteren Hälfte derselben befinden, beeinträchtigt wird, wenn der durch den Unteraugenhöhlencanal vorn geschütztere Stamm des Unteraugenhöhlennerven nicht leidet.

§. 757. Wir werden sehen, dass der Vidianische Nerv (*N. Vidianus*) Fasern des Antlitznerven dem Gaumenkeilbeinknoten zuführt. Er enthält wahrscheinlich überdiess Empfindungsfasern für die Schleimhäute des hintersten und untersten Theiles der Nasenhöhle und des oberen Bezirkes des Schlundes. Die vorderen und die hinteren Nasenzweige (*N. N. nasales superiores anteriores* und *posteriores*) vermitteln die Empfindlichkeit der hinteren Abschnitte der Nasenmuschel und der Nasenscheidewand und die Umgebung der Rachenmündung der Eustachischen Trompete. Der Scarpa'sche Nasenscheidewandnerv (*N. naso-palatinus Scarpae*) leistet dieselben Dienste für die Nasenscheidewand, vorzugsweise den mittleren und den unteren Theil derselben und die Gaumenwarze. Die Gaumenzweige (*R. R. palatini*) haben die gleiche Beziehung zu der untern Muschel und den Schleimhäuten

des mittleren und des unteren Nasenganges, des harten und des weichen Gaumens und des Zäpfchens. Die drei Arten oberer Zahnnerven (N. N. dentales superiores posteriores, medius und anterior) begeben sich zu den Zähnen des Oberkiefers, dem Zahnfleische, der Schleimhaut der Highmoreshöhle, der des Bodens der Nasenhöhle, der vordern Gaumenhaut, dem Thränen-Nasengange (Ductus lacrymalis) und selbst vielleicht zu der äusseren Haut der Wange. Der Unteraugenhöhlenast (R. infraorbitalis) endlich bildet den vorzüglichsten Empfindungsnerven des unteren Augens, der äusseren Haut der Nase, der Wange und der entsprechenden Hälfte der Oberlippe, so wie der Schleimhaut der letzteren. Seine Ueberempfindlichkeit erzeugt den Fothergill'schen Gesichtschmerz. Ein Kranker, der an Lähmung dieses Nerven leidet, hält das Glas, aus dem er trinkt für lückenhaft, weil er seinen Empfindungsmangel auf den Gegenstand überträgt.

§. 758. Die Zweige, die der Ohrknoten (Ganglion oticum) für den Spanner des Trommelfelles (Ramus ad tensorem tympani) und den inneren Flügelmuskel (Pterygoideus internus) entlässt, sind unzweifelhaft bewegungserregend. LUDWIG und POLITZER sahen Ortsveränderungen des Hammergriffes frisch getödteter Hunde, wenn sie den dreigetheilten Nerven in der Schädelhöhle reizten. Dieses Ergebniss blieb nach der Durchschneidung der Sehne des Paukenfellspanners aus. Die übrigen Zweige jenes Knotens dagegen bestehen vermuthlich vorzugsweise aus Mischungen von Empfindungs- und Gefässnerven.

§. 759. Der kurze Nervenstamm, den man den Kaumuskel-nerven (N. crotaphitico-buccinatorius Palettæ) nennt, leitet die Bewegungen der Kaumuskeln (Temporalis, Masseter, Pterygoideus internus und externus), nicht aber die des Backenmuskels (Buccinatorius), die von dem Antlitznerven abhängen. Die Lähmung der Kaumuskeln der einen Seite macht es möglich, dass die der anderen den Unterkiefer nach ihrer Seite hinüberziehen. Diese bei dem Kauen sich vergrössernde Abweichung hat zur Folge, dass sich die Zähne der Kaninchen vorzugsweise, die Backzähne einseitig und zwar an der gesunden Seite entgegengesetzt wie an der kranken abschleifen ¹⁾.

¹⁾ Siehe SCHIFF, Untersuchungen der Physiologie des Nervensystems. Frankfurt a. M. 1855. S. 49. 50.

§. 760. Der oberflächliche Schläfenzweig (*R. temporalis superficialis sive auricularis anterior*) enthält die Empfindungsfasern für die Haut vor dem Kiefergelenke, für einen Theil des äusseren Gehörganges, die äussere Haut des Ohres und der Schläfe und gibt noch Fasern an das Kiefergelenk und die Ohrspeicheldrüse. Der Zungenast des dreigetheilten Nerven (*R. lingualis N. trigemini*) vermittelt die Tastempfindlichkeit der entsprechenden Zungenhälfte und der Schleimhaut der Mundhöhle neben der Zunge. Der Unterkiefernerve (*R. maxillaris inferior s. mandibularis*) ist ein gemischter Stamm. Der Kieferzungenbeinast (*R. mylohyoideus*), den er vor seinem Eintritte in den Unterkiefercanal entlässt, gibt einige Fasern an die beiden Flügelmuskeln und beherrscht vorzugsweise die Bewegungen des Kieferzungenbeinmuskels (*Mylohyoideus*) und des vorderen Bauches des zweibäuchigen Kiefermuskels (*Digastricus maxillae inferioris*). Die Empfindungsfasern des Unterkieferzweiges gehen zu den Zähnen, dem Zahnfleische und der Knochenmasse des Unterkiefers. Die Kinnneuralgie rührt von dem Kinnzweige desselben her, der das Kinn und die Unterlippe versorgt.

§. 761. Es ergibt sich aus dem eben Dargestellten, dass die Lähmung des ersten Astes oder des Augenastes des dreigetheilten Nerven (*R. ophthalmicus N. trigemini*) Pupillenverengerung und Unempfindlichkeit der Bindehaut des Auges, des oberen Augenlides, der Stirnhaut und Abnahme der Empfindlichkeit an der Haut, vorzüglich des unteren Theiles der äusseren Nase, und den Mangel des Tastvermögens in dem vorderen Theile der Nasenschleimhaut zur Folge hat. Die Thätigkeit des zweiten Astes oder des Oberkieferastes (*R. maxillaris superior N. trigemini*) beherrscht die Empfindlichkeit des unteren Augenlides, der Haut der Wange, der Nase und der entsprechenden Hälfte der Oberlippe, eines grossen Theiles der Nasenschleimhaut, vorzugsweise der mittleren und der hinteren Bezirke derselben, der Schleimhäute des harten und des weichen Gaumens und des Zäpfchens, der Zähne und des Zahnfleisches des Oberkiefers. Der dritte Ast oder der Unterkieferzweig (*R. maxillaris inferior*) endlich versorgt mit seinen Empfindungsfasern die Haut vor dem Kiefergelenke, die des äusseren Ohres und der Schläfengegend und z. Th. des äusseren Gehörganges, die entsprechende Hälfte der Aussen- und der Innenhaut der Unterlippe, der Zunge, der benachbarten Mundschleimhaut und zum Theil der Mandeln, der Zähne, des Zahnfleisches und des Unterkiefers.

§. 762. Die beiden Augenlider, die äussere Haut der Nase und die gesammte Nasenschleimhaut verlieren erst ihr Gefühl vollständig, wenn der erste und der zweite Ast des dreigetheilten Nerven gelähmt sind. Nur die Unthätigkeit des zweiten und des dritten Astes kann alle Zähne unempfindlich machen. Hat man bloss die grössere Wurzelabtheilung in einem Säugethiere getrennt, so erhält sich die Kraft der Kaumuskeln an beiden Seiten. Die entsprechende Zungenhälfte hat ihr Tastvermögen und ihre Schmerzempfindlichkeit, nicht aber die Geschmackswahrnehmung des Süssen und des Bittern verloren. Die unempfindlichen Bezirke stimmen mit denen, welche die Trennung des ganzen dreigetheilten Nerven liefert, überein. Sie werden sich im Menschen von der Höhe des Scheitels bis zu dem Unterkiefferrande erstrecken und überdiess noch das Auge und die Nasenschleimhaut umfassen.

§. 763. Die Erfahrung lehrt, dass sich immer die durch einen dreigetheilten Nerven erzeugte Lähmung auf dieselbe Seitenhälfte des Kopfes des Thieres oder des Menschen beschränkt. Hatte MAGENDIE die beiden Trigemini in der Schädelhöhle eines Kaninchens ohne tödtliche Blutung durchschnitten, so klopfte es häufig mit seinem Kopfe gegen den Boden, wie ein Blinder mit seinem Stabe. Der Gang wurde zugleich schwankender. Die Bewegungen keines der Gesichtsmuskeln leiden unmittelbar bei der Trigeminal-Lähmung, weil alle von dem Antlitznerven abhängen.

§. 764. Geschwülste an der Grundfläche der Schädelhöhle, die den Gasser'schen Knoten oder die ihm benachbarten Nervenstämme drücken, führen häufig zu Ueberempfindlichkeit oder zu Lähmung des dreigetheilten Nerven mit allen Ernährungsstörungen des Auges, der Nasenschleimhaut, des Zahnfleisches und der anderen Theile des Kopfes, wie wir sie bei der Betrachtung der Einflüsse der Nerven auf die Blutgefässe kennen lernen werden¹⁾. Die angebliche Wechselwirkung zwischen den Leiden der Zweige des Unterkieferastes und denen des Sehnerven werden uns auch dort beschäftigen.

§. 765. Da sich die Fasern der grösseren Wurzelabtheilung des dreigetheilten Nerven bis zu den Oliven und die der kleineren bis zu dem Boden der vierten Hirnhöhle nach den Untersuchungen von STILLING verfolgen lassen, so können örtliche Leiden des centralen Nervensystemes, die zwischen der Brücke, den Oliven

¹⁾ Siehe z. B. die bei SCHIFF, Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems, S. 51—79. zusammengestellten Krankheitsgeschichten.

oder der Rautengrube liegen, Krankheitszeichen in dem Bereiche des dreigetheilten Nerven hervorrufen. Wir haben z. B. schon früher (§§. 605. fgg.) gesehen, dass eine Ueberempfindlichkeit der entsprechenden Kopfhälfte nach halbseitigen Durchschneidungen des centralen Nervensystemes oberhalb des oberen Theiles des Rückenmarkes häufig vorkommt. Sie schwindet in der Regel früher, als die der Gliedmaassen. Man kann auch die Lähmung der entsprechenden Abschnitte des dreigetheilten Nerven durch die Trennung der centralen Fasern an irgend einer Stelle ihres Verlaufes bis nahe vor der Schreibfeder erzeugen. So empfindlich die Fortsetzungen, die in der Brücke dahingehen, sind, so wenig empfindlich zeigen sich die weiter nach hinten gelegenen grauen Kerne, deren Ausrottung ebenfalls Trigemiuslähmung zur Folge hat. Dieser Umstand könnte vielleicht als Entscheidungsmerkmal dienen, ob eine centrale Trigemiuslähmung weiter nach vorn oder mehr nach hinten liegt. Eine Hyperästhesie wird ihr nur in dem ersteren Falle vorangehen, während alle Reizerscheinungen der vorderen Theile in dem zweiten fehlen. Obgleich die Hauptstörungen der Ernährungszustände an der verletzten Seitenhälfte auftreten und die vorübergehende Hyperästhesie sich oft genug nur auf diese beschränkt, so lehrt doch die anatomische Untersuchung, dass auch eine theilweise Kreuzung der Trigemiusfasern in dem verlängerten Marke Statt findet. Man kennt noch nicht die physiologischen Beziehungen derselben.

§. 766. Der äussere Augenmuskelnerv (N. abducens) leitet die Bewegungen des äusseren geraden Augenmuskels. Seine erhöhte Wirksamkeit führt daher zu Schielen nach aussen und seine Lähmung zu Schielen nach innen. Der Kranke führt in dem zweiten Falle das Auge nur in geringem Grade nach oben und aussen durch den unteren und nach unten und aussen durch den oberen schiefen Augenmuskel. Er sieht zuerst Doppelbilder eines Gegenstandes, dessen Strahlen sonst auf gleichwirkende Stellen beider Netzhäute fallen. Befindet sich z. B. dieser oben und aussen, so erzeugt das kranke Auge nach GRAEFE ein schiefes, das gesunde dagegen ein gerades Bild ¹⁾. Betrachtet der Mensch einen Körper nur mit dem schielenden Auge, so versetzt er ihn in der Regel zu weit nach aussen ²⁾.

¹⁾ C. G. RUETE, Lehrbuch der Ophthalmologie. Zweite Auflage. Bd. II. Leipzig 1855. 8. S. 583.

²⁾ GRAEFE bei Ruete, Ebendasselbst. S. 499.

§. 767. Schlagflüsse, die Hemiplegieen zurücklassen, lähmen nicht selten den äusseren geraden Augenmuskel, so dass der Kranke nach innen schielt. Tiefere Netzhautleiden führen oft zu Schielen nach aussen. Dieses ist daher viel unheimlicher, als das Schielen nach innen, das nur Kurz- oder Schwachsichtigkeit zur Folge hat und nach dessen Beseitigung sich die Sehkraft binnen Kurzem zu erholen pflegt. Man findet dagegen häufig, dass dasjenige Auge von Amblyopischen, Amaurotischen oder Glaucomatösen, welches zuerst zu leiden anfangt oder früher zu Grunde ging, selbst noch nach Jahren der Blindheit weiter nach aussen, als das andere steht. Sieht der Kranke mit dem nach aussen abweichenden Auge, so stösst die Anpassung für nahe Gegenstände auf grössere Schwierigkeiten als die für entfernte.

§. 768. Die Frage ob die Wurzeln des Antlitznerven (N. facialis) nur Bewegungsfasern oder auch eine geringe Anzahl von Empfindungsfasern enthalten, lässt sich durch Thierversuche nicht sicher entscheiden. Die Trennung des Antlitznerven bei unversehrter Schädelhöhle durch das Zerschneiden des Felsenbeines ist mit so vielen nicht genau controlirbaren Nebenverletzungen verbunden, dass sie kein bestimmtes Urtheil gestattet. Dasselbe gilt von dem Ausreissen des jenseit des Griffelloches gefassten Antlitznerven. Entfernt man die Schädeldecke eines Kaninchens, hebt das Gehirn empor und schneidet den Antlitznerven durch, so erhält man in Ausnahmefällen Schmerzzeichen. Die Deutung dieses Ergebnisses bleibt aber insofern zweifelhaft, als hier Zerrungen und eine rückläufige Empfindlichkeit dem Erfolge zum Grunde liegen können. BUDGE¹⁾ bemerkte keine Empfindlichkeit, wenn er von dem Raume zwischen Atlas und Hinterhaupt in Kaninchen vordrang, um den Antlitznerven zu trennen. Dem sei, wie ihm wolle, so leidet es keinen Zweifel, dass jedenfalls der bei weitem grösste Theil des Antlitznerven nur aus Bewegungsfasern zusammengesetzt ist.

§. 769. Empfindungsfasern des dreigetheilten und später auch des herumschweifenden Nerven verleihen einen merklichen Grad von Empfindungsvermögen demjenigen Abschnitte des Antlitznerven, der in dem Falloppi'schen Canale verläuft. Der grössere oberflächliche Felsenbeinnerv (N. petrosus superficialis major), der von dem Knieknoten (Ganglion geniculum) abgeht und sich mit dem

¹⁾ BUDGE, Lehrbuch der speciellen Physiologie des Menschen. Achte Auflage. Leipzig 1862. 8. S. 811.

oberen Aste der Vidi'schen Nerven des Gaumenkeilbeinknotens (N. Vidianus ganglii sphenopalatini) verbindet, leitet einen wechselseitigen Faseraustausch zwischen dem dreigetheilten und dem Antlitznerven ein und macht daher diesen empfindlich. Andere Empfindungsfasern des dreigetheilten Nerven kommen wahrscheinlich von dem Ohrknoten (Ganglion oticum) durch den kleineren oberen Felsenbeinzweig (N. petrosus superficialis minor) und von dem Zungenaste (R. lingualis Trigemini) durch die Paukensaite (Chorda tympani) hinzu. Die des herumschweifenden Nerven gehen durch den Ohrast (R. auricularis N. vagi) und dessen Verbindung mit dem tieferen Ohrzweige des Antlitznerven (R. auricularis profundus N. facialis). Diese Beziehungen erklären es, wesshalb die Trennung des Antlitznerven jenseit des Griffelloches Schmerzen erzeugt. Die Empfindlichkeit des centralen Abschnittes kann nach dem eben Dargestellten nicht befremden, allein auch die Aeste des Gänsefusses (Pes anserinus) verrathen einen gewissen Grad von Schmerzensempfänglichkeit, weil sie sich mit den mannichfachen in der Gesichtshaut befindlichen Zweigen des dreigetheilten Nerven, innig mischen. Der grössere oberflächliche Felsenbeinnerv, dessen Fasern aus der kleineren Abtheilung des Antlitznerven (Portio intermedia Wrisbergii) nach BERNARD kommen sollen, theilt, wie wir sahen, Bewegungsfasern des Antlitznerven dem Gaumenkeilbeinknoten durch den Vidi'schen Nerven mit. Sie gehen dann durch die Gaumenäste zu dem weichen Gaumen (Levator palati mollis, Azygos uvulae und Pharyngopalatinus). Man kann daher die Muskeln desselben zur Verkürzung bringen, wenn man den in der Schädelhöhle liegenden Theil des Antlitznerven in frisch getödteten Säugethieren reizt. Reflexbewegungen der Art lassen sich von dem Zungenschlundkopfnerven aus im Hunde anregen. Der Arzt beobachtet nicht selten einseitige Gesichtslähmungen des Menschen, in denen der weiche Gaumen nach der gesunden Seite verzogen und das Zäpfchen nach dieser hin schief steht. Die Sprache kann desshalb näselnd werden. Andere Kranke bieten diese Abweichungen nicht dar. Man wird hieraus schliessen, dass die Ursache des Leidens unterhalb des Knieknotens in dem zweiten Falle liegt oder die Fasern des grösseren oberflächlichen Felsenbeinnerven verschont geblieben sind, wenn die Entartung höherer Theile die Gesichtslähmung erzeugte. Man kann bis jetzt nicht angeben, wo die Fasern des Antlitznerven, die in den kleineren oberflächlichen Felsenbeinnerven übergehen, ihr Ende erreichen. Die Frage, ob sie

die Absonderung der Ohrspeicheldrüse leiten, wird uns später beschäftigen. Der Steigbügelnerf (N. stapedius) beherrscht den Steigbügelmuskel. LUDWIG und POLITZER sahen am Hunde, dass der von dem Amboss getrennte Steigbügel etwas nach hinten rückte, wenn man den Antlitznerven in der Schädelhöhle reizte.

§. 770. Die anatomische Untersuchung lehrt, dass die Paukensaite (Chorda tympani) eine grössere Zahl von Bewegungsfasern von dem Antlitznerven zu dem Zungenaste des dreigetheilten Nerven, als Empfindungsfasern in entgegengesetzter Richtung überführt. Obgleich bisweilen die Verletzung des Nerven Schmerzzeichen in Thieren hervorruft, so ist doch die Empfindlichkeit nicht so gross, dass nicht in der Regel die Durchschneidung nach den bedeutenden Blutverlusten und den heftigen Eingriffen, die sie voraussetzt, unbemerkt vorüberginge. Ein Theil der Bewegungsfasern der Paukensaite begibt sich zu der Unterkiefer- und der Zungendrüse. Die Betrachtung der Einflüsse der Nerven auf die Absonderungen wird uns zu ihnen zurückführen. Die Thätigkeit anderer Fasern dagegen, die in dem Zungenaste des dreigetheilten Nerven bleiben, ist noch nicht mit Sicherheit ermittelt worden, BERNARD glaubte in Hunden gefunden zu haben, dass die Geschmacksempfindung nach der Trennung der Paukensaite abnimmt. BIFFI und MORGANTI meinten, dass sie an Geschwindigkeit und nicht an Stärke verliert. Aehnliche Erscheinungen oder Geschmacksirrationen, durch die Bitteres für sauer und Gesalzenes für süss gehalten wurde, sollen sich bei Lähmungen des Anfangstheiles des Antlitznerven des Menschen gezeigt haben. Die in dieser Hinsicht gemachten Angaben sind aber unbestimmt und widersprechen einander. Da alle Geschmacksstörungen bei Entartungen der Antlitznerven in der Schädelhöhle fehlen können ¹⁾, so liegt die Vermuthung nahe, dass man hier Abweichungen auf den Antlitznerven bezogen hat, die von anderen Nerven herrührten oder nur auf Täuschungen beruhten.

§. 771. Der tiefe Ohrast des Antlitznerven (R. auricularis profundus) gibt Bewegungszweige an den Hinterhauptmuskel (Occipitalis) und den Zurückzieher des Ohres (Retrahens auris) und der Griffelzungenbeinast (R. stylohyoideus) an den gleichnamigen Muskel und den Halshautmuskel (Platysmamyoides), der noch Fäden von den Halshautzweigen (R. R. subcutanei colli posteriores

¹⁾ STICH, Annalen der Charité. Jahrgang VIII. Berlin 1857. S. S. 59—73.

et superiores) empfängt. Der Ast für den zweibäuchigen Kiefermuskel (*R. digastricus*) versorgt den hinteren Bauch dieser Muskelmasse, während der vordere seine Bewegungsfasern von dem dreigetheilten Nerven empfängt. Die Wangenmuskelnerven (*R. R. zygomatici*), die Augenlid-Nasenzweige (*R. R. palpebro-nasales*), die Lippenäste (*R. R. bucco-labiales*) und der Randzweig (*R. marginalis maxillae inferioris*) beherrschen die Muskeln des Antlitzes¹⁾. Sie machen den Antlitznerven zum mimischen Nerven.

§. 772. Die von der Anatomie angenommene Sonderung der Gesichtsmuskeln ist immer mehr oder minder künstlich. Die Fasern verbinden sich häufig so innig mit den benachbarten an dem einen oder an beiden Enden, dass eine sichere Trennung unmöglich wird²⁾. Die gewöhnliche Präparationsweise genügt nicht, sich ein vollständiges Bild des Faserverlaufes zu verschaffen. Die gegenseitigen Verflechtungen desselben kommen erst vollkommener zum Vorschein, wenn man alle Weichtheile vom Schädel auf einmal entfernt hat und nun die Antlitzmuskeln von innen nach aussen, gegen die Haut zu verfolgen sucht. Obgleich nicht selten Fasern der einen Seitenhälfte auf die andere, besonders in den Lippen hinüber zu gehen scheinen, so lehren doch die Lähmungen des Antlitznerven, dass die Unthätigkeit der entsprechenden Muskeln die Mittellinie des Gesichtes nicht überschreitet.

§. 773. DUCHENNE³⁾ bediente sich der örtlichen Galvanisation, um die Thätigkeiten der einzelnen Antlitzmuskeln zu ermitteln. Er erläuterte seine Erfahrungen in zwei photographischen Atlassen. Der eine von ihnen ist für Aerzte bestimmt. Der zweite dagegen gibt theatralische Darstellungen der verschiedenen leidenschaftlichen Gesichtsausdrücke, wie sie DUCHENNE durch die örtliche Galvanisation eines an Atrophie der Pupille eines jeden Sehnerven (*Glaucom*) leidenden Mädchens erhielt. Nahm die beinahe vollständig erblindete Kranke irgend einen Gesichtsausdruck willkürlich an, so

¹⁾ Die Einzelheiten sind tabellarisch zusammengestellt in m. Lehrbuch der Phys. Zweite Aufl. Bd. II. Abth. II. S. 386. 387.

²⁾ Vgl. J. HENLE, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. I. Abth. 3. Braunschweig 1858. S. S. 132—164.

³⁾ G. B. DUCHENNE (de Boulogne), *Mécanisme de la physiognomie humaine ou Analyse électro-physiologique de l'expression des passions applicable à la pratique des arts plastiques*. Fasc. I. Paris 1862. 4. p. 18 fgg. Vgl. auch B. A. ERDMANN, Die örtliche Anwendung der Elektrizität. Leipzig 1856. S. S. 66. 72.

reichte die elektrische Reizung eines Muskels hin, der einen Hälfte des Antlitzes einen merklich anderen, einer bestimmten geistigen Regung entsprechenden Ausdruck zu geben, als der zweiten. DUCHENNE entwarf noch eine tabellarische Uebersicht, wie sich die einzelnen Muskeln des Antlitzes vorzugsweise bei den verschiedenen leidenschaftlichen Gesichtsausdrücken betheiligen. Erfahrungen, die er an sehenden Menschen gewonnen hat ¹⁾, liegen diesen Angaben zum Grunde.

§. 774. Leidet ein Mensch an vollständiger Lähmung des Antlitznerven der einen Seite, sei es, dass die Krankheitsursache unmittelbar am Griffelloche oder höher oben liegt, so ist er nicht mehr im Stande, die Kopfhaut an der entsprechenden Seitenhälfte nach vorn zu ziehen, hier die Stirn zu runzeln oder die Augenbraue zu bewegen. Alle willkürlichen Zusammenziehungen der Ohrmuskeln sind unmöglich geworden. Das obere Augenlid kann noch durch den Einfluss des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven gehoben, die Augenlidspalte dagegen nicht mehr vollständig geschlossen werden. Dieses und die Lähmung des Thränensäckmuskels (*Musculus Horneri*) bedingen es, dass oft die Thränen zur Lidspalte reichlich hervorquellen und bisweilen selbst leichte Entzündungserscheinungen der Bindehaut auftreten. Da die Bewegungen der Nase und daher auch die Erweiterung des Nasenloches bei dem tiefen Einathmen mangeln, so können sich Athembeschwerden einstellen, wenn der Mensch auf der gesunden Seite liegend, die Nasenöffnung derselben verengt und den Mund geschlossen hat. Die Wange, die Ober- und die Unterlippe der kranken Gesichtshälfte hängen schlaff herab. Die Stellung der Mundspalte dagegen kann das entgegengesetzte Verhalten in Menschen und in Thieren darbieten. Leidet ein Mensch an Faciallähmung, so ist der Mund immer nach der gesunden Seite verzogen, weil hier die beiden Seitenhälften unmittelbar zusammenstossen und die gesunden Muskeln das Uebergewicht haben. Die Verzerrung nimmt daher auch bei allen Gemüthaffecten, die sich in der Physiognomie ausdrücken, bei dem Sprechen, dem Lachen oder dem Weinen zu. Die Verhältnisse gestalten sich nach SHAW und BELL in ähnlicher Weise in Affen, nicht aber in Hunden, Katzen oder Kaninchen und in anderen

¹⁾ DUCHENNE, a. a. O. p. 45—47. Die Tabelle ist wiedergegeben in Canstatt's Jahresbericht für 1862. S. 153.

Thieren mit unterbrochenem Kreismuskel des Mundes. Die Verzerrung ist hier nach der kranken Seite gerichtet.

Die Unmöglichkeit, die Mundspalte an der leidenden Kopfhälfte vollständig zu schliessen, hat zur Folge, dass hier bisweilen die Mundflüssigkeiten hervorströmen. Will der Mensch die Backen aufblasen, so bewegt sich die Wange der gelähmten Seite, wie ein schlaffes Segel und ein Theil der Luft stürzt zur Spalte heraus. Reste der Nahrungsmittel bleiben oft zwischen der Wange und den Zähnen zurück. Das Saugen, das Pfeifen und die vollkommene Aussprache der Lippenlaute sind unmöglich. Die Lähmung des von dem Antlitznerven, nicht aber von dem dreigetheilten Nerven abhängigen Backenmuskels kann es trotz der erhaltenen Empfindlichkeit bedingen, dass die Wange zwischen den Zähnen eingeklemmt wird.

Ein Mensch, der an halbseitiger Faciallähmung leidet, besitzt zwei verschiedene Profilphysiognomieen, eine todte an der kranken und eine ausdrucksvolle an der gesunden Seite. Der Unterschied vergrößert sich bei allen Gemüthsbewegungen und allen Thätigkeiten, die zu stärkeren Zusammenziehungen einzelner Gesichtsmuskeln führen. Krämpfe, die von dem centralen Nervensysteme ausgehen, daher auch die durch Strychnin erzeugten, wirken nicht mehr auf die Muskeln der kranken Seite.

§. 775. Unvollständige Lähmungen des Antlitznerven kommen häufig vor. Man sieht nicht selten nach Schlagflüssen, dass der Kreismuskel des Mundes, nicht aber der der Augenlider seine Willkürbewegungen verloren hat.

§. 776. Lähmungen beider Antlitznerven werden im Menschen selten beobachtet. Fälle der Art sind von JAMES, ROMBERG und ROBERTS beschrieben worden. Da die Gesamtsumme der Gesichtsmuskeln unthätig ist, so fehlen die einseitige Verziehung des Mundes und der Unterschied der zwei Profilphysiognomieen. Der Krankheitszustand verräth sich am nachdrücklichsten, wenn der Gesichtsausdruck trotz der leidenschaftlichsten Erregung des Menschen todt bleibt. Die Lippen wirken nicht mehr bei dem Essen und dem Sprechen. Das Kauen leidet nicht, weil die Bewegungen der Kau-muskeln von dem dreigetheilten Nerven abhängen (§. 759.). Die Lähmungserscheinungen am weichen Gaumen können das Schlucken unsicherer machen. Diese Thätigkeit ist aber sonst nicht beeinträchtigt. Athembeschwerden treten bei geschlossenem Munde leichter als bei einseitiger Faciallähmung auf.

§. 777. Die Unthätigkeit des Antlitznerven stört nur das Tastvermögen in mittelbarer Weise. Die Bindehaut, die Schleimhäute der Nasen- und der Mundhöhle, die äussere Haut des Angesichtes bewahren ihre von dem dreigetheilten Nerven abhängige Empfindlichkeit vollständig. Allein diejenigen von ihnen ausgehenden Reflexbewegungen, die auf dem Wege des Antlitznerven erregt werden, fehlen natürlich. Berührt man die Bindehaut des Augapfels, so wird der Eindruck gespürt. Der Heber des oberen Augenlides kann erschlaffen. Der gewöhnliche krampfhafte Schluss der Augenlider mangelt dagegen. Die Bewegungen des Augapfels und die Thätigkeit des Sehnerven leiden nicht unmittelbar. Die Lähmung des Steigbügelnerven wirkt wahrscheinlich auf das Hören. Genauere diesen Punkt erläuternde Beobachtungen fehlen bis jetzt. Die Schwerhörigkeit oder das Ohrenklingen, das man bisweilen bei Faciallähmungen antraf, ging wahrscheinlich von gleichzeitigen Leiden des Hörnerven oder der Gebilde des mittleren Ohres aus. Das schmerzhaftes Gefühl bei dem Hören starker Geräusche, das ROUX an sich selbst beobachtete, konnte nicht von der Lähmung des Spanners des Trommelfelles herrühren¹⁾, weil dieser Muskel von dem dreigetheilten Nerven abhängt (§. 758.). Die Lähmung der Nasenmuskeln wird die Feinheit des Geruchs insofern beeinträchtigen, als dadurch der Luftstrom minder kräftig und vielleicht auch nicht immer in der nöthigen Richtung die Nase durchsetzt. Die schon §. 770. erwähnten Störungen der Geschmacksempfindung sind weder beständig beobachtet, noch mit hinreichender Genauigkeit untersucht worden. Dauert die Lähmung längere Zeit fort, so magern die unthätigen Muskeln ab. Der Unterschied fällt bei den halbseitigen Lähmungen im Gegensatze zur gesunden Gesichtshälfte am meisten auf. Die schlaffe Oberlippe kann zuletzt bis zu dem Zahnfleische des Unterkiefers und unter ihr die Unterlippe halb zurückgeschlagen nach TODD herabhängen.

§. 778. Der Gesichtsschmerz rührt natürlich nie von dem Antlitznerven ursprünglich her. Er kann aber längs der einzelnen Aeste desselben hinzuschliessen scheinen, weil jeder an dem Gesichte verlaufende Facialzweig eine grössere oder geringere Menge von Fasern des dreigetheilten Nerven einschliesst (§. 768.).

§. 779. Die Mannichfaltigkeit der mimischen Bewegungen zeigt schon, dass wir die kleinsten Bündel dieses Nerven in den zartesten

¹⁾ HASSE, a. a. O. S. 343.

Abstufungen willkürlich beherrschen können. Diese bevorzugte Stellung verräth sich auch unter krankhaften Verhältnissen. Eine regelwidrige Nervenreizbarkeit, wie man sie bei Hypochondristen oder Hysterischen häufig antrifft, verräth sich oft genug durch die beschränktesten Zuckungen in einzelnen Gesichtsmuskeln.

§. 780. Hatten BROWN-SÉQUARD und MARTIN-MAGRON ¹⁾ den Antlitznerven eines Kaninchens oder eines Meerschweinchens jenseit des Griffelloches gefasst und mit den Wurzelfäden ausgerissen, so verfiel das Thier bald darauf in Reitbahnbewegungen, die gegen die gesunde Seite gerichtet waren. Krämpfe der Augen-, der Kiefer- und der Nackenmuskeln gingen ihnen voraus und der Körper krümmte sich in Pleurotonus (§. 632.) nach der verletzten Seite hin. Die Erscheinungen schwanden nach kurzer Zeit und das Thier war bald wiederum im Stande, sich gerade vorwärts zu bewegen. Riss man später den zweiten Antlitznerven in der gleichen Weise aus, so rollte das Kaninchen um seine Längsachse nach der eben verletzten Seite, machte später Reitbahnbewegungen nach der entgegengesetzten und beruhigte sich hierauf. Alle diese Erscheinungen rühren von vorübergehenden Reizzuständen desjenigen Theiles der Brücke her, aus welchem die Wurzeln des Antlitznerven hervortreten. Dieses erklärt auch, wesshalb sie sich nicht jedes Mal nach dem Eingriffe zeigen und auch in ihren Einzelheiten auf das Mannichfachste wechseln.

§. 781. Der Zusammenhang, in dem das Spiel der Nasenlöcher mit den Athembewegungen steht und die §. 702. erwähnten Folgen der Enthauptung lehren schon, dass jedes der beiden in dem verlängerten Marke befindlichen Athmungscentren einen Theil der Fasern des Antlitznerven der gleichen Seite beherrscht. Da enthirnte Thiere das Gesicht in ähnlicher Weise, wie gesunde, verzerren, wenn sie z. B. bittere Massen schmecken, so folgt, dass jene eigenthümliche Art von Uebertragung der Erregung von den Fasern des Zungenschlundkopfnerven auf die des Antlitznerven in dem verlängerten Marke und der Brücke zu Stande kommen kann. Derselbe Schluss gilt für die Empfindungsfasern der Gliedmaassen und der Eingeweide und die des dreigetheilten Nerven. Man hat das Gleiche im Menschen, wenn comatöse Typhuskranke das Gesicht verziehen, so wie man ihnen eine unangenehm schmeckende Arznei gibt oder den Unterleib drückt.

¹⁾ BROWN-SÉQUARD, Experimental Researches. p. 20.

§. 782. Die nach einem Schlaganfälle zurückbleibende halbseitige Lähmung erstreckt sich bisweilen auch auf die Gesichtsmuskeln. Sie trifft häufiger die Muskeln der entgegengesetzten, als die der gleichen Seite, an der sich das Hirnleiden befindet¹⁾. Die Wirkung geht also der auf die Gliedmaassen parallel (§. 706.). Versuche an Thieren liefern einige Andeutungen über diesen Zusammenhang. Man kann bisweilen die Gesichtsmuskeln der gegenüberliegenden Kopfhälfte von Hunden, Katzen oder Kaninchen zur Verkürzung zwingen, wenn man den Sehhügel oder das Ammonshorn an dem Anfange des Unterhorns mechanisch reizt. Da der Grosshirnschenkel ähnlich wirkt, so folgt, dass die erste Faserkreuzung der Antlitznerven in dem verlängerten Marke liegt. Es bleibt dagegen unentschieden, ob die Fälle, in denen der Antlitznerv Hemiplegischer an der Seite des Hirnleidens oder entgegengesetzt wie die Gliedmaassen gelähmt ist, von einer im Gehirn Statt findenden Rückkreuzung oder von dem örtlichen Leiden einer Stelle, die vor der ersten Kreuzung liegt, herrührt.

§. 783. Die Beziehungen des Antlitznerven zu dem grossen Gehirn verrathen sich auch noch in anderen Thierversuchen. Hat man z. B. die Mittelgebilde des grossen Gehirns von Kaninchen asymmetrisch getheilt, so bemerkt man bisweilen eigenthümliche Leck- und Kaubewegungen, die an ähnliche automatische Bewegungen von Thyphuskranken erinnern.

§. 784. Der Hörnerv (*N. acusticus*) vermittelt nur die Empfindung des Hörens. Seine Trennung erregt in Säugethieren weder Schmerz, noch unmittelbare Bewegungen. Alle Zeichen von Ueberempfindlichkeit, wie sie BROWN-SÉQUARD in den verschiedensten Körpertheilen gefunden zu haben glaubte, oder Drehbewegungen, wie sie FLOURENS, SCHIFF und CZERMAK nach einseitiger Verletzung der halbcirkelförmigen Canäle der Vögel sahen, fehlen in den Säugethieren gänzlich. Sie gestatten auch in den erstgenannten Geschöpfen andere Deutungen als man ihnen gegeben hat.

§. 785. Thierversuche können die Bestimmung der verschiedenen Theile des Gehörlabyrinthes in keinem Falle erläutern, weil die einzelnen hier in Betracht kommenden Gebilde zu klein sind und in der harten Knochenmasse zu tief eingegraben liegen und alle feineren Verhältnisse der Gehörempfindung bei der Beobachtung der Thiere

¹⁾ Siehe z. B. die Zusammenstellung bei C. F. BURDACH, vom Baue und Leben des Gehirns. Bd. III. Leipzig 1826. 4. S. 373.

der Natur der Sache nach unbemerkt bleiben. Die pathologische Anatomie der Gehörwerkzeuge des Menschen und vorzugsweise die Leichenöffnungen Taubstummer könnten eher unsere Kenntnisse wesentlich erweitern. Man ist aber vorläufig auf das Gebiet der Hypothesen fast ausschliesslich angewiesen.

§. 786. Der Gedanke von E. H. WEBER, dass der Vorhof die von dem äusseren Gehörgange anlangenden Schallstrahlen, die Schnecke dagegen die durch die Kopfknochen fortgepflanzten Wellen erkennen lasse, ging von einer physikalischen Betrachtung aus. Die Stärke der Schallwellen nimmt bei dem Uebergange aus einem Mittel in ein zweites ungleichartiges ab. Da die Schnecke mit den übrigen Kopfknochen unmittelbar zusammenhängt, so treten die in diesen erzeugten Schwingungen auf jene ungeschwächer, als auf den häutigen Vorhof über, weil diesen die Perilymphe von dem knöchernen Vorhofe sondert. So richtig dieses ist, so folgt doch nur daraus, dass wir die Schallwellen der Kopfknochen durch die Schnecke besser, nicht aber durch sie allein hören werden.

§. 787. HELMHOLTZ bezog die Auffassung der Tonhöhen auf die Corti'schen Fasern der Spiralplatte der Schnecke. Eine in der Nähe befindliche tönende Masse lässt einen gespannten Körper am leichtesten mitschwingen, wenn sich sein Eigenton d. h. die seiner Spannung entsprechende Tönung (§. 469.) mit der des Nebenkörpers in Einklang befindet. Denkt man sich nun, dass die grosse Zahl der Corti'schen Fasern eine stetige Reihe der verschiedensten Spannungsgrade darbietet, so findet jede beliebige äussere Tonhöhe mindestens eine zur Mitschwingung besonders geneigte Faser, welche die Empfindung am nachdrücklichsten vermitteln kann. Man hat auf diese Weise gewissermassen eine Claviatur, in der jede Art von Tonhöhe, die wir aufzufassen im Stande sind, ihre passende Saite vorfindet.

§. 788. Diese Anschauungsweise bildet das Gegenstück der Annahme, dass es verschiedene Sehnervenfasern für die Erkenntniss der drei Hauptfarben gebe (§. 729.). Wie diese, so stösst auch jene Vorstellung auf wesentliche Schwierigkeiten. Das polarisirte Licht lehrt, dass man nicht die Corti'schen Fasern als Fortsetzungen der Fasern des Hörnerven mit Sicherheit ansehen kann. Man findet, dass sie einen positiven Charakter der Doppelbrechung in Bezug auf ihre Längsachse besitzen. Sie enthalten also keine Markmassen, deren Negativität die der Hüllen überwiegt (§. 73.). Die fern von dem Ohre erzeugten Schallwellen werden vorzugsweise dem Vorhofe

zugeleitet. Sie gehen aber nur mit geringer Stärke durch die Kopfknochen zur Schnecke. Die feinste Unterscheidung der Tonhöhen oder diese überhaupt wäre hiernach gerade dem schwächsten Theile der Schallwellen zugewiesen. Man müsste noch auf diese Weise leise Töne hören, nicht aber die Höhe derselben angeben können. Es wäre möglich, dass die Untersuchung des Labyrinthes nach dem Tode zu wesentlichen Aufschlüssen in dieser Beziehung führte. Fände es sich, dass ein Mensch, dessen Schnecke mangelte oder zerstört war, die verschiedenen Tonhöhen eben so fein und in derselben Breite, wie ein gesundes musikalisches Ohr, unterschieden hätte, so würde hierdurch jene Vorstellung mit Sicherheit zurückgewiesen.

§. 789. Da nur die Ampullen, nicht aber die engeren Abtheilungen der halbeirkelförmigen Canäle Markfasern des Hörnerven enthalten, so folgt, dass diese cylinderförmigen Abschnitte der Bogengänge keine Gehörempfindungen unmittelbar erzeugen. Man kann sich vorstellen, dass in ihnen die Schallstrahlen, die von einer Ampulle oder dem Vorhofs aus eintreten, so lange zurückgeworfen werden, bis sie wiederum zu einem von Fasern des Hörnerven versorgten Endtheile gelangen und daher eine Tonempfindung von Neuem hervorrufen. Die Angabe, dass die Unterbrechung oder der Mangel der Bogengänge hinreicht Taubheit zu erzeugen, lässt sich nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen nicht begründen. Kommen Fehler der Art in Taubstummen vor, so sind vermuthlich noch andere tiefer eingreifende Leiden der Gehörwerkzeuge ausserdem vorhanden ¹⁾.

§. 790. Da die Gehörstreifen des Bodens der vierten Hirnhöhle einem Theile der Fasern des Hörnerven entsprechen, so darf man erwarten, dass Krankheiten dieser Gebilde und der Zwischenwege, also auch des mittleren Kleinhirnschenkels oder der Brücke zu Gehörstörungen führen können. Das viele Hirnleiden begleitende Ohrenklingen rührt wahrscheinlich häufig von subjectiven Erregungen einer Stelle dieser Zwischenbahnen her.

§. 791. Enthält auch der Zungenschlundkopfnerv (N. glossopharyngeus) zum grössten Theile Fasern, welche die reinen Geschmacksempfindungen des Süssen und des Bitteren vermitteln, so fehlen ihm doch auch nicht alle empfindenden und bewegenden Elemente. VOLKMANN fand, dass die Reizung der kleinen Wurzel

¹⁾ C. G. LINCKE, Handbuch der Ohrenheilkunde. Bd. I. Leipzig 1837. 8. S. 644—647.

dieses Nerven den Griffelschlundkopfmuskel (*Stylopharyngeus*) und den mittleren Schlundkopfschnürer (*Constrictor faucium medius*) beherrscht. BIFFI und MORGANTI sahen später schwache Zuckungen in dem weichen Gaumen, dem Zäpfchen und dem vorderen Gaumenbogen. Andere Forscher konnten keine Bewegungen der Art in frisch getödteten Säugethieren wahrnehmen, wenn noch die Erregung des herumschweifenden Nerven und des Beinerven zu den lebhaftesten Zusammenziehungen im weichen Gaumen, dem Schlunde und der Speiseröhre führte. Reizt man den Stamm des Zungenschlundkopfnerven eines Säugethieres, nachdem der Nerv die Schädelhöhle verlassen hat, so verrathen empfindlichere Thiere deutliche Schmerzenszeichen. Werden die Wurzelfäden innerhalb der Schädelhöhle zusammengedrückt, so erhält man oft einen ähnlichen Erfolg, ohne dass ein Grund vorliegt, eine durch die Zerrung der Nachbartheile herbeigeführte Täuschung anzunehmen.

§. 792. Die an Thieren angestellten Versuche und Krankheitsbeobachtungen am Menschen lassen keinen Zweifel, dass der Zungenschlundkopfnerv den Geschmacksnerven für die Zungenwurzel und die mit Schmeckvermögen versehenen Theile der Rachenenge bildet und die Empfindung des Bitteren und des Süssen durch ihn zu Stande kommt. Man streitet dagegen noch, ob der Zungenast des dreigetheilten Nerven, von dem die Tastempfindlichkeit der Zunge abhängt, Geschmackseindrücke, vorzugsweise an der Zungenspitze vermittelt oder nicht. Einige wesentliche Punkte sind hierbei weniger, als sie es verdienten, berücksichtigt worden. Der Zungenschlundkopfnerv des Menschen verbindet sich mit dem Zungenaste des dreigetheilten Nerven in dem Innern der Zungenwurzel. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass Fasern des ersteren in den Zweigen des letzteren nach vorn gehen. Dieses erklärt, wesshalb wahre Geschmacksstellen an der vorderen Zungenhälfte in einzelnen Menschen vorkommen und beweist zugleich, dass es unrichtig ist, wenn man häufig behauptet, dass sich der Zungenschlundkopfnerv nur in der Zungenwurzel verbreitet. Es ist wahrscheinlich für die Geschmacksempfindung nicht gleichgültig, von welcher Art von Zungenwarzen sie vermittelt wird. Das Bittere wird, wie es scheint, in dem Bezirke der umwallten Warzen am feinsten erkannt. Die Zungenwurzel liefert die nachdrücklichsten Geschmacksempfindungen, weil sie die umfangreichsten Warzen besitzt und die grösste Menge von Fasern des Zungenschlundkopfnerven aufnimmt. Der Schluss, dass der dreigetheilte Nerv Geschmacksnerv sei, weil einzelne

Bezirke des weichen Gaumens schmecken, ist nicht gerechtfertigt. Der Zungenschlundkopfnerv sendet ebenfalls zahlreiche Zweige an den weichen Gaumen, die Mandeln, die Gaumenbogen und den Schlund. Haben die an Hunden und Katzen angestellten Versuche ergeben, dass die Empfindung des Sauerens nur durch den dreigetheilten, nicht aber durch den Zungenschlundkopfnerven vermittelt wird, so muss man bedenken, dass jener Eindruck keine reine Geschmacks-, sondern vorherrschend eine Tastwahrnehmung bildet.

§. 793. Die hierher gehörenden Krankheitsfälle des Menschen sollten in mancher Hinsicht genauer, als dieses bisher geschah, untersucht werden. Hat man eine reine Glossopharyngeuslähmung, so ist zu prüfen, ob alle Theile der Umgebung der Rachenenge ausser der Zungenwurzel, die sonst das Bittere empfinden, diese Fähigkeit eingebüsst haben. Die Entscheidung, ob nur der Zungenast des dreigetheilten Nerven oder auch noch andere Stämme gelähmt sind, fordert eine sorgfältige Bestimmung der Bezirke, in denen die Tastempfindlichkeit verloren gegangen ist und die Ermittlung derjenigen Stellen, die das Süsse und das Bittere, und derer, die das Sauere, das Alkalische, das Gesalzene, das Metallische schmecken. Man darf in diesen Versuchen nicht ausser Acht lassen, dass die Reibung der schmeckbaren Körper an den schmeckenden Oberflächen die Deutlichkeit und die Geschwindigkeit des Eindruckes wesentlich beschleunigt.

§. 794. Versteht man unter Ekel nur das unangenehme Gefühl, das der Genuss bitterer Substanzen erzeugt, so müsste man den Zungenschlundkopfnerven als den ausschliesslichen Träger dieser Empfindung ansehen. Da aber auch andere durch das Geschmackswerkzeug vermittelte Eindrücke, ja bloss mechanische Erregungen Ekel und die ihn begleitenden Reflexbewegungen zur Folge haben, so genügt jene Einschränkung des Begriffes nicht. Die Neigung zu Brechbewegungen, die den Ekel hervorrufen oder begleiten, geht von dem verlängerten Marke aus. Der Anlass, der sie auf dem Wege des Reflexes herbeiführt, kann durch den Zungenschlundkopfnerven oder durch den dreigetheilten Nerven gegeben werden.

§. 795. Die Speichelabsonderung zeigt andere Verhältnisse als der Ekel. Katzen beginnen stark zu speicheln, so wie sie bittere Körper z. B. Chinin schmecken. Dieses fällt aber nach STANNIUS nach der Trennung der beiden Zungenschlundkopfnerven unmittelbar nach deren Austritte aus der Schädelhöhle hinweg. Der Speichel, den die Katzen in dem gleichen Falle nach der Durchschneidung

der Zungenzweige der dreigetheilten Nerven entleeren, ist nach SCHIFF ¹⁾ wasserreicher, als der, der unter denselben Verhältnissen, aber bei unversehrten Nerven hervorquillt.

§. 796. Bringt man schwefelsaueres Chinin auf den Stamm des Zungenschlundkopfnerven eines Hundes oder einer Katze, so kann es sich hier vollständig auflösen, ohne dass irgend ein Merkmal von Geschmacksempfindung oder Ekel auftritt. Chemisch reizende Körper in derselben Weise angewendet, können Schmerzenszeichen hervorrufen.

§. 797. Man darf erwarten, dass die Zerstörung der grauen Massen, in welche die Wurzeln des Zungenschlundkopfnerven eintreten, das Wahrnehmungsvermögen für das Bittere aufheben wird. Die Anatomie und die Physiologie sind aber bis jetzt nicht im Stande anzugeben, welche Theile des centralen Nervensystemes jenseit dieses Bezirkes die Geschmacksempfindungen beherrschen.

§. 798. Manche Widersprüche in den Angaben, die über die Thätigkeiten der Wurzeln des herumschweifenden Nerven (N. vagus) und des Beinerven (N. accessorius) gemacht wurden, rühren davon her, dass die verschiedenen Forscher die Ursprungs-bündel der beiden Nerven nicht auf dieselbe Weise abgrenzten. Mag man aber auch die Wurzelfäden des Beinerven so weit als möglich, nach vorn verlegen, so bleibt doch immer der Antheil des herumschweifenden Nerven gemischt. Er enthält eine gewisse Summe von bewegenden neben zahlreichen empfindenden Elementen. Die Reizung dieser Vaguswurzeln in dem Kaninchen oder der Katze führt zu lebhaften Schmerzensäusserungen, jedoch nicht zu so heftigem Schreien, als die Trennung der grösseren Wurzelabtheilung des dreigetheilten Nerven. Obgleich der Beinerv meist nur Bewegungsfasern enthält, so kann doch schon die Zerrung der Wurzeln desselben Schmerzensempfindungen erzeugen. Die mechanische Reizung derjenigen von dem verlängerten Marke losgeschnittenen Wurzelfasern, die unzweifelhaft dem herumschweifenden Nerven angehören, führt zu Bewegungen in dem Schlundkopfe und der Speiseröhre. Die dann folgenden Wurzeln, die mit mehr Recht dem Beinerven, als dem herumschweifenden Nerven zugetheilt werden, wirken ebenfalls auf die Muskeln des Schlundes und der Speiseröhre und dann auf die des Kehlkopfes, die weiter nach hinten gelegenen auf das Herz ²⁾,

¹⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 402.

²⁾ SCHIFF, Comptes rendus. Tome LVIII. 1864. p. 621

den Kopfnicker (*Sternocleidomastoideus* oder *Sternomastoideus*) und den Kappenmuskel (*Cucullaris*). Die Zusammenziehungen der Speiseröhre erhalten sich oft viel länger, als die der Kehlkopfmuskeln. Man kann daher nicht die Wurzeln des herumschweifenden Nerven einer hinteren und die des Beinerven einer vorderen Nervenwurzel gleichstellen. Jene sind aber vorherrschend empfindlich, wenn auch gemischt und diese jedenfalls ihrer Mehrzahl nach bewegend, mögen sie von vorn herein oder nur, wie man auch angenommen hat, rückläufig (§. 579.) empfindlich sein.

§. 799. Der aus dem Knoten des herumschweifenden Nerven (*Ganglion vagi*) hervorgetretene Vagusstamm, führt dreierlei Arten von Elementen, Empfindungs- und Bewegungsfasern, die schon in seinen Wurzeln vorhanden waren und bewegende, die durch die Aufnahme des vorderen oder inneren Astes des Beinerven (*Ramus anterior s. internus Accessorii*) hinzugekommen sind. Der äussere Ast (*R. posterior s. externus*) des letzteren enthält die Bewegungsfasern, die für den Kopfnicker und den Kappenmuskel bestimmt sind. Seine Reizung ruft überdiess oft deutliche Schmerzzeichen hervor.

§. 800. Die Empfindlichkeit des Vagusstammes wechselt während seines Verlaufes in auffallendem Grade. Die mechanische Reizung des obersten Theiles oder des aus ihm hervortretenden oberen Kehlkopfnerven (*R. laryngeus superior*) erzeugt in der Regel nachdrückliche Schmerzäusserungen nicht bloss in Hunden und Katzen, sondern auch in Kaninchen. Diese Thiere und die Pferde regen sich zwar, wenn man den Halsstamm des herumschweifenden Nerven in der Mitte seiner Länge mit der Pincette drückt. Man durchschneidet ihn aber hier häufig ohne alle Gegenwirkung. Die Bauchtheile der Vagusäste erscheinen nicht selten empfindlich.

§. 801. Versuche über den Ohrast des herumschweifenden Nerven (*R. auricularis Vagi*) liegen bis jetzt nicht vor. Man darf aber vermuthen, dass er Empfindungsfasern dem Antlitznerven mittheilt und hierauf den äusseren Gehörgang versorgt.

§. 802. Das Schlundgeflecht (*Plexus pharyngeus*) besteht aus den Schlundkopfzweigen des Zungenschlundkopfnerven, des herumschweifenden und des sympathischen Nerven. Man kann nach den gegenwärtigen Erfahrungen nicht entscheiden, ob die in den Schlundzweigen des Zungenschlundkopfnerven enthaltenen Empfindungsfasern nur Geschmacks- oder auch Tasteindrücke vermitteln. Die Schlundzweige des herumschweifenden Nerven dienen der Empfindung

und der Bewegung. Die Reizung des Vagusstammes unmittelbar nach dem Austritte desselben aus dem zerrissenen Loche führt zu Verkürzungen in dem Schlundkopfe und der Speiseröhre, so wie in glücklichen Fällen in einzelnen Muskeln des weichen Gaumens (*Levator palati mollis*, *Azygos uvulae* und *pharyngopalatinus*). Wir haben schon früher gesehen, dass der grössere oberflächliche Felsenbeinast des Antlitznerven auf die Musculatur des weichen Gaumens (§. 769.) und die kleine Wurzel des Zungenschlundkopfnerven auf die des Schlundkopfes (*Stylopharyngeus* und *Constrictor faucium medius*) (§. 791.) wirkt. Man kennt bis jetzt noch nicht die Thätigkeiten der Schlundzweige des sympathischen Nerven in genügender Weise. Die Bewegungsfasern des herumschweifenden Nerven, die sich zu dem Halstheile der Speiseröhre begeben, verlaufen in dem unteren Kehlkopfzweige des Kaninchens und wahrscheinlich auch des Menschen. Sie sind aber nach LUDWIG und CHAUVEAU in den Schlundästen und dem äusseren Zweige des oberen Kehlkopfnerven des Hundes, des Pferdes, des Esels und des Schafes enthalten.

§. 803. Die beiden Kehlkopfzweige des herumschweifenden Nerven, der obere (*R. laryngeus superior*) und der untere (*R. laryngeus inferior s. recurrens*) gehören zu den gemischten Stämmen. Der obere ist vorherrschend empfindlich. Die mechanische oder elektrische Reizung desselben führt zu lebhaften Schmerzensäusserungen. Seine beiderseitige Trennung verlangsamt die Athembewegungen. Andere Einflüsse, welche er auf diese ausübt, werden uns später beschäftigen. Der untere enthält vorzugsweise Bewegungsfasern. Man kann ihn in der Regel drücken oder durchschneiden, ohne dass sich das Thier regt. Da sich die Endzweige beider Aeste in dem Kehlkopfe gegenseitig verbinden, so lässt sich die Endverbreitung nur durch Reizversuche, die man in lebenden oder in frisch getödteten Thieren anstellt, genügend verfolgen. Hunde lehrten, dass der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven die Kehlkopfschleimhaut empfindlich macht, der äussere dagegen die Bewegung des Ringschildknorpelmuskels (*Cricothyreoideus*) beherrscht und noch auf denjenigen Bezirk des Schlundkopfschnürers (*Constrictor faucium*), der in der Höhe des Kehlkopfes liegt, einzuwirken scheint. Der untere Kehlkopfnerv dagegen sendet empfindende und bewegende Fasern an die Luftröhre und den Halstheil der Speiseröhre. Er leitet die Verkürzungen aller Kehlkopfmuskeln mit Ausnahme des Ringschildknorpelmuskels (*Cricothyreoideus*) (also die von *Cricothyreoarytaenoideus posticus* und *lateralis*, *Thyreoarytaenoideus*, *Arytae-*

noideus transversus und obliquus). Die Wirksamkeit eines jeden Kehlkopfnerven beschränkt sich auf die entsprechende Seitenhälfte der Kehlkopfmuskeln.

§. 804. Die gleichzeitige Verkürzung des Ringschildknorpelmuskels (Cricothyreoideus) und des hinteren Ringgiessbeckenmuskels (Cricoarytaenoideus posticus) spannt das untere Stimmband der Länge nach an. Diese zur Stimmbildung nöthige Dehnung der Bänder kann eben so gut durch die Lähmung des oberen, als des unteren Kehlkopfzweiges des herumschweifenden Nerven leiden. Hat man die zwei oberen Kehlkopfnerven in einem Hunde durchschnitten, so dreht sich nicht mehr der Ringknorpel mit seinem unteren Rande nach aussen und tritt nicht mit seinem oberen in die Höhe, wenn das Thier zu schreien versucht. Die Stimme wird daher oft rauher. Diese Wirkung fehlt aber auch in einzelnen Hunden. Legt man die unteren Stimmbänder bloss, so sieht man, dass sich die Stimmritze bei dem Einathmen, wie in gesunden Thieren, erweitert und bei dem Ausathmen verengt. Die Trennung der beiden unteren Kehlkopfzweige lähmt die Muskeln, die den hinteren Abschnitt der Stimmritze verengern oder schliessen (Arytaenoidei transversus und obliqui), die, welche die Stimmbänder erschlaffen (Thyreoarytaenoideus und Cricoarytaenoideus lateralis) und einen Theil der Bewegungsvorrichtung, die zur Spannung der Stimmbänder dient (Cricoarytaenoideus posticus). Die von den Kehlkopfmuskeln abhängige Erweiterung der Stimmritze bei dem Ein- und die durch sie erzeugte Verengerung derselben bei dem Ausathmen fehlen nach jenem Eingriffe. Die hintere Glottishälfte schliesst sich nicht, wie gewöhnlich, bei dem Versuche, Stimmlaute hervorzubringen. Sind die sämtlichen Kehlkopfmuskeln gelähmt, so nehmen die Theile des Kehlkopfes diejenigen Stellungen ein, die ihnen ihre elastischen Kräfte anweisen. Diese und daher auch die Grösse der Athemnoth wechseln mit der Art und dem Alter der Thiere. Die Stimmritze jüngerer Katzen verengt sich aus diesem Grunde, während die älterer Hunde verhältnissmässig weit offen bleibt, man möge die unteren Kehlkopfnerven oder die Halsstämme der Vagi getrennt haben. Diese überleben auch den Eingriff länger, als jene. Neugeborene Kaninchen gehen kurz nach einer jener beiden Operationen zu Grunde, weil die schlaffen Stimmbänder des noch unvollkommen entwickelten Kehlkopfes, wie zwei Ventile, bei jedem Einathmungsversuche zusammenklappen und die Stimmritze vollständig schliessen. Die Anlegung einer Luftröhrenfistel beseitigt die Lebensgefahr. Hat sich das Knorpelgerüst des Kehlkopfes weiter

entwickelt, so fehlt auch jener vollständige passive Verschluss der Stimmritze. Ein älteres Kaninchen erstickt daher auch nicht so rasch, als ein jüngeres. Die Schnelligkeit, mit welcher der Kehlkopf seine grössere Festigkeit gewinnt und nicht bloss das Alter entscheidet überhaupt in den Säugethieren über die Länge der Lebensdauer nach der beiderseitigen Lähmung der Kehlkopfnerven.

§. 805. Erwachsene Kaninchen können die Trennung der beiden unteren Kehlkopfzweige Monate und Hunde Jahre lang überleben, wenn auch keine Wiedererzeugung Statt findet. Die Athmung zeigt dessenungeachtet einzelne regelwidrige Erscheinungen.

Da die active Stimmritzerweiterung bei dem Einathmen fehlt, so saugt die gleiche negative Druckgrösse in der Zeiteinheit weniger Luft, als gewöhnlich, in die Lungen ein. Der Unterschied hängt natürlich von der Grösse der Stimmritze ab. Er fällt desshalb im Allgemeinen in Kaninchen bedeutender, als in Hunden aus und verrieth sich bei dem lebhafteren Athmen, wie es durch Schreck oder Angst erzeugt wird, nachdrücklicher, als bei dem gewöhnlichen ruhigen. Fangen die Thiere zu laufen an, so kommen sie um so eher ausser Athem, je näher sich die Stimmbänder zusammenlegen.

§. 806. Eine etwas längere Dauer der Athemzüge sucht den Unterschied auszugleichen, den die verhältnissmässige Enge der Stimmritze während des Einathmens bedingt. Die der Zeiteinheit entsprechende Zahl derselben nimmt zwar in geringerem Grade ab. Sie sinkt aber weit weniger, als nach der Trennung der beiden Vagusstämme am Halse. Betrug z. B. der Mittelwerth der auf die Minute kommenden Menge der Athemzüge 86,25 für gesunde Kaninchen und 89,75 für diejenigen, in welchen man die zur Nerven-trennung nöthige Halswunde angelegt hatte, so glich er 79,30 nach der Durchschneidung der beiden unteren Kehlkopfzweige, 24,56 dagegen nach der der beiden Halsstämme der herumschweifenden Nerven. Das Bemühen, den durch den Mangel der activen Stimmritzerweiterung erzeugten Nachtheil auszugleichen, führt zu jener Aenderung der Athmungsmechanik, durch die verhältnissmässig grössere Sauerstoffmengen aufgenommen werden. Nennt man Sauerstoffverhältniss den Volumenswerth des verzehrten Sauerstoffes, der der Volumenseinheit der ausgeschiedenen Kohlensäure entspricht, so ergaben gesunde Kaninchen eine Mittelgrösse von 1,24, solche, an denen eine Halswunde angelegt worden, 1,18, die, denen man die beiden unteren Kehlkopfnerven durchschnitten hatte, 1,45 und die, welchen die zwei herumschweifenden Nerven getrennt worden, 1,65.

Leben die Thiere länger fort, so nähern sich wahrscheinlich ihre Athmungserzeugnisse immer mehr denen gesunder Geschöpfe. Die Abweichung wird vermuthlich in Hunden kleiner, als in Kaninchen ausfallen.

§. 807. Liegen die Stimmbänder, deren Muskeln die Trennung der unteren Kehlkopfzweige gelähmt hat, bei ruhiger Athmung schlaff da, so können sie bei angestrenzter wie Segel bewegt werden. Ein hörbares Strömen der Luft oder ein Rasselgeräusch begleitet dann leicht das Athmen. Das Streben, viel Luft in die Lungen zu führen, kann die Ausathmung der Kaninchen abkürzen, die Einathmung unmittelbar darauf folgen lassen und diese in merklichem Grade verlängern. Katzen bieten bisweilen noch Zwischenpausen der Ruhe dar. Die Furcht oder andere Aufregungen vergrössern in der Regel nicht die Zahl der Athemzüge, wie in gesunden Geschöpfen. Sie können sie sogar sichtlich verkleinern.

§. 808. Die Lähmung des hinteren Ringgiessbeckenmuskels (*Cricoarytaenoideus posticus*) jeder Seite macht die zur kräftigen Stimmbildung nöthige Spannung der unteren Stimmbänder unmöglich. Jede active Ausdehnung derselben überhaupt fällt aber erst fort, wenn zugleich die beiden Ringschildknorpelmuskeln (*Cricothyreoides*) unthätig sind, man also nicht bloss die unteren, sondern auch die oberen Kehlkopfzweige durchschnitten hat. Die Trennung der zwei unteren Kehlkopfzweige führt dessenungeachtet schon in Hunden und Katzen zu völliger Stimmlosigkeit, zu blossen Rasselgeräuschen oder einem lauten Blasen der durchgetriebenen Luft statt der klangvollen Stimmtöne.

§. 809. Fehlt auch die active Stimmritzenverengerung nach der Durchschneidung der oberen Kehlkopfnerven, so bleibt doch die passive immer noch möglich. Sie zeigt sich bei dem Schlucken und dem Erbrechen, wenn die Zusammenziehung der benachbarten Schlundkopfschnürrer die Giessbeckenknorpel coulissenartig einander entgegenschiebt. Die Thiere verschlucken sich aber leichter, wenn sie während des Essens beunruhigt werden oder man ihnen Flüssigkeit in die Rachenhöhle unmittelbar eingiesst.

§. 810. Die Aeste des herumschweifenden Nerven, die sich in das Herzgeflecht (*Plexus cardiacus*) begeben, wirken auf das Nachdrücklichste auf die Herzbewegung und die, welche in die Lungengeflechte (*Plexus pulmonales anterior und posterior*) treten, auf den Ernährungszustand der Lungen. Die nähere Betrachtung dieser Erscheinungen wird uns in der Folge ausführlicher

beschäftigen. Die Vagusfasern, die mit den Sympathicuszweigen gemischt in den Speiseröhrengeflechten (Plexus oesophagei superior und inferior) verlaufen, enthalten Empfindungsfasern für die Schleimhaut der Speiseröhre und leiten zugleich die Bewegungen derselben.

§. 811. Wollte man nach der Zergliederung mit freiem Auge allein urtheilen, so dürfte man nur schliessen, dass die Magen-zweige (R. R. gastrici) des herumschweifenden Nerven auf den Magen wirken. Physiologische Versuche lehren aber, dass sich auch ihr Einfluss auf die dünnen Gedärme, oft auch auf den Dickdarm und vermuthlich sogar auf die Leber ausdehnt.

§. 812. Oeffnet man die Unterleibshöhle von Hunden und trennt die Bauchtheile der Vagusstämme (N. N. vagi anterior und posterior) unmittelbar nach deren Durchtritt durch die Speiseröhrenöffnung des Zwerchfells, so zeigt sich, dass sie Empfindungsfasern enthalten. Die Reizung nach dem Tode führt zu Bewegungen im Magen und bisweilen auch in den dünnen und den dicken Gedärmen.

§. 813. Hunde und selbst Kaninchen können den eben erwähnten Eingriff Monate lang überleben, weil die schädlichen Einflüsse, welche die Durchschneidung der beiden Halsstämme der Vagi auf das Herz, die Lungen und die Speiseröhre ausübt, bei jener tiefen Trennung hinwegfallen. Die Thiere leiden bisweilen im Anfange an Schlingbeschwerden. Diese verlieren sich aber in der Folge. Die lange Lebensdauer beweist mittelbar, dass die in dem Magen nicht aufgesogenen Bestandtheile der Speisen in hinreichender Menge in die dünnen Gedärme übergehen. Die Magenverdauung leidet nicht und Hunger und Durst verrathen sich ebenfalls. Das Erbrechen bleibt möglich. Man kann Reflexbewegungen durch die örtliche Reizung der Magenschleimhaut hervorrufen. Die Empfindlichkeit von dieser und der Schleimhaut des Zwölffingerdarmes scheint herabgesetzt zu sein¹⁾. Die gleichen Erscheinungen zeigen sich und das Leben kann ebenfalls unbestimmte Zeit fortauern, wenn man einen um den Bauchtheil der Speiseröhre herumgehenden Kreisschnitt bis in die Muskelhaut gemacht und sich so gesichert hat, dass auch die feineren Vagusäste ausser den Hauptstämmen getrennt worden. Wir werden in der Folge sehen, dass die Verletzung der Muskelhaut selbst einen wesentlichen Einfluss

¹⁾ M. SCHIFF, Neue Untersuchungen über den Einfluss des Nervus vagus auf die Magenthätigkeit. Bern 1860. 8. S. 16.

auf die Bewegungen des Magens und das Erbrechen auszuüben im Stande ist.

§. 814. Die Trennung des einen Halsstammes des herumschweifenden Nerven bildet keinen an und für sich gefährlichen Eingriff. Hunde können Jahre lang leben, ohne dass sich der Nerv wiedererzeugt. Die anhaltende Verkleinerung des Sehloches des Auges der verletzten Seite verräth die Anwesenheit der Nervenlücke in den Hunden und den Katzen, nicht aber in den Kaninchen, den Murmeltieren oder dem Menschen, weil der Halstheil des sympathischen Nerven mit dem des herumschweifenden nur in den zuerst genannten Geschöpfen innig verbunden ist. Die einseitige Vaguslähmung kann auch vom Menschen eine unbestimmte Zeit ertragen werden. Die bisweilen aus Unvorsichtigkeit vorgenommene gleichzeitige Unterbindung der gemeinschaftlichen Halsschlagader und des Halsstammes des herumschweifenden Nerven des Menschen dürfte, nach Thierversuchen zu schliessen, nicht absolut tödtlich sein, wie man gewöhnlich annimmt. ROUX¹⁾, der ein Stück der doppelt unterbundenen Carotis und des Vagus entfernte, bemerkte nur Neigung zu Husten und Erbrechen, während Heiserkeit, beschränkte Expectoration und Athembeschwerden fehlten. Die Leichenöffnung wies keine Lungenentartung nach. KAPPELER²⁾ beschrieb einen Fall, in dem BILLROTH ein einen halben Zoll langes Stück des herumschweifenden Nerven mit einem Lymphdrüsenarkom wegnahm. Der Kranke verlor den Klang seiner Stimme und wurde heiser. Die Empfindlichkeit der Kehlkopfschleimhaut erhielt sich an beiden Seiten. Die Muskel- lähmung der leidenden Seitenhälfte verrieth sich noch nach langer Zeit durch die laryngoskopische Untersuchung. Die tieferen Töne wurden dadurch gebildet, dass sich das gesunde Stimmband dem kranken über die Mittellinie hinaus näherte und an dasselbe fest anschloss. Es überlagerte sich über dasselbe bei hohen Tönen. Die Krankheitszeichen stimmten mit denen überein, welche die Lähmung des einen unteren Kehlkopfsnerven des Menschen durch den Druck von Geschwülsten oder anderen Entartungen zur Folge hat³⁾.

§. 815. Ist der eine Vagusstamm in der Mitte des Halses in einem Säugethiere durchschnitten worden, so kann das Athmen rasselnd und die Stimme verändert erscheinen, die mittlere Zahl der

¹⁾ FANO, Archives générales. 1856. Février. p. 183 — 189.

²⁾ KAPPELER, Archiv der Heilkunde. Bd. V. 1864. S. 271—275.

³⁾ TÜRK, Medicinisch-chirurgische Monatshefte. 1864. S. 238—241.

Athemzüge des nicht aufgeregten Thieres in geringem Grade abnehmen, die Menge des verzehrten Sauerstoffes etwas grösser als gewöhnlich ausfallen und das Herz rascher schlagen. Junge Hunde trinken bisweilen mehr Milch und erbrechen sich desshalb oder leiden an Durchfall. Alle diese Zeichen sind aber unbeständig und verlieren sich nach einiger Zeit. Eine Geschwulst oder vergrösserte und verhärtete Drüsen, die den einen Vagus des Menschen drücken oder gänzlich zerstört haben, oder ein Aneurysma des Aortenbogens, das den Vagusstamm und den unteren Kehlkopfnerven beengt, kann zwar ein Kehlkopfgeräusch bei dem Athmen, Athembeschwerden, Husten und mühsames Schlucken bedingen. Es kommt aber auch vor, dass keine merklichen Störungen oder nur Unregelmässigkeiten des Herzschlages bemerkt werden, wenn der herumschweifende Nerv allseitig von Geschwulstmassen des Halses eingeengt worden.

§. 816. Sind die von den herumschweifenden Nerven beherrschten Muskeln symmetrisch paarig und seitlich geschieden, so wirkt der rechte Vagus nur auf die rechte und der linke auf die linke Hälfte. Regt man den einen Halsstamm oberhalb der Abgangsstelle des oberen Kehlkopfnerven an, so verkürzen sich alle kleineren Kehlkopfmuskeln der gleichen Seite. Nur die Zusammenziehung des queren Giessbeckenmuskels (*Arytaenoides transversus*), die ebenfalls an derselben Seite kräftvoll beginnt, setzt sich vielleicht auf die andere Seite der Continuität der Fasern wegen fort. Ist der eine Vagusstamm in der Mitte des Halses durchschnitten, so können im Anfange einige Schlingbeschwerden auftreten, weil ein entsprechender Seitentheil der Speiseröhre nicht mehr regelmässig spielt. Da aber eine kraftvolle Peristaltik möglich bleibt, so gleitet die Nahrung jedenfalls gänzlich oder grösstentheils in den Magen hinab. Die Schlingbeschwerden verlieren sich nach und nach. Sie fehlen auch oft von vorn herein. Die Verflechtung der Muskelfasern des Magens endlich bedingt es, dass die Reizung eines Vagus Zusammenziehungen zur Folge hat, die sich über den ganzen Magen ausdehnen.

§. 817. Der Mangel des Einflusses auf eine einzige Seitenhälfte verräth sich am Herzen am deutlichsten. Jeder der beiden Halsstämme des herumschweifenden Nerven kann auf das ganze Herz, auf beide Vorhöfe oder beide Kammern wirken. Einseitige Folgen zeigen sich nur ausnahmsweise, ehe die Nervenäste vollkommen erlöschen (§. 828.).

§. 818. BUDGE und ED. WEBER fanden zuerst im Frosche, dass die Tetanisation der beiden Halsstämme der herum-

schweifenden Nerven, also die Behandlung derselben mit den rasch wiederholten Schlägen der Rotationsmaschine oder des Magnet-elektromotors den Stillstand des Herzens zur Folge hat. Die späteren Untersuchungen von LUDWIG, VOLKMANN, SCHIFF, HEIDENHAIN, TRAUBE, MOLESCHOTT, BEZOLD und GOLTZ verfolgten die Erscheinungen in Säugethieren und Fröschen. Die Tetanisation des peripherischen, auf eine Platte von Glas oder von Gutta percha gesonderten Abschnittes eines einzigen getrennten Halsstammes des Vagus reicht hin, die periodische Zusammenziehung aller vier Haupt-abtheilungen des Herzens aufzuheben. Die gleiche Behandlung beider Vagi wirkt nur kräftiger. Stellt man die Versuche im Frosche unter Oel an, so zieht sich das Herz nach GOLTZ später nie mehr zusammen, wenn man es einmal durch die Vagusreizung zur Ruhe brachte.

§. 819. Besitzen die tetanisirenden Ströme die nöthige Stärke, so stehen die Vorhöfe und die Kammern in Diastole still. Sie füllen sich mit verhältnissmässig bedeutenden Blutmassen. Die dünnwandigen Vorhöfe erscheinen daher wie prall gespannte dunkelblaue Säcke. Die dickwandigeren Kammern dagegen behalten ihre fleischrothe Färbung. Reizt man eine Stelle der Oberfläche des ruhenden Herzens mit einem Nadelstiche, so erhält man gewöhnlich eine einmalige Zusammenziehung der Vorhöfe und dann der Kammern. Eine blosser Verkürzung der angesprochenen Kammern oder eine dieser erst nachfolgende Systole der Vorkammern wird nur bemerkt, wenn die Erregungs- oder die Empfänglichkeitsgrösse gering ist. Man erhält das Gleiche, wenn man das Herz durch die Wirkung von Opiumtinctur auf die Innenfläche desselben zum Stillstande gebracht hat. Die Kammern sind für Versuche der Art empfänglicher, als die Vorhöfe. Hielt die Erregung nicht zu lange an, so beginnen die Herzschläge erst nach dem Aufhören derselben und zwar nach einer um so kürzeren Ruhepause, je schwächer der Eingriff war. Die Vorhöfe ziehen sich zuerst und die Kammern unmittelbar darauf und zwar oft mit grossem Nachdrucke zusammen. Die Herzbewegungen sind hierbei im Anfange kräftiger und rascher. Das gewöhnliche Verhältniss kehrt allmählig zurück.

§. 820. Der Stillstand des Herzens ändert die übrigen Kreislaufsverhältnisse in wesentlicher Weise. Der hohe Grad von Blutdruck oder Spannung, den das Hämodynamometer in den grösseren Schlagaderstämmen nachweist, rührt davon her, dass jede Systole der linken Kammer mehr Blut in die Aorta giesst, als gleichzeitig

aus den Enden des Schlagadersystemes in die Haargefäße übertritt. Die überschüssige incompressible Blutmenge drückt auf die Schlagaderwände, dehnt sie aus und erzeugt zugleich den hohen Seitendruck, den das Manometer angibt. Hört der Druck der linken Herzkammer mit der Diastole derselben auf, so wirken die elastischen Schlagaderwände auf die Blutmasse nach dem Gesetze zurück, dass Wirkung und Gegenwirkung die gleichen sind, und daher der vollkommene elastische Körper mit derselben Kraftgrösse zu seiner früheren Form zurückzukehren strebt, die ihn unmittelbar vorher gedehnt hat. Das von den Schlagaderwänden gedrückte Blut weicht nach den beiden ihm möglichen Richtungen, central und peripherisch aus. Der Schluss der halbmondförmigen Klappen der Aorta hindert sogleich den Rückgang nach der linken Kammerhöhle, während der nach der Peripherie frei bleibt. Diese Auffassungsweise erklärt es, wesshalb die Diastole der Schlagadern der Systole der Herzkammern und umgekehrt entspricht und der Blutdruck und die Blutgeschwindigkeit im Laufe der Zusammenziehung der linken Kammer wachsen und während der Erschlaffung derselben abnehmen.

§. 821. Eine zweite Kammersystole folgt unter gewöhnlichen Verhältnissen der ersten so rasch nach, dass nur ein geringer Grad von Entspannung der Schlagaderwände möglich bleibt. Der Blutdruck erhält sich daher in der Halsschlagader der Säugethiere auf einer ungefähren Mittelgrösse von fünfzehn Centimetern Quecksilber und sinkt höchstens um einen Centimeter und oft nur um wenige Millimeter während der Diastole. Steht dagegen das Herz in Folge der Vagusreizung oder aus einer anderen Ursache für längere Zeit still, so treibt die elastische Rückwirkung der Schlagaderwände immer mehr Blut aus den Schlagadern in die Haargefäße über. Der arterielle Blutdruck sinkt daher fortwährend. Er kann zuletzt nur wenige Centimeter betragen. Nimmt er nicht bis auf einige Millimeter, wie kurz nach dem Tode ab, so liegt dieses nur daran, dass der durch die Tetanisation der Vagi bedingte Herzstillstand nicht lange genug angehalten hat.

§. 822. Der Mangel der periodischen Zusammenziehung der linken Kammer hat natürlich zur Folge, dass der Wechsel von Erweiterung und Verengerung der Schlagadern, mithin das Klopfen des Pulses ausbleibt. Die Entleerung der Schlagadern füllt zunächst die Haargefäße. Es hängt von der Ausdehnungsfähigkeit dieser ab, wie viel Blut in die Blutadern und von der gleichen Bedingung der letzteren, wie viel in die diastolischen Vorhöfe über-

geht. Verfallen zugleich die Körpermuskeln in Starrkrampf, weil Stromesschleifen diese oder das Rückenmark von dem Vagus aus durchsetzen, so wird mehr Blut von den Venen in die Vorhöfe gedrängt und diese füllen sich daher strotzender an, als ohne diese Nebenbedingung.

§. 823. Eine unvollkommene Beurtheilung der Verhältnisse, die sich nach der Rückkehr des Herzschlages geltend machen, hat eine irrige Deutung der Erscheinungen herbeigeführt. Beobachtet man dann den Blutkraftmesser, so sieht man, dass der arterielle Blutdruck rasch steigt und zuletzt eine grössere Höhe, als vor dem Herzstillstande zu erreichen pflegt. Man schloss hieraus, dass die Systole der linken Kammer kräftiger geworden. Versteht man hierunter, dass sich der Ventrikel vollständiger entleert und daher mehr Blut auf ein Mal in die Aorta giesst, so muss sich der Blutdruck durch diese eine Systole bedeutend erhöhen. Untersuchen wir aber seine Wirkungen auf den Blutkraftmesser, so verfolgen wir immer die Einflüsse einer grösseren oder geringeren Reihe von Herzschlägen. Die Geschwindigkeit, mit der diese auf einander folgen, bestimmt dann die Erhebung der Quecksilbersäule in wesentlichster Weise. Man kann einen höheren Blutdruck bei schwächerem, aber häufigerem Herzschlage haben, wenn mehr Blut in der Zeiteinheit, obgleich nicht mit jeder Systole in das Schlagadersystem übertritt. Es lässt sich umgekehrt denken, dass ein kräftigerer, aber seltenerer Herzschlag den arteriellen Blutdruck aus dem gleichen Grunde sinken lässt. Man darf daher die Manometerwerthe nur dann mit Sicherheit deuten, wenn man die Füllungs- und die Entleerungsgrösse der Kammerhöhle und die Geschwindigkeit des Herzschlages kennt.

§. 824. Hält die elektrische Tetanisation eines oder der beiden herumschweifenden Nerven zu lange an, so beginnen die Herzschläge von Neuem. Der Stillstand fehlt gänzlich bei zu schwacher Erregung oder bei zu grosser Erschöpfung der Nerven. Legt man die Elektroden an die Quersfurche des Herzens, so erhält man noch Ruhe, wenn sie die herumschweifenden Nerven nicht mehr herbeiführen. Schwache Reizungen führen hierbei bisweilen zum Stillstande der Kammern, nicht aber zu dem der Vorhöfe.

§. 825. Die Einflüsse, die der herumschweifende Nerv auf das Herz ausübt, lassen sich in dem unversehrten Thiere, wenn auch nicht so rein, als nach der Reizung des durchschnittenen und gesonderten Stammes nachweisen. Man sticht eine dünne Explorationsnadel in das Herz und zwei Elektrodennadeln in die Halsgegend,

die dem Verlaufe des Vagus entspricht. Die Explorationsnadel ruht oft während der Tetanisation des Nerven. Die heftige Athemnoth und die Erstickungsgefahr zwingen in der Regel zu einer baldigen Unterbrechung der Beobachtung.

§. 826. Die rasch wiederholte mechanische Reizung oder die mechanische Tetanisation des herumschweifenden Nerven verlängert die zwischen zwei Zusammenziehungen der Kammern liegende Zeitgrösse in ähnlicher Weise, wie schwache elektrische Ströme. Da man hier einen Theil des Nerven nach dem anderen zerstört, so dauert die Wirkung zu kurze Zeit, als dass man einen anhaltenden Stillstand hervorrufen könnte. Dieser Einfluss der mechanischen Erregung und der ähnliche Erfolg, den das Hinstreichen längs der Nerven mit einem glühenden Drathe oder das allmähliche Eindringen einer chemisch reizenden Flüssigkeit nach sich zieht, beweisen, dass keine besondere Eigenthümlichkeit der Elektrizität, sondern die Natur des Vagus die Wirkung auf das Herz erzeugt.

§. 827. Die Reizung eines Nervenstammes regt hier nicht, wie gewöhnlich, Bewegungen an, sondern hebt dieselben vielmehr auf. Dasselbe kehrt in manchen anderen Theilen wieder. Die beiden Eingeweidenerven (N. N. splanchnici major und minor) können Dünndarmbewegungen hervorrufen. PFLÜGER fand aber, dass sie auch die vorhandene Peristaltik in dem lebenden Thiere hemmen, wenn man sie selbst oder die Fortsetzungen ihrer Fasern im Rückenmarke mit den Schlägen des Magnetelektromotors behandelt. Der obere Kehlkopfzweig (R. laryngeus superior), der die Empfindlichkeit der Kehlkopfschleimhaut vermittelt und die Reflexbewegungen des Hustens nach mässigen Erregungen derselben hervorruft, kann, wie wir sehen werden, nach ROSENTHAL die Athmung hemmen. Diese Beispiele führen aber zu dem Schlusse, dass die Quantität des Eingriffes den Erfolg wesentlich bestimmt. Geringere Erregungsgrade rufen Bewegungen hervor, während diese nach stärkeren ausbleiben. Dasselbe wiederholt sich für den herumschweifenden Nerven.

§. 828. Die schwache Vagusreizung kann die Zahl der Herzschläge vergrössern. Hat die Bewegung des Herzens in dem frisch getödteten Thiere aufgehört, so sieht man bisweilen, dass sie nach der Ansprache des Halsstammes des herumschweifenden Nerven mit mechanischen oder chemischen Erregungsmitteln von neuem beginnt.

Da aber oft die Herzschläge ohne eine anzugebende Veranlassung wiederkehren, oder ihren Rhythmus ändern, so beweisen diese That-sachen weniger, als ein anderer Versuch, der zwar selten gelingt, den ich aber in den verschiedensten Säugethieren mit Erfolg anstellte. Trifft man den richtigen Zeitpunkt des niedersten Grades der Leistungsfähigkeit, so erzeugt die mechanische oder die chemische Reizung des Halsvagus nur ein der Länge und der Breite nach beschränktes Wellenzittern einzelner Muskelbündel und zwar meist der gleichseitigen Kammer. Brachte SCHELSKE das Herz des Frosches dadurch zur Ruhe, dass er es einer Wärme von 30 bis 36° aussetzte oder auf 0° abkühlte, so rief ein Inductionsschlag, der den Stamm des herumschweifenden Nerven traf, eine einzige Zusammenziehung des Herzens hervor. Dieses ging dann wieder zur Ruhe über. Der herumschweifende Nerv kann also Zusammenziehungen der Herzmusculatur zur Folge haben und nur die ihm entsprechende Herzhälfte anregen.

§. 829. Man nannte Hemmungsnerven diejenigen Stämme, deren Reizung Muskelmassen erschlaffen lässt. Der herumschweifende Nerv wurde auf diese Weise von WEBER und dessen Nachfolgern als der unmittelbare Hemmungsnerv der Herzbewegungen und der Eingeweidenerv von PFLÜGER als der der Peristaltik der dünnen Gedärme, der obere Kehlkopfnerv dagegen von ROSENTHAL als der reflectorische Hemmungsnerv der Athmung angesehen. FRANKENHÄUSER endlich nimmt an, dass die an der Aorta herunterlaufenden Nervengeflechte des sympathischen Nerven die Bewegungs- und die von dem Kreuzbeinnerven kommenden Zweige die Hemmungsnerven der Gebärmutter seien. Man darf dieses nicht in dem Sinne nehmen, dass die Hemmung eine unveränderliche Eigenschaft des Nerven bildet, weil auch Verkürzungen bei schwachen Erregungen oder niederen Empfänglichkeitsgraden desselben möglich bleiben. Der Ausdruck Hemmungsnerv ist überhaupt ein Wort, das nicht nur die Erscheinungen nicht erklärt, sondern auch von dem Suchen nach einer näheren Erläuterung abhält, weil man sich mit der Annahme einer verborgenen Eigenschaft leicht beruhigt.

§. 830. SCHIFF und nach ihm MOLESCHOTT fassen die Hemmung als Erschöpfungswirkung auf. Sie betrachten den herumschweifenden Nerven als einen gewöhnlichen Bewegungsnerven. Die Fasern, die das Herz beherrschen, erlahmen aber schnell und erholen sich wiederum nach kurzer Zeit, so dass sich hieraus der

Wechsel von Systole und Diastole erklären lasse. SCHIFF ¹⁾ suchte ähnliche Wirkungen, wie die der Vagusreizung an den Fussmuskeln des Frosches hervorzurufen, indem er den Hüftnerven durch den Schluss der Kette mittelst eines Uhrwerkes periodisch reizte. War die Empfänglichkeit des Hüftgeflechtes durch vorangehende elektrische Misshandlungen so sehr geschwächt, dass die dasselbe treffenden Schläge des Magnetelektromotors keine Zusammenziehungen des Wadenmuskels oder der Fussmuskeln erzeugten, so erhielt man Verkürzungen, wenn man den Hüftnerven auf die oben erwähnte Weise anregte, ohne dass der Magnetelektromotor auf das Hüftgeflecht wirkte, nicht aber, wenn dieses gleichzeitig von den Inductionsströmen durchsetzt wurde.

§. 831. Die Zukunft wird genauer feststellen müssen, von welchen Molecularverhältnissen es abhängt, dass die Bewegungseinflüsse einzelner Nerven jenseit einer gewissen Erregungsgrösse aufhören und eingeleitete Bewegungen in Folge dessen still stehen. Das Galvanometer gab hierüber bis jetzt keinen Aufschluss. Die elektromotorischen Eigenschaften des herumschweifenden Nerven unterscheiden sich nicht von denen anderer Nerven. Derjenige Tetanisationsgrad, der zur Erzeugung des Stillstandes des Herzens hinreicht, ruft die gewöhnliche negative Schwankung des Nervenstromes hervor.

§. 832. Lässt man den Magnetelektromotor auf den Halsstamm eines Hundes wirken, so dass die Kehlkopfmuskeln und die Speiseröhre in Starrkrämpfe verfallen und das Herz ruht, so erschlaffen jene früher, als dieses zu schlagen beginnt²⁾. Der active Erregungseinfluss erschöpft sich also eher, als die auf das Herz ausgeübte Vaguswirkung. Erzeugt man die Schliessungen und die Unterbrechungen des Stromkreises durch den §. 363. beschriebenen Disjuncter oder durch einen Magnetelektromotor, dessen Hammer man bedeutend höher oder tiefer stellen kann, so findet man, dass das Herz nicht still steht, ja nicht einmal langsamer schlägt, wenn sich die auf die Zeiteinheit kommende Zahl der Unterbrechungen unterhalb einer gewissen Grenze hält. Die Beschleunigung des Rhythmus der Herzthätigkeit tritt anderseits erst eine merkliche Zeit später, als die zweite Vagustrennung ein und steigt hierauf allmählig zu einem Maximum.

¹⁾ SCHIFF, Physiologie. S. 190—192.

²⁾ SCHIFF, a. a. O. S. 418.

§. 833. LOWER wusste schon, dass die Trennung der beiden herumschweifenden Nerven die Menge der Herzschläge vergrößert. Sie kann um mehr als das Doppelte in Hunden steigen und z. B. von 70 auf 150 wachsen. Leben die Thiere eine Zeit lang fort, so schlägt das Herz nach einigen Tagen etwas langsamer. Eine grössere Häufigkeit des Pulses, als in dem gesunden Hunde bleibt jedoch bis zu dem Tode zurück. BERNSTEIN fand, dass der sympathische Nerv einen wesentlichen Einfluss auf diese Erscheinungen ausübt. Hat man die beiden Grenzstränge eines Kaninchens, dessen künstliche Athmung unterhalten wird, von der Gegend des siebenten Brustwirbels bis zu dem unteren Lendentheile ausgerissen, so führt die doppelte Vagustrennung zu keiner Vermehrung des Herzschlages.

§. 834. Die Vergrößerung der Zahl der Herzbewegungen kommt zwar als beständige Erscheinung in den Säugethieren vor. BUDGE und MOREAU vermissten sie aber in den Fröschen, die dessenungeachtet den Herzstillstand nach der elektrischen Erregung einer oder beider Vagi liefern. Rührte die Beschleunigung der Herzschläge von Säugethieren, deren Vagi getrennt worden, von der Beseitigung des Einflusses der Hemmungsnerven her, so liesse sich nicht einsehen, wesshalb nicht das Gleiche in Fröschen wiederkehren sollte. Der Unterschied der Athmungsbeziehungen kann den Widerspruch nicht erklären. Man hat sich vorgestellt, dass die beschwerliche Athmung, welche der doppelten Vagustrennung nachfolgt, den Herzschlag der Säugethiere häufiger macht. Da die Lungen eine nur untergeordnete Rolle für den Gaswechsel der Frösche übernehmen, dieser vielmehr durch die Haut grösstentheils vermittelt wird, so glaubte man hierin den Grund zu finden, wesshalb das Herz des Frosches nicht schneller schlägt, wenn die Vagi nicht mehr wirken. Diese Anschauungsweise fällt aber, so wie man die Betrachtung auf die Vögel ausdehnt. Obgleich die Athmung dieser Thiere lebhafter als die der Säugethiere ist und die doppelte Vagustrennung nachdrückliche Athembeschwerden zur Folge hat, so ist doch die Beschleunigung des Herzschlages geringer und kann sogar nach EINBRODT nach durchgreifenden Misshandlungen der herumschweifenden Nerven bei der Präparation gänzlich fehlen. Diese Aenderungen des Herzschlages liefern keinen sicheren Beweis für die Hemmungsvorstellung.

§. 835. Dasselbe gilt von der Einwirkung beständiger galvanischer Ströme, weil hier die Ergebnisse wechseln. HEIDENHAIN sah im Hunde, dass eine starke Kette, die den Halsstamm des

herumschweifenden Nerven anhaltend durchsetzte, die Zahl der Herzschläge von 28 auf 40 bis 65 in der Zeiteinheit hob. Ein dem früheren nahe stehender Werth kehrte nach der Oeffnung des Stromes wieder. BEZOLD¹⁾ dagegen fand in Kaninchen, dass schwächere und stärkere absteigende Ströme die Zahl der Herzschläge im Anfange in geringem Grade verminderten, später dagegen in dieser Beziehung wirkungslos blieben. Der Schluss schwacher, nicht aber starker Ströme und die Oeffnung beider wirkten ebenfalls verlangsamend ein.

§. 836. BROWN-SÉQUARD²⁾ suchte die Ursache des Herzstillstandes in der Unterbrechung des Kreislaufes der Herzmasse. Die von dem herumschweifenden Nerven abhängigen Haargefäße sollten sich in hohem Grade verengen. Mehrere Gründe sprechen gegen diese Auffassung. Die Misshandlung des Hüftnerven ändert nicht unmittelbar die Durchmesser der Haargefäße der Schwimnhaut des Frosches. Es ist daher schon an und für sich unwahrscheinlich, dass der herumschweifende Nerv einen so mächtigen Einfluss auf die Haargefäße des Herzens ausübt. Steht das Herz eines Säugethieres, dessen Athmung künstlich unterhalten wird, während der Tetanisation des Vagus still, so sieht man mit der Loupe, dass die feineren Gefäße der Oberfläche desselben mit Blut gefüllt bleiben. Ein ausgeschnittenes Herz kann zwar wiederum klopfen, wenn man eine seiner Kranzschlagadern durch ein Rohr mit der Schlagader eines lebenden Säugethieres verbunden und so den künstlichen Durchgang des Blutes wiederhergestellt hat. Dieser erhöht die Lebhaftigkeit und wahrscheinlich auch die Kraft des Herzschlages. Er bildet aber keine nothwendige Bedingung für die Zusammenziehung des Herzens überhaupt. Es hört nicht zu schlagen auf, wenn man die Kranzarterien durchschnitten, unterbunden oder bis in die Haargefäße hinein mit erstarrender Einspritzungsmasse gefüllt hat. Ein solches noch Stunden lang fortklopfendes Herz kann nach der Tetanisation des herumschweifenden Nerven wie ein gesundes still stehen. Es ruht weit früher, wenn die Lungenschlagader selbst nur zum grössten Theile embolisch verstopft worden, als wenn der Blutlauf in seiner Muskelmasse still steht.

¹⁾ A. v. BEZOLD, Untersuchungen über die Innervation des Herzens. Leipzig 1863. 8. S. 77. 80. 81.

²⁾ BROWN-SÉQUARD, Experimental Researches p. 78.

§. 837. Die Durchschneidung der beiden Halsstämme des herumschweifenden Nerven bildet einen in jedem Falle tödtlichen Eingriff. Dieses gilt selbst für den Fall, dass man den zweiten Vagus Wochen oder Monate lang nach dem ersten trennt, vorausgesetzt, dass sich dieser indessen nicht wiedererzeugt hat. Da aber selbst Kaninchen, die sonst nach Verletzungen der Unterleibsorgane leicht zu Grunde gehen, die Trennung der beiden Endäste des herumschweifenden Nerven unbestimmte Zeit überleben (§. 813.), so folgt, dass die durch die höheren Zweige erzeugten Lähmungserscheinungen den Tod herbeiführen.

§. 838. Neugeborene Säugethiere überleben die doppelte Vagustrennung verhältnissmässig die kürzeste Zeit, wenn man keine Luft-röhrenfistel anlegt (§. 804.). Erwachsene Kaninchen sterben höchstens nach drei bis vier Tagen. Hunde können ungefähr zwei Monate in den glücklichsten Fällen erhalten bleiben. Eine Luft-röhrenfistel mindert einen Theil der Leiden. Sie verlangsamt wahrscheinlich die allmähliche Aenderung der Blutbeschaffenheit, die vermuthlich die Hauptursache des Todes bildet.

§. 839. Der sympathische Nerv scheint keine Bewegungsfasern für die rothen Muskelmassen des Schlundes und der Speiseröhre zu enthalten. Die in der Mitte des Halses vorgenommene doppelte Vagustrennung lähmt die Musculatur der Speiseröhre gänzlich und die des Schlundes bis auf den mittleren Schlundkopfschnürer, der zum Theil von dem äusseren Aste des oberen Kehlkopfnerven abhängt, und den Griffelschlundkopfmuskel, den der Zungenfleischnerv beherrscht (§. 791.). Die Schlingbeschwerden und die bisweilen vorkommende starke Anfüllung der Speiseröhre mit Nahrungsmassen unterstützen die Ergebnisse, welche die an frisch getödteten Säugethiern angestellten Reizversuche liefern. Berücksichtigt man aber die Möglichkeit der langen Lebensdauer, vorzugsweise in Hunden, und das in diesen Thieren oder in Katzen auftretende Erbrechen, so wird man mit Recht in Zweifel ziehen, dass hier die Speiseröhre vollständig gelähmt sei, dass also ihre Bewegungen nur bei unversehrten Vagusfasern möglich bleiben. Hiermit fällt auch die Annahme von BLAINVILLE, dass die durch die Ueberfüllung der Speiseröhre bedingte Zusammendrückung der Lungen den Tod herbeiführe. Man hat bis jetzt die Frage, ob die Empfindlichkeit der Oesophagusschleimhaut nach der doppelten Vagustrennung gänzlich oder nur theilweise aufgehoben ist, mit Sicherheit nicht entschieden.

§. 840. Sind auch die beiden Halsstämme des herumschweifenden Nerven in einem Hunde, der eine Magenfistel trägt, durchschnitten worden, so kann doch noch die mechanische oder die chemische Erregung der Magenschleimhaut eine stärkere Röthung derselben und Reflexbewegungen hervorrufen. Die Angabe mancher Forscher, dass die Empfindlichkeit der inneren Oberfläche des Magens abgenommen, hat eine nicht geringe Wahrscheinlichkeit für sich. Sie lässt sich jedoch mit Sicherheit nicht beweisen. Die früher oft vertheidigte Ansicht, dass die Vagusfasern die Gefühle des Hungers und des Durstes vermitteln, hat sich nicht bewährt. Es kommt im Gegentheil vor, dass junge Hunde so viel Milch nehmen, dass ihre Magengegend sichtlich aufschwillt.

§. 841. Die doppelte Vagustrennung verlangsamt die Magenbewegungen. Sie bleiben aber immer noch stark genug, um die Speisen in den mannichfachsten Richtungen fortzuschieben und zuletzt in den Dünndarm überzuführen oder die Cardia- oder die Pförtneröffnung für längere Zeit zu schliessen.

§. 842. Die Thiere, in denen der eine oder die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten worden, brechen im Allgemeinen häufiger als gesunde¹⁾. Reizt man den centralen Abschnitt des getrennten Halsvagus des Hundes, mit den Schlägen des Magnetelektromotors, so folgt nicht selten Brechneigung nach. Man muss zwei Fälle, das scheinbare und das wahre Erbrechen unterscheiden. Ist die Speiseröhre in dem Grade gelähmt, dass in ihr Nahrungsmittel zurückbleiben, so können diese in Folge eines starken Ausathmungsdruckes oder aus anderen Gründen in die Mundhöhle theilweise übertreten. Dieser Rückgang wird im Allgemeinen um so leichter erfolgen, je mehr die Speiseröhre durch die verschluckten Körper ausgedehnt worden. Manche Pflanzenfresser, wie das Pferd, das Kaninchen, das Meerschweinchen erbrechen sich nie, so lange sie gesund sind. ROUGET leitet diese Erscheinung in den beiden letzteren Thieren davon her, dass hier ein die Speiseröhre umgebender von dem Zwerchfellnerven abhängiger Theil des Zwerchfelles, der nach Art eines Schliessmuskels wirkt, stärker als sonst entwickelt ist. Nahrungsmassen kehren nicht selten in die Mund-

¹⁾ Geschwülste, die den einen Halsstamm des herumschweifenden Nerven des Menschen drücken, können ebenfalls Husten und Erbrechen zur Folge haben. Siehe z. B. M. J. TILGEN, Diss. sistens observationem fungi medullaris Nervi vagi et partium adjacentium. Bonnae 1830. 4. p. 4.

höhle jener Pflanzenfresser zurück, wenn man die beiden Vagi durchschnitten hat. Da sie sich auch nach der Trennung der Mitteltheile des grossen Gehirns oder nach anderen Hirnverletzungen erbrechen, so wird man bei künftigen Untersuchungen genauer bestimmen müssen, wann jenes nur scheinbar durch die Lähmung der Speiseröhre erzeugte Erbrechen auftritt und wann das wahre die Nahrungsmittel aus dem Magen heraufwirft. Manche Forscher läugneten, dass dieses Letztere nach der doppelten Vagustrennung möglich sei oder dass man es durch die örtliche Reizung der Magenwände, vorzugsweise der Pförtnerhälfte hervorrufen könne. Die Hunde lassen keinen Zweifel in dieser Beziehung. Sie erbrechen sich häufig nach dem Genusse fester Massen oder übergrosser Mengen von Flüssigkeiten und leiden oft an Würgen und an Brechbewegungen bei leerem Magen.

§. 843. Die nähere Betrachtung der Verhältnisse des Erbrechens kann uns manche Aufschlüsse über die Beziehungen dieser Erscheinung zu dem herumschweifenden und dem sympathischen Nerven geben.

Der durch die Seitenstränge und das verlängerte Mark eingeleitete regelmässige Wechsel der Ein- und der Ausathmungsbewegungen liefert einen der vielen Beweise, dass sich die Erregungen nicht ungeordnet, sondern nach bestimmten Normen von einer mikroskopischen Ganglienkugel zur anderen mittheilen. Führt die Bauchpresse zu dem Ausnahmefalle, dass sich ein Einathmungsmuskel, wie das Zwerchfell, und die gewöhnlichen Ausathmungsmuskeln, nämlich die Bauchmuskeln gleichzeitig zusammenziehen, so folgt, dass hier die Erregung in dem centralen Nervensysteme in ungewöhnlicher Weise durchschlägt. Da aber die Bauchpresse bei dem nach der Ausreissung beider herumschweifenden Nerven auftretenden Erbrechen wirkt, so bleibt der Anstoss zu jener eigenthümlichen Verbreitung der Reizung in dem verlängerten Marke auch ohne die in den Vagusbahnen verlaufenden Empfindungsfasern möglich. Entsteht hier das Erbrechen durch Ueberfüllung des Magens, so können nur die Magen Zweige des sympathischen Nerven die zum Grunde liegende Reflexerregung vermitteln. Hat man eine Magenfistel in einem Hunde angelegt und hierauf die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten, so sieht man, dass mechanische Reize, welche die Magenschleimhaut treffen, Bewegungen des Magens hervorrufen. Die Magen Zweige des Sympathicus enthalten also Empfindungsfasern, welche die ersten Erreger jener Reflexbewegungen bilden.

§. 844. Der seit dem Ende des siebzehnten Jahrhunderts fortgeführte Streit, ob nur die Bauchpresse oder auch die gleichzeitige Zusammenziehung des Magens bei dem Erbrechen wirkt, kann nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen entschieden werden. Man weiss jetzt, dass der Magen nicht unthätig bleibt. Er kann sogar Bedingungen liefern, die jedes Erbrechen trotz aller Anstrengungen der Bauchpresse unmöglich machen.

§. 845. Da sich Hunde, Katzen und der Mensch, wie der Fall von PATRY¹⁾ lehrt, bei geöffneter Unterleibshöhle und sogar bei vorgezogenem Magen erbrechen können, so folgt, dass der allseitige Druck der Bauchmuskeln keine unerlässliche Bedingung der Erscheinung bildet. Der Magen wird gegen das Zwerchfell plötzlich hinaufgeführt, weil sich die Speiseröhre rasch und nachdrücklich verkürzt. Die Zusammenziehung derselben hat aber zur Folge, dass ihre an Cardia ausstrahlenden Fasern die Cardiamündung, wie die Oeffnung einer Börse weit aufmachen und dadurch erst den Uebergang reichlicher Nahrungsmassen in die Speiseröhre ermöglichen. Dieser Act bereitet sich schon während der Uebelkeiten vor. Der Magen des Menschen²⁾ lieferte dann so starke von dem Pförtner nach der Cardia gerichtete Wurmbewegungen, dass man sie sehen und fühlen konnte. Sie schieben den Mageninhalt gegen die Cardia hin. Das Luftschlucken, das während der Uebelkeit in dem Menschen und den Thieren vorkommt, vergrössert den Umfang des Magens, so dass auf ihn die Bauchpresse um so eher wirken kann. Die mit Luft vermengten Speisen gleiten auch im Allgemeinen leichter nach oben fort.

§. 846. Hatte SCHIFF die Grenzbezirke der Cardia junger Hunde mit einem Faden umschnürt und dann die Ligatur gelöst, so wurden hierdurch die oben erwähnten Ausläufer der die Cardia öffnenden Speiseröhrenfasern unthätig gemacht. Da sich der Magen schief stellt, seine grosse Krümmung nach oben und vorn und seine kleine nach unten und hinten richtet, wenn er mit Nahrungsmassen gefüllt wird, so legt sich die Uebergangsstelle der Speiseröhre in den Magen so ein, dass keine Inhaltsmassen austreten können. Jene Speiseröhrenfasern müssen erst die Cardia öffnen. Sind sie gelähmt, so führt die Einverleibung von Brechweinstein zu den unerhörtesten,

¹⁾ PATRY, Bulletin de l'académie de médecine. Tome XXVIII. Paris 1863. 8. p. 790—792.

²⁾ PATRY, Ebendasselbst S. 791.

Stunden lang fortdauernden Brechanstrengungen, ohne dass das Erbrechen trotz der kräftigsten Wirkungen der Bauchpresse zu Stande kommt. Dasselbe wiederholt sich, wenn man vorher den Magen durch eingetriebene Luft so sehr ausgedehnt hat, dass der ganze obere Bezirk des Unterleibes aufgeschwollen erscheint.

§. 847. Hatte RÜHLE ein Wassermanometer in dem Magen seitlich eingesetzt, so fand er, dass die Flüssigkeit des dem Magen näheren Schenkels in dem Augenblicke des Erbrechens emporging. Er betrachtete dieses als einen Gegenbeweis der Ansicht, dass sich der Magen zu derselben Zeit zusammenziehe. Das Ansaugen der Manometerflüssigkeit erklärt sich aber nach dem Bernoulli-Venturischen Theorem, weil die Nahrungsmittel an der Einmündungsstelle des Manometers rasch vorübergehen. Oeffnen die Strahlenfasern der Speiseröhre die Cardiamündung, so hat man eine schnelle Vergrößerung des Innenraumes des Magens und daher einen zweiten Grund für das Steigen des Wassers in dem benachbarten Manometerschenkel.

§. 848. Da die doppelte Vagustrennung weder die Magenbewegungen, noch das Erbrechen unmöglich macht, so folgt, dass die zu dem Magen gehenden Sympathicuszweige alle hier in Betracht kommenden Erregungsbedingungen liefern können. Wie die Gefühle des Hungers und des Durstes nach der doppelten Vagustrennung erhalten bleiben, so ist auch die Möglichkeit des Ekelgefühles nicht aufgehoben. Dieses wird daher immer noch die antiperistaltischen Bewegungen des Magens hervorrufen, welche das Erbrechen vorbereiten können, nicht aber für dasselbe unerlässlich sind. Tritt der Brechact selbst ein, so wird noch die Cardiaöffnung aufgezo- gen und der Mageninhalt durch die gleichzeitige Druckwirkung des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln vorzugsweise nach oben geworfen.

§. 849. Die Verdauung leidet nur mittelbar durch die doppelte Vagustrennung. Die mechanische Reizung der Magenschleimhaut führt immer noch zu dem Ergüsse von Absonderungsflüssigkeit in die Magenöhle. Sie scheint nur minder reichlich hervorzquellen. Sie kann nicht bloss sauer sein, sondern auch Eiweisskörper kraftvoll verdauen, also Pepsin führen. Die Fleischnahrung der Hunde und die Pflanzennahrung der Kaninchen verwandeln sich daher in Speisebrei. Die Milch gerinnt im Magen und ausserhalb desselben durch die aus der Magenschleimhaut des kranken Thieres bereitete künstliche Verdauungsflüssigkeit. Da die

Magenbewegungen erschwert sind, und deshalb die Nahrungsmittel minder rasch und unvollkommener mit Magensaft bestrichen werden, so bildet sich der Speisebrei langsamer und geht nicht so schnell in den Zwölffingerdarm, als unter regelrechten Verhältnissen. Die Dünndarmverdauung leidet nicht sichtlich durch die doppelte Vagustrennung.

§. 850. Manche Trugbilder haben zu der Ansicht verleitet, dass die Magenverdauung nach diesem Eingriffe aufgehoben sei. Eine Hauptquelle der Täuschung lag darin, dass nicht selten die Hunde eine pepsinarme Flüssigkeit im Anfange liefern und sich überhaupt Verdauungsstörungen geltend machen, wie sie oft bei jenen Thieren und in Menschen, wenn sie Magen fisteln haben, nach geringen nicht immer genau angebbaren Veranlassungen auftreten. Man kann daher einen minder wirksamen oder selbst einen alkalischen Magensaft unter diesen Verhältnissen antreffen. Leben die Hunde längere Zeit, so verlieren sich diese Verdauungsstörungen eben so gut, als sich die Schlingbeschwerden meistentheils bessern. Die gewöhnlichen Bedingungen der Absonderung des Magensaftes erhalten sich hier, wie nach der Ausrottung des Sonnengeflechtes.

§. 851. Ein Pferd starb nach BOULEY ungefähr anderthalb Stunden, nachdem man ihm 32 Grammen weingeistigen Brechnuss-extractes durch eine Oeffnung der Speiseröhre eingeführt hatte. Waren aber die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten, so lebte das Thier länger als 24 Stunden nach der Einführung des Giftes. Die Ursache lag darin, dass die Magenbewegungen fehlten oder wenigstens seltener und kraftloser ausfielen und die Magenschleimhaut den Auszug der Brechnuss nicht aufgesogen hatte. BOULEY erzeugte auch den gleichen Erfolg durch die Unterbindung des Pförtners ohne die Vagustrennung. Oeffnete man die Ligatur, so traten die Vergiftungszeichen in weniger als einer Viertelstunde auf. Derselbe Eingriff verhütet dagegen nicht die Wirkungen des Strychnins im Hunde, weil schon der Magen die Lösung in diesen Thieren aufsaugt.

§. 852. Amygdalin und Emulsin sind an und für sich unschädliche Körper. Führt man sie aber zusammen oder kurz nach einander in den Magen ein, so stirbt das Thier nach kurzer Zeit. Das Amygdalin zerlegt sich unter Aufnahme der Elemente des Wassers in die giftige Blausäure und in zwei unschädlichen Verbindungen, Bittermandelöl und Zucker. BERNARD glaubte gefunden zu haben, dass ein Kaninchen, dem man zuerst Amygdalin und bald darauf Emulsin

gegeben hat, nur dann an Blausäurevergiftung zu Grunde geht, wenn seine beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten worden. Er suchte dieses durch die Annahme zu erklären, dass die Verdauung des gesunden Thieres das Emulsin zersetzt und daher die Erzeugung von Blausäure verhütet. Die älteren Versuche von mir und die neueren von LUSSANA lehrten aber, dass die Kaninchen an jener Vergiftung sterben, man möge die herumschweifenden Nerven durchschnitten haben oder nicht. Das Emulsin allein bleibt lange Zeit im Nahrungscanale unverändert. Eine Täuschung ist aber dadurch möglich, dass die freie Säure des Magensaftes, wenn sie in zu grosser Menge vorhanden ist, die Wechselwirkung des Amygdalins und des Emulsins, gleich jeder anderen Säure hindern kann.

§. 853. Obgleich es bisweilen in frisch getödteten Säugethieren gelingt, Bewegungen nicht nur in den dünnen, sondern auch in den dicken Gedärmen und selbst in der Gebärmutter durch die Reizung des einen Halsstammes des herumschweifenden Nerven hervorzurufen, so führt doch die doppelte Vagustrennung zu keinen bis jetzt bemerkten Störungen der Thätigkeiten jener Körpertheile.

§. 854. Wir sahen schon §. 833., dass sich die Zahl der Herzschläge nach jenem Eingriffe merklich vergrössert. Eine und dieselbe Thierart kann aber in dieser Hinsicht wesentliche Unterschiede darbieten. NASSE sah die Pulsfrequenz zwischen 18⁰/₀ und 88⁰/₀ und im Mittel um 38⁰/₀ in zwölf Hunden steigen. Gehört aber auch die Erhöhung um mehr als das Doppelte keineswegs zu den Seltenheiten, so zeugt doch die Lebhaftigkeit, mit welcher der Herzschlag bis zu den letzten Lebenszeichen fort dauert, gegen die Ansicht, welche die Todesursache der durch allzugrosse Thätigkeit bedingten Erschöpfung des Herzens zuschreibt.

§. 855. Gifte, die auf das Herz in auffallender Weise wirken, üben bisweilen andere Einflüsse vor, als nach der doppelten Vagustrennung aus. Der Fingerhut setzt die Zahl der Herzschläge in dem unversehrten Thiere herab. Hatte TRAUBE diesen Erfolg durch die Einspritzung in das Blut in Hunden erreicht und durchschnitt er hierauf die beiden herumschweifenden Nerven, so erhöhte sich die Pulsfrequenz bedeutend. Spritzte er dagegen eine Digitalislösung nach der doppelten Vagustrennung ein, so nahm die Menge der Herzschläge, wenn auch nicht bedeutend ab. $\frac{1}{100}$ Tropfen Nicotin unmittelbar in das Blut gebracht verkleinerte die Zahl der Pulsschläge und vergrösserte den Blutdruck in dem Aortensysteme. Wiederholte man den Versuch nach der zwiefachen Vagusdurch-

schneidung, so zeigte sich gar keine oder eine nur sehr geringe Veränderung. Mittlere Nicotingaben dagegen wirkten bei durchschnittenen herumschweifenden Nerven, wie kleine bei unversehrten. Die Störungen fielen schwächer aus, wenn das Gift durch die Carotis in der Richtung nach dem Gehirn, als wenn es in die Drosselblutader in der nach dem Herzen zu eingespritzt worden.

Hatte TRAUBE die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten, den Hund mit Curare vergiftet und hörte er dann mit der künstlich eingeleiteten Athmung auf, so schrieben sich zweizipfelige Wellen am Kymographion auf. Sie entstanden dadurch, dass das Herz zwei Schläge rasch hinter einander machte und dann ruhte. Man hatte zuletzt einen seltenen und langsamen Puls, ehe alle Bewegungen aufhörten. Diese Erscheinung, die auch bei anderen Giftwirkungen, wie denen des kohlensauerer Natrons des Cyankaliums und der gallensauerer Salze wiederkehrte, zeigte sich bei unversehrten Vagis oder wenn diese gelähmt und die Bewegungsthätigkeit des Herzens im Erlöschen begriffen war.

Spritzte TRAUBE gallensauere Salze in die Drosselblutader nach dem Herzen zu ein, so stieg die Pulsfrequenz, während der Blutdruck in dem Aortensysteme sank. Man erhielt das Letztere ohne das Erstere nach der doppelten Vagustrennung. Hatte man den Hund durch Morphin betäubt und führte dann das Gift in die Carotis ein, so erzeugte sich ein Einathmungsstarrkrampf, dem der Stillstand der Athembewegungen nachfolgte, während das Herz noch einige Minuten fortschlug. Machte man den Versuch an einem mit Curare vergifteten Thiere, dessen künstliche Athmung unterhalten wurde, so verminderte sich die Pulsfrequenz bei unversehrten, nicht aber bei durchschnittenen Vagis. Die Auflösung von Blutkörperchen durch gallensauere Salze bedingte es, dass Blutfarbestoff an vielen Stellen in und ausserhalb der Schädelhöhle austrat und rothe Flecke erzeugte. Die Abnahme der Blutkörperchen als der erregenden Sauerstoffträger bildet wahrscheinlich die Hauptursache der giftigen Wirkungen.

§. 856. Die doppelte Vagustrennung wirkt am auffallendsten und nachdrücklichsten auf die Athmungserscheinungen. Die Zahl der Athemzüge nimmt sogleich und zwar beträchtlich stärker, als nach der Trennung eines herumschweifenden Nerven ab. Gesunde Kaninchen gaben 86,25 und solche, in denen man die zur Operation nöthige Halswunde angelegt hatte, 89,75 Athemzüge als die der Minute entsprechenden Durchschnittswerthe (§. 806.). Sie lieferten 79,30 nach

der einseitigen Vagustrennung oder der Durchschneidung der zwei unteren Kehlkopfnerven. Die beiderseitige Durchschneidung der herumschweifenden Nerven am Halse setzte die Mittelgrösse auf 24,56 herab. Da sie auf 48,75 stieg, so wie man eine Luftröhrenfistel angelegt hatte, so folgt, dass die Beseitigung der Lähmungseinflüsse der Kehlkopfmuskeln nicht alle Ursachen der Athmungsverlangsamung aufhebt. Sie zeigt sich auch nach der Vagustrennung von Kaninchen, in denen man das grosse und das kleine Gehirn entfernt, das verlängerte Mark aber bis zur Brücke zurückgelassen hat. Die Zahl der Athemzüge von Hunden beträgt oft nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ des regelrechten Werthes während einer Reihe von Tagen nach der Operation. Sie athmen daher nur 5 bis 6 Mal in der Minute. Leben sie länger fort, so bessert sich allmählig die Athmung. Die Langsamkeit nimmt wiederum etwas ab. Man hat hörbare, schleimrasselnde oder seufzerähnliche Athemzüge. Die Athemnoth wird unter gewöhnlichen Verhältnissen geringer. Sie vergrössert sich aber durch starke Füllung des Magens, durch die Aufregungen der Angst oder des Zornes oder bei Laufversuchen. Die Aetherisation tödtet bisweilen schnell die Hunde, deren herumschweifende Nerven durchschnitten worden.

§. 857. Die Einathmung der Kaninchen wird tiefer und dauert länger, als die Ausathmung. Bedeutend lange Pausen schalten sich zwischen den Athemzügen ein¹⁾. Die äusseren Zwischenrippenmuskeln, und die Rippenheber, die sich sonst bei den Athembewegungen dieser Thiere nach ROSENTHAL nicht betheiligen, ziehen sich lebhaft zusammen. Die Verkürzung des Zwerchfelles wird zugleich kräftiger. Die Anlegung einer Luftröhrenfistel lehrt aber, dass diese Erscheinungen von dem Mangel der Stimmritzenenerweiterung in dem Augenblicke der Einathmung nicht ausschliesslich abhängen. Der unmittelbare Eintritt der Luft in die Luftröhre beseitigt das Schleimrasseln oder das pfeifende Athmen, nicht hingegen die regelwidrige und beängstigende Athmungsmechanik. Die Thiere sterben zwar später, sie gehen jedoch ebenso sicher, als ohne Luftröhrenfistel zu Grunde.

§. 858. Die lange Dauer eines jeden Athemzuges hat zur Folge, dass er eine grosse Menge ausgehauchter Kohlensäure und verzehrten Sauerstoffes liefert. Die geringe einer grösseren Zeiteinheit ent-

¹⁾ Siehe die Curve Fig. 6. S. 152 meiner Schrift, Die Einflüsse der Vaguslähmung. Frankfurt a. M. 1857. 8.

sprechende Zahl der Athemzüge gleicht dieses so aus, dass weniger oder mindestens nicht mehr Kohlensäure als von dem gesunden Thiere entfernt wird. Der starke negative Einathmungsdruck dagegen führt zur Aufnahme grösserer Sauerstoffmengen¹⁾.

§. 859. Alle an doppelter Vagustrennung zu Grunde gegangenen Säugethiere zeigen eine Lungenentartung, welche die verschiedenartigsten Deutungen veranlasst hat. Die Gefässerweiterung und die Blutüberfüllung sind bisweilen so ausgedehnt, dass eine ganze Lunge roth statt gelb erscheint. Es kommt häufiger vor, dass diese nur einzelne zerstreute heller oder dunkeler gefärbte Flecke enthält. Sie zeigen eine blosse Blutüberfüllung oder bieten kleinere oder grössere wahre Extravasate dar. Man hat eine Vermehrung der Schleimmassen, seröse und selbst festere Ausschwitzungen in anderen Fällen, so dass die kranken Stellen einen grösseren Widerstand, als gesunde Lungenstücke dem Aufblasen entgegensetzen. Lobuläres oder interlobuläres Emphysem findet sich nur in Ausnahmefällen. Verwachsungen der Lungen mit den Brustwänden und wässrige oder eiterige Ergüsse in die Lungenfellhöhle kommen nie vor. Hunde, die den Eingriff lange überlebt haben, zeigen bisweilen reichliche Schleim- oder eiterähnliche Massen im Kehlkopfe.

§. 860. Die Stimmritze schliesst sich zwar oft nach der doppelten Vagustrennung während des Niederschluckens, wenn auch die unteren Kehlkopfnerve für den Willenseinfluss gelähmt sind. Es ereignet sich aber häufig, dass dieses Sicherheitsmittel unvollkommen bleibt oder gänzlich mangelt. Bruchstücke der Nahrungsmassen, die Mundflüssigkeiten und die Epithelien der Mundhöhle treten dann leicht in den Kehlkopf und die Luftröhre über. Die Unempfindlichkeit der ganzen Athmungsschleimhaut macht es möglich, dass sie durch die tiefen Einathmungen fortgerissen werden und bis zu den feineren Bronchialästen vordringen, ohne Husten zu erzeugen. Man findet daher nicht selten grüne Futterbruchstücke nicht nur in der Luftröhre, sondern auch in den Bronchialverzweigungen von Kaninchen, die nach der doppelten Vagustrennung gestorben sind. Diese Erscheinungen führten zu der Annahme, dass die auf solche Abwege gerathenen Fremdkörper die Lungenentartung durch ihre reizenden Wirkungen erzeugten. Erstarrte Marmelthiere, die keine Nahrung seit Monaten genossen haben und sie auch nicht nach dem Erwachen nehmen, die weder Mundschleim noch Speichel während des Winterschlafes

¹⁾ Siehe die Tabelle in: Die Einflüsse der Vaguslähmung. S. 144.

absondern, leiden an heftiger Athmungsnoth nach der doppelten Vagustrennung, überleben diesen Eingriff keinen Tag lang und zeigen dessenungeachtet die Lungenentartung, vorzugsweise die rothen Extravasatflecke, sie mögen nach der Operation erwacht sein oder nicht.

§. 861. Die Veränderung rührt wahrscheinlich von den Folgen der mühsamen Einathmung her. Der starke negative Druck kann einzelne feine Gefässe um so eher sprengen und Durchschwitzungen aus anderen erzeugen, als der herumschweifende Nerv die Lungengefässe zum Theil zu beherrschen scheint und sich diese nach der Trennung desselben erweitern. Ein Vagusstamm der einen Seite erstreckt hierbei seine Einflüsse auf Gefässe beider Lungen. Ein Nebenumstand, den man bis jetzt nicht berücksichtigte, gewinnt aber hier eine wesentliche Bedeutung. Die Lähmung der Gefässnerven hat, wie wir sehen werden, zur Folge, dass das Widerstandsvermögen der Gewebe gegen äussere Eingriffe abnimmt. Einflüsse, die von gesunden Theilen ohne Schaden ertragen werden, führen dann zu Ernährungsstörungen. Wenden wir dieses auf die Lungen an, so wird die nach der Vagustrennung eintretende Athmungsnoth auf die Lungen schädlicher wirken, als die gleiche Grösse von Athmungsbeschwerden bei der Unversehrtheit aller Gefässnerven eingreifen würde. Dieses erklärt, wesshalb die Trennung eines Vagusstammes, die keine tieferen Athembeschwerden nach sich zieht, den Ernährungszustand der Lungen nicht zu stören pflegt, die beider dagegen nicht selten wesentlich verschiedene organische Aenderungen in beiden Lungen oder in den einzelnen Bezirken derselben Lunge erzeugt.

§. 862. Die Athembeschwerden bedingen es, dass das Thier traurig oder apathisch erscheint. Leben die Hunde längere Zeit fort, so magern sie ab, entleeren übelriechende oder selbst mit Blutstreifen vermischte Kothmassen. Unverdaute Nahrungsreste gehen in verhältnissmässig grossen Mengen mit diesen ab. Obgleich viel Galle in den Darm übertritt, zeigt sich doch auch die Gallenblase nach dem Tode strotzend gefüllt. Das Blut wird nach NASSE wasserarmer, während die Procente der Blutkörperchen, des Eiweisses und des Faserstoffes steigen. Das Körpergewicht nimmt mit der Länge der Lebensdauer immer mehr ab. NASSE fand z. B. dass die Hunde, welche nach $2\frac{1}{2}$ Tagen gestorben waren, 166 Grm., die welche 5 Tage lebten, 204 Grm. und die, welche erst nach 30 Tagen starben, 426 Grm. für ein Kilogramm ursprünglichen Körpergewichtes verloren hatten. Dieser Werth von $\frac{2}{5}$ bildet auch die Durchschnittsgrösse der Abnahme desselben bei dem Verhungern. Der mittlere

tägliche Verlust ist aber hier um so kleiner, je längere Zeit seit der Entziehung der Nahrung verflossen ist.

§. 863. Die Lungenentartung oder die eben betrachtete Grösse der Ernährungsstörung kann vielleicht einzelne Thiere hinwegraffen. Viele aber und besonders die Kaninchen gehen weder unter Erstickungszeichen, noch mit den Merkmalen der Inanition zu Grunde. Sie sterben plötzlich bei irgend kräftigen Eingriffen, oft schon, wenn man sie in die Höhe hebt, um sie in einen anderen Behälter zu bringen. Dieses führte zu der Vermuthung, dass sich allmählig eine Blutbeschaffenheit ausbildet, welche die Thätigkeiten des centralen Nervensystemes, besonders des verlängerten Markes immer mühsamer erhält. Das Herz kann noch eine Zeit lang nach dem Tode fortschlagen und die Reizbarkeit der Körpermuskeln und der Baucheingeweide ziemlich lange fort dauern.

§. 864. Die Wirkungen, welche die Reizung des centralen Stückes des herumschweifenden Nerven mit den Schlägen des Magnetelektromotors nach sich zieht, wechseln mit der Stärke der gebrauchten Wechselströme. Sehr schwache erhöhen und etwas stärkere vermindern die Zahl der Athemzüge. Noch kräftigere bringen das Zwerchfell in der Einathmungs- und verstärktere in der Ausathmungsstellung zur Ruhe ¹⁾. ROSENTHAL ²⁾ entdeckte, dass die Erregung des centralen Abschnittes des oberen Kehlkopfnerven und zwar nur die des inneren, nicht aber die des äusseren Astes desselben die Einathmung unterdrückt und die Ausathmungsmuskeln zur Verkürzung anregt. Das Zwerchfell verfällt nicht in Starrkrampf, wie bei der Behandlung des Vagusstammes mit den gleichen Wechselströmen. Es erschlafft vielmehr. Sind die Ströme so schwach, dass kein Athmungsstillstand zum Vorschein kommt, so verlangsamt sich die Athembewegung leichter durch den oberen Kehlkopfnerven, als durch den Vagusstamm. Obgleich man auch eine Abnahme der Zahl der Athemzüge durch starke mechanische Reize, die viele andere Empfindungsnerven, z. B. den vorderen oder den hinteren Ohrnerven, einen der Halsnerven, einen der Aeste des Achselgeflechtes oder den Hüftnerven treffen, erzeugen kann, so wirkt doch in dieser Hinsicht der obere Kehlkopfnerve am nachdrücklichsten.

¹⁾ Vgl. MOLESCHOTT in seinen Untersuchungen. Bd. IX. 1863. S. 172.

²⁾ J. ROSENTHAL, Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus vagus. Berlin 1862. 8. S. 135. Vgl. BUDGE, Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. Bd. XXI. 1864. S. 289.

§. 865. Der innere Ast dieses Nerven bildet den sensiblen Erreger der Reflexbewegungen des Hustens, wenn ein Körper die Kehlkopfschleimhaut reizt. Man kann auch diese Art von Bewegung oder stossende Ausathmungen verhältnissmässig am leichtesten durch die unmittelbare Ansprache des oberen Kehlkopfnerven der Säugethiere hervorrufen. Es beruhte dagegen auf einem Irrthume, wenn man diese Fähigkeit dem Vagusstamme abgesprochen hat. Die Wirkung zeigt sich hier seltener, weil die Empfänglichkeit geringer, als in dem oberen Kehlkopfzweige ist und Reflexbewegungen überhaupt von den grösseren Nervenstämmen aus schwerer erregt werden. Neigung zum Husten kommt bei Geschwülsten oder Aneurysmen, die nur einen Vagus des Menschen beeinträchtigen, als Regel vor.

§. 866. Schwächere oder ziemlich starke Wechselströme, die das centrale Ende des durchschnittenen herumschweifenden Nerven treffen, können den Herzschlag schneller und stärkere denselben langsamer machen. Mechanische Reizungen der Empfindungsnerven ziehen diese zweierlei Arten von Wirkungen ebenfalls nach sich. Haben kräftige Erregungen eine Verlangsamung hervorgerufen, so schwindet sie meist unmittelbar nach dem Aufhören des Reizes. Sie vergeht jedenfalls schneller, als die Beschleunigung.

§. 867. BERNARD versuchte es zuerst, die Wurzeln des Beinerven dadurch von dem centralen Nervensysteme zu trennen, dass er den äusseren Ast desselben mit der Pincette fasste und mit einem kräftigen Zuge ausriss. Man kann dieses Verfahren auch auf den Antlitznerven, den Zungenschlundkopfnerven, der herumschweifenden Nerven und den Zungenfleischnerven mit Erfolg anwenden. Die Ausreissung der beiden Beinerven hebt nicht bloss den Einfluss des centralen Nervensystemes auf den Kopfnicker und den Kappenmuskel auf, sondern erzeugt auch noch andere um so ausgedehntere Wirkungen, je mehr Wurzeln des Beinerven getrennt worden. BERNARD fand schon, dass die Thiere die Stimme verlieren. Es kommt in Kaninchen vor, dass die Ausreissung eines Beinerven heiser und die des zweiten stimmlos macht. Lässt man dann die Athmungscurven durch eine in die Luftröhre eingeführte Röhre aufschreiben, so fallen sie in der Ruhe, wie gewöhnlich aus. Die Drucke steigen beträchtlich bei jeder Anstrengung zum Schreien ¹⁾. Ein Laut wird jedoch hierdurch nicht erzeugt. Da die durch die

¹⁾ Siehe die Curven Fig. 8 und 9 in meiner Schrift, Die Einflüsse der Vaguslähmung. Frankfurt a/M. 1857. 8.

Ausreissung der beiden Beinerven stimmlos gewordenen Thiere unbestimmte Zeit fortleben, so folgt, dass der Tod, den die doppelte Vagustrennung nach sich zieht, von den auf die Kehlkopfmuskeln wirkenden Fasern der Beinerven nicht herrührt.

§. 868. WALLER und SCHIFF fanden, dass Kaninchen, denen beide Beinerven vollständig ausgerissen worden, keinen Herzstillstand mehr nach der Tetanisation des Halsstammes des herumschweifenden Nerven darbieten, so wie die peripherischen Abschnitte der Beinerven ihre Empfänglichkeit nach einiger Zeit eingeblüsst haben. Der Versuch gelingt daher nur, wenn man ihn nicht früher, als ungefähr vier Tage nach dem Ausreissen der Accessorii vornimmt. Wurde nur ein Beinerv abgerissen, so hat auch nur der Vagus derselben Seite sein Vermögen, das Herz zur Ruhe zu bringen, eingeblüsst. Schneidet man die beiden Vagi in einem Kaninchen, dessen zwei Accessorii ausgerissen worden, durch, so beschleunigt sich der Herzschlag, wie gewöhnlich. Sind nur die hinteren Wurzeln abgerissen, so erhält man die Wirkung auf das Herz ohne die auf die Kehlkopfmuskeln. Die Zusammenziehungen des Magens und des Darmes scheinen ebenfalls von den Accessorius- und nicht von den Vaguswurzeln abzuhängen.

§. 869. Es kann unter diesen Verhältnissen nicht befremden, dass einseitige Wirkungen nach der theilweisen Lähmung des Vagusstammes oder der weiteren Fortsetzungen seiner Fasern auftreten. Man muss bei der Beurtheilung dieser Zustände festhalten, dass der grösste Theil, wo nicht alle Empfindungsfasern, die meisten Bewegungsfasern des Schlundes und der Speiseröhre und die Gefässnerven in den Wurzeln des herumschweifenden Nerven, die Bewegungsfasern der Kehlkopfmuskeln in den oberen und die des Herzens in den unteren Wurzeln des Beinerven enthalten sind. Wie der Verschluss der Stimmritze bei dem Schlucken und dem Erbrechen noch möglich bleibt, wenn man die beiden unteren Kehlkopfnerve durchgeschnitten hat, so wiederholt sich das Gleiche nach der Lostrennung selbst der oberen Wurzeln der beiden Beinerven.

§. 870. Die Abschnitte des verlängerten Markes und des Rückenmarkes, welche zwischen der Eintrittsstelle der vordersten Wurzeln des herumschweifenden Nerven bis zu der der hintersten des Beinerven liegen, enthalten die Elemente, deren Thätigkeit die regelrechte für das Schlucken, das Erbrechen und die Athmung nöthige Muskelgruppierung vermittelt. Man hat hier überdiess eigen-

thümliche Einflüsse auf das Herz, die wir jedoch zweckmässiger bei Gelegenheit des sympathischen Nerven betrachten werden.

§. 871. Die Entfernung des grossen und des kleinen Gehirns oder die vollständige Quertheilung des Rückenmarkes in der Mitte des Halstheiles hindert es nicht, dass die peristaltischen Schluckbewegungen des Schlundes und der Speiseröhre zum Vorschein kommen, wenn ein Bissen die Schleimhaut mechanisch reizt. Hat man dagegen das verlängerte Mark und das Halsmark zerstört, so fehlt diese Reflexperistaltik. Dasselbe wiederholt sich nach der Ausreissung beider herumschweifenden Nerven und der Anlegung einer Luftröhrenfistel. Reizt man den einen Halsvagus mit den Schlägen des Magnetelektromotors, so zieht sich die Speiseröhre nicht allmählig von Stelle zu Stelle, sondern der ganzen Länge nach auf ein Mal zusammen, weil dann die Gesamtsumme der Fasern derselben gleichzeitig erregt wird. Die Versuche von LUDWIG und WILL lehrten, dass der örtliche Fortschritt der Zusammenziehung, wie er die Peristaltik charakterisirt, von den Vagusästen und nicht von den Muskelfasern der Speiseröhre ausgeht. Hat man die Nervenzweige, die zu einer bestimmten Stelle derselben treten, an beiden Seiten durchschnitten, so laufen die Wellen nur bis zu diesem gelähmten Bezirke ab. Es ist anderseits nicht nöthig, dass sich der mechanische Reiz, der die peristaltische Reflexbewegung erzeugt, von Ort zu Ort an der Schleimhaut wiederholt. Hat er nur ein Mal an einem oberen Theile eingegriffen, so kann die Welle bis zur Cardia fortschreiten. Man sieht dieses z. B. am einfachsten an Kaninchen, wenn man den Halstheil der Speiseröhre bloss legt und einen oberen Abschnitt derselben zusammendrückt. Da die Bewegungsfasern des Schlundes und der Speiseröhre in den Vaguswurzeln enthalten sind, so führen diese Thatsachen zu dem Wahrscheinlichkeitsschlusse, dass das verlängerte Mark diejenigen Elemente enthält, durch welche die einzelnen, immer tiefere Stellen beherrschenden Vagusfasern nach und nach angeregt werden. Die Peristaltik entsteht dadurch, dass sich allmählig ein zweiter Bezirk zu verkürzen anfängt, wenn schon wiederum der erste theilweise erschlaft ist und sich noch der dritte in Ruhe befindet. Sie kann nach der Ausreissung eines herumschweifenden Nerven erhalten bleiben.

§. 872. Die Speiseröhre scheint sich der ganzen Länge nach auf ein Mal bei dem Erbrechen zusammenzuziehen. BUDGE sah aber auch eine antiperistaltische Bewegung in einer Katze auftreten.

Die heftige augenblickliche Erregung, welche in dem verlängerten Marke durchschlägt, um die gleichzeitige Verkürzung des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln zu erzeugen (§. 843.), trägt sich wahrscheinlich in der Regel auf die Elemente, welche die Speiseröhre beherrschen mit solcher Schnelligkeit über, dass man annähernd oder genau den gleichen Erfolg hat, als wenn wir alle Vagusfasern in dem Halsstamme künstlich reizen. Diese stürmische Wirkung bedingt es vermuthlich, dass häufig der Abschluss des weichen Gaumens und die hiervon abhängende Trennung der oberen von der unteren Schlundhälfte unvollkommener ausfällt und Bruchstücke der hinaufgeworfenen Nahrungsmittel in die Nasenhöhle durch die Choanen gelangen.

§. 873. Der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven bildet den die Reflexbewegungen des Hustens anregenden Empfindungsnerven für den grössten Theil der Kehlkopfschleimhaut. Der untere Kehlkopfzweig übernimmt dieselbe Rolle für einen Theil der Schleimhaut des Kehlkopfes, die der Luftröhre und des Theilungsbezirkes derselben in die beiden Bronchien. Die Lungengeflechte enthalten Empfindungsfasern für die Bronchialverzweigungen. Diese That- sache und die Lage des Athmungscentrums des verlängerten Markes in der Nachbarschaft der Vaguswurzeln (§. 700.) hat auf den Gedanken geführt, dass die gewöhnliche Athmungsmechanik in Reflexbewegungen besteht, die der herumschweifende Nerv ursprünglich anregt. Da die doppelte Vagustrennung am Halse die Athembewegungen ändert, nicht aber aufhebt und sich die gleiche Erscheinung nach der Ausrottung der Lungen wiederholt, so folgt, dass die Herstellung der Athmungsmechanik überhaupt, der periodische Wechsel irgend einer Art von Ein- und Ausathmung weder von den herumschweifenden Nerven, noch von der Lungenthätigkeit abhängt. Strömt kohlensäurereiches Blut zu dem verlängerten Marke, so werden die Athembewegungen zuerst lebhafter, dann mühsamer und hören zuletzt gänzlich auf, wie schon die gewöhnlichen nach der Unterbindung der Luftröhre auftretenden Erstickungserscheinungen lehren. Thiere können in einem geschlossenen Raume, dessen Luft weniger Sauerstoff als die Atmosphäre enthält, fortleben. Sie sterben nur, weil die eingeathmete Luft zu grosse Mengen von Kohlensäure enthält und daher die Aushauchung der Kohlensäure aus den Lungen nach dem Dalton'schen Gesetze allzusehr beschränkt wird. Der Sauerstoff ist oft bis auf wenige Procente aufgezehrt. Die Versuche, die TRAUBE mit der Einführung künstlicher Gasmischungen in die

Lungen anstellte, zeigen, dass ein reicher Gehalt an Kohlensäure, nicht aber der Mangel oder eine geringe Menge von Sauerstoff Athemnoth herbeiführt. Diese entsteht auch durch andere Bedingungen, die das verlängerte Mark regelwidrig anregen. Der Stillstand seines Blutlaufes erzeugt sie auf das Nachdrücklichste, weil kein Körpertheil auf die rasche Erfrischung des Blutes so sehr angewiesen ist, als das verlängerte Mark. Ein zu grosser Sauerstoffgehalt der Athemluft schwächt und beseitigt endlich die Athembewegungen nach ROSENTHAL gänzlich.

§. 874. Man würde irren, wenn man allen Einfluss des herum-schweifenden Nerven auf die Athmungsmechanik läugnen wollte. Die Thatsache, dass die Athembeschwerden, welche die doppelte Vagustrennung erzeugt, durch die Anlegung einer Luftröhrenfistel nicht vollständig beseitigt werden, lehrt schon, dass diese nicht bloss von der Lähmung der Kehlkopfmuskeln herrühren. Der Mangel der Athmungsnoth nach der Ausreissung beider Beinerven bei völliger Stimmlosigkeit bestätigt das Gleiche. Der Vagusstamm enthält also noch andere Elemente, deren Einfluss nicht die periodische Athmungsmechanik überhaupt, sondern nur die Art von Thätigkeit derselben anregt, die wir die gewöhnliche zu nennen pflegen. Man kann nach den gegenwärtigen Kenntnissen nicht angeben, wie dieses geschieht. Es ist aber vorläufig ein Gedanke möglich, über dessen Werth erst die Zukunft entscheiden wird.

Das Blut tritt hochroth in das verlängerte Mark und wird in den Haargefässen desselben dunkelrother, kohlensäurereicher. Dieses hat die Bewegungen der Einathmung zur Folge. Die bis zu einem gewissen Grade fortgeschrittene Oxydation des Blutes in den Lungen wirkt nachdrücklich auf die Enden der Vagusfasern. Die starke zum verlängerten Marke fortgepflanzte Erregung beendet die Einathmung und führt die Inspirations- in die Expirationsstellung, wie in den künstlichen Versuchen über (§. 864.). Die doppelte Vagustrennung oder ein zu grosser Kohlensäuregehalt des Lungenblutes vergrössern daher die Dauer und die Stärke der Einathmung, die jetzt bis zur augenblicklichen Erschöpfung der Ganglienkugeln der Athmungscentra anhält. Eine zu grosse Menge von Sauerstoff kann den entgegengesetzten Erfolg nach sich ziehen. Die hierbei gemachte Voraussetzung, dass die Kohlensäure die Ganglienkugeln der Athmungscentra, der Sauerstoff dagegen die Nervenenden des Vagus stärker erregt, kann sich auf keine Erfahrungen stützen. Sie liegt jedoch nicht ausserhalb der Grenzen der Möglichkeit.

§. 875. Wir haben schon §. §. 673. und 700. gesehen, dass die Seitenstränge des obersten Theiles des Rückenmarkes und das verlängerte Mark die Athemmuskeln beherrschen. Die Erregung der Athmungscentra theilt sich zunächst ihnen mit. Es hängt von der Grösse dieser Uebertragung ab, welche Summe von Athemmuskeln sich bei einer Athmungsart betheiligt und mit welcher Kraftgrösse jeder Muskel wirkt. Die eigenthümlichen gewöhnlichen Athmungsarten und die Einathmungsbewegungen des Schluchzens oder des Gähnens, die Ausathmungscombinationen des Hustens oder des Niesens entstehen auf diese Weise. Man hat bis jetzt die Einzelheiten dieser Erregungsmechanik nicht erforscht. Die doppelte Vaguslähmung oberhalb der Abgangsstellen der beiden oberen Kehlkopfnerven beseitigt das Husten nach Reizungen der Athmungsschleimhaut und die Unthätigkeit des dreigetheilten Nerven einer Seite das durch die entsprechende Nasenschleimhaut bedingte Niesen, weil dann die anregenden Empfindungsbahnen dieser Reflexbewegungen nicht mehr wirken.

§. 876. Die Wurzelfäden des Zungenfleischnerven (N. hypoglossus) zeigen einige Empfindlichkeit, sei es, dass sie eine geringe Menge von Empfindungsfasern von vorn herein führen oder dieselben nach SCHIFF von dem ersten Halsnerven erhalten. Der grösste Theil der Fasern jenes Nerven dagegen beherrscht die Muskeln der Zunge (Hyoglossus, Genioglossus, Styloglossus, Lingualis) und zunächst noch den Zungenbeinschildknorpelmuskel (Hyothyreoideus). Der absteigende Ast des Zungenfleischnerven verzweigt sich auch in dem Brustzungenbeinmuskel (Sternohyoideus) und dem Brustschildknorpelmuskel (Sternothyreoideus) und verbindet sich hierauf mit dem Zwerchfellnerven. Die meisten Fasern desselben stammen aber nicht aus dem Zungenfleischnerven, sondern aus den obersten Halsnerven.

§. 877. Hat man beide Zungenfleischnerven in einem Hunde durchschnitten, so ist die selbstständige Beweglichkeit der Zunge verloren, die Empfindlichkeit und das Geschmacksvermögen derselben dagegen erhalten. Die Trennung eines Hypoglossus lähmt nur die entsprechende Zungenhälfte. Man stösst aber hier auf eine leicht irre führende Erscheinung in operirten Thieren und in Menschen, deren Zunge in Folge eines Schlagflusses oder aus einem andern Grunde halbseitig unbeweglich geworden. Wird die Zunge vorgestreckt, so weicht die Spitze derselben nicht nach der gesunden Seite, wie sich nach der Aehnlichkeit mit dem Antlitznerven erwarten liesse

(§. 774.), sondern nach der kranken ab. Liegt sie ruhig in der Mundhöhle oder wird sie innerhalb derselben zurückgezogen, so hat umgekehrt die gesunde Hälfte das Uebergewicht. Dieses und das Auftreten der Erscheinung nach der Durchschneidung des Zungenfleischnerven ausserhalb der Schädelhöhle¹⁾ widerlegen die früher häufig vertheidigte Erklärung, nach der sich die Hypoglossusfasern im Gehirn gar nicht oder zwei Mal kreuzen sollten. Die angeführten Erfahrungen lehren ebenfalls, dass nicht die Lähmung des Zungenbeinzungenmuskels (Hyoglossus) und das hierdurch bedingte einseitige Herabsinken des Zungenbeines die Ursache bildet. SCHIFF leitet sie von dem Uebergewichte des gesunden Kinnzungenbeinmuskels (Genioglossus) her, der die Zungenspitze nach der entgegengesetzten Seite führt, wenn er die Zunge zur Mundhöhle herauschiebt.

§. 878. Die graue Masse des verlängerten Markes, in die sich die Fortsetzungen der Fasern des Zungenfleischnerven einsenken und die daher STILLING den Hypoglossuskern nennt, leitet die Zungenbewegungen. Da nur ein Theil der Hemiplegischen an Lähmung der entsprechenden Zungenhälfte leidet, so hat man ein ähnliches Verhältniss für den Zungenfleischnerv, wie für den inneren oder den äusseren Augenmuskelnerven und den Antlitznerven. Die Ursache dieses Wechsels der Lähmungserscheinungen lässt sich meist hier eben so wenig, als für die anderen genannten Hirnnerven angeben.

e) Sympathischer Nerv.

§. 879. Die Annahme, dass der sympathische Nerv ein selbstständiges, von dem Gehirn und dem Rückenmarke unabhängiges Nervensystem bildet, nimmt in dem Gebiete der Nervenlehre dieselbe Stellung ein, wie die Urzeugung in der Entwicklungsgeschichte. Beide theilen daher auch das Loos, immer mehr zurückgedrängt zu werden, je weiter die Erkenntniss fortschreitet. Man weiss schon gegenwärtig, dass eine grosse Menge von Markfasern aus dem Gehirn und dem Rückenmarke durch die Wurzeln der Hirn- und der Rückenmarksnerven zu den Verbindungsästen und dem Grenzstrange des sympathischen Nerven übertritt, die Knoten desselben durchsetzt und in den Zweigen ausstrahlt. Der Ursprung

¹⁾ Ein Fall, in dem das Gleiche bei dem Menschen wiederkehrte, findet sich bei GÜNSBURG, Die pathologische Gewebelehre. Bd. II. Leipzig 1848. S. S. 97. 98.

besonderer Markfasern in den peripherischen Ganglien wird immer zweifelhafter, je allgemeiner man sich überzeugt, dass die scheinbar unipolaren Ganglienkugeln bipolare oder multipolare sind, deren Fortsätze bis auf einen bei der Präparation abgerissen wurden (§. 86.). Ist die Gesamtsumme der Querschnitte der den Grenzstrang verlassenden Aeste grösser, als die der eintretenden, so kann dieses von einer doppelten Ursache herrühren, von der nicht selten vorkommenden Theilung der Markfasern und dem Hinzutritte der Scheidenfortsätze der Ganglienkugeln (§. 85.). Dieser und der folgende Abschnitt werden uns eine Reihe von Thatsachen vorführen, die es nicht bezweifeln lassen, dass viele Empfindungsfasern zu dem centralen Nervensysteme durch den sympathischen Nerven gehen, und jenes wiederum zahlreiche Bewegungsfasern den einfachen Muskelmassen der Eingeweide und einer grossen Menge von Blutgefässen und Absonderungswerkzeugen durch dieselbe Bahn mittheilt. Die bis jetzt bekannten Thatsachen weisen nicht nur den Gedanken zurück, dass der sympathische Nerv von dem centralen Nervensysteme unabhängig sei, sondern auch die Vorstellung, dass er die Absonderungs- und die Ernährungserscheinungen ausschliesslich leite. Wir werden sehen, dass viele Gefässnerven und eine Reihe von Drüsenerven die verschiedensten Cerebrospinalnerven in ihrem Verlaufe durchsetzen.

§. 880. Die grosse Zahl der Ursprünge unterscheidet den Sympathicus von den übrigen Nerven. Er bezieht seine Markfasern aus den hinteren und den vorderen Wurzeln aller Rückenmarksnerven und einer gewissen Summe von Hirnnerven. Jede der Rückenmarksfasern begibt sich zu dem sympathischen Grenzstrange in dem ihr entsprechenden Verbindungs Zweige (R. communicans). Einzelne der von den Hirnnerven (N. N. oculomotorius, trigeminus, abducens) stammenden Fasern verlaufen in dem die Hirnschlagader begleitenden Zweige (R. caroticus) nach abwärts. Die meisten aber begeben sich erst zu den Aesten des sympathischen Nerven jenseit des Grenzstranges desselben. Die mikroskopische Untersuchung kleinerer durchsichtiger Ganglien des Grenzstranges lehrt, dass sich ein Theil der eingetretenen Fasern nach oben und ein anderer nach unten begibt. Mögen sie aber, in welcher dieser beiden Richtungen sie wollen, ausstrahlen, so macht sich immer das Fortschritts-gesetz, wie physiologische Versuche lehren, geltend. Die peripherischen Enden der Sympathicusäste, mithin auch die von ihnen beherrschten Theile liegen nicht in gleicher Querebene oder Höhe

mit den Austrittsstellen der entsprechenden Wurzelfasern aus dem Gehirn und dem Rückenmarke, sondern höher oder tiefer. Der Unterschied kann ein Dritttheil bis die Hälfte der Körperlänge betragen. Dieses Fortschrittsgesetz bedingt es, dass einzelne Theile des Grenzstranges auf entfernte Körperorgane wirken, und daher der unterste Hals- und der oberste Brustknoten Gebilde des Kopfes und der Brusttheil einzelne der in dem Unterleibe enthaltenen Eingeweide beherrscht.

§. 881. Der sympathische Nerv entspricht unter diesen Verhältnissen einem Aggregate der verschiedensten Hirn- und Rückenmarksfasern, in deren Verlaufe sich zahlreiche Ganglienkugeln einschalten. Die Scheidenfortsätze der letzteren oder die Remak'schen Fasern kommen als neue Elemente hinzu. Man findet nicht selten, dass sich der Einfluss verhältnissmässig dünner Bestandtheile des sympathischen Nerven auf eine auffallend grosse Zahl von Theilen erstreckt. Finden sich auch viele sehr dünne Markfasern in dem Sympathicus, so reicht doch dieser Umstand nicht hin, jene eigenthümliche Erscheinung zu erklären. Die fernere Theilung der Fasern und die Einschaltung neuer Ganglienmassen kann daher wahrscheinlich den Einfluss einer Ursprungsfaser bedeutend vergrössern. Das Nähere lässt sich aber nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen noch nicht angeben.

§. 882. Die Verbindung mit den beiden Wurzeln der Rückenmarksnerven deutet an, dass der sympathische Nerv Empfindungs- und Bewegungsfasern enthält. Die Erfahrung bestätigt diesen Schluss. Sie weist aber zugleich noch manche hierbei auftretende Eigenthümlichkeit nach.

Legt man den Grenzstrang in einem lebenden Säugethiere bloss, so führt die Verletzung der Verbindungszweige desselben mit den Rückenmarksnerven zu eben so lebhaften Schmerzenszeichen, als die eines anderen Empfindungsnerven. Der Grenzstrang und die aus ihm stammenden Aeste dagegen sind weniger oder fast ganz unempfindlich. Man findet desshalb manche leicht erklärliche Unterschiede. Die Trennung des Halstheiles des Grenzstranges ruft häufig nicht die geringste Gegenbewegung des Thieres hervor. Die Ausrottung des obersten Halsknotens dagegen erzeugt Schmerz, weil die Verbindungszweige mit den Halsnerven getroffen werden. Der Carotische Ast erscheint häufig unempfindlich. Eine grosse Menge seiner Fasern verläuft, wie wir sehen werden, von unten nach oben, hat also schon vorher mindestens den obersten Halsknoten durchsetzt.

Man kann im Allgemeinen behaupten, dass eine dem Sympathicus zugewiesene Markfaser um so leichter Schmerz unter regelrechten Verhältnissen bedingt, je weniger sie dem Einflusse der Gangliennmassen ausgesetzt worden. Die Verbindungszweige mit den Rückenmarksnerven besitzen daher die grösste, der Grenzstrang eine geringere und die peripherischen Aeste verhältnissmässig die schwächste Empfindlichkeit. Es kann dabei vorkommen, dass ein Zweig, der jenseit einer grösseren Zahl von Ganglien liegt, unter sonst gleichen Verhältnissen empfindlicher zu sein scheint, als ein anderer, der weniger Nervenknotten hinter sich hat. Die bald zu erwähnende Aenderung der Empfindlichkeitsgrösse durch die Nebenverhältnisse oder der mit freiem Auge nie zu bemessende Einfluss des Baues der Nervenknotten führt zu dieser Ausnahme. Man darf erwarten, dass die Ganglienkugeln einen bedeutenderen Einfluss auf die umspinnenden als auf die durchsetzenden Nervenfasern ausüben. Ist dieses richtig, so wird sich die Fähigkeit, Schmerzenseindrücke zu vermitteln, für die zweite Faserklasse länger, als für die erste erhalten.

§. 883. Aeste, an denen schwächere Erregungen unbemerkt vorübergehen, können stärkere mit Schmerz beantworten. Der Wechsel der Ernährungszustände führt zu einem ähnlichen Unterschiede. Hat man einen Verbreitungsbezirk des sympathischen Nerven in einem lebenden Thiere blossgelegt, so wird oft dieselbe Reizgrösse, die im Anfange unbeantwortet blieb, einige Zeit darauf mit Schmerz erwiedert. Man sieht bisweilen keine äussere Veränderung des Nerven und des Ganglion oder bemerkt nur, dass sich indessen die Blutgefässe stärker gefüllt haben. Es entspricht zum Theil diesen Thatsachen, dass wir dasjenige, was in unserem Herzen und in unseren Unterleibseingeweiden vorgeht, unter regelrechten Verhältnissen nicht empfinden, die Entzündung jener Organe dagegen die nachdrücklichsten Schmerzen erzeugt. Da das Herz zahlreiche Zweige von dem herumschweifenden Nerven und nicht bloss von dem sympathischen enthält, so folgt, dass sich die Empfindlichkeit der Hirnnervenfasern durch die spätere Einschaltung von Ganglienkugeln für die gewöhnlichen Erregungen gänzlich verlieren kann.

§. 884. Man wird sich diese Thatsachen durch die Annahme erklären, dass die ungleichartige Masse der auf dem Wege liegenden Ganglienkugeln einen grösseren Widerstand dem Durchtritte der Reizung entgegensetzt (§. 291.). Die Anwesenheit der Ganglien an den hinteren Rückenmarkswurzeln führt aber schon zu der Ver-

muthung, dass diese Eigenschaft nicht allen Ganglienkugeln zukommt. Die Fasern des oberen Kehlkopfnerven haben den Drosselknoten des herumschweifenden Nerven ebenso gut durchsetzt, als die Schlund- und die Magenäste desselben. Der erstere ruft aber sogleich die heftigsten Hustenbewegungen hervor, wenn ein fremder Körper die Kehlkopfschleimhaut berührt. Die gewöhnlichen Erregungen der Schlundschleimhaut führen zu Schluck- und ungewohnte zu Brechbewegungen. Beide Arten von Zweigen antworten pünktlich auf Empfindungsreize, während die Magenäste in der Regel gar keine und ausnahmsweise dumpfe Eindrücke z. B. nach dem Genusse des Eises oder sehr heisser Körper vermitteln. Obgleich die Blase und der Mastdarm Rückenmarksfasern empfangen, die nicht immer vorher durch zahlreiche Ganglienbildungen des sympathischen Nerven durchgegangen sind, so fallen doch auch hier die bewussten Empfindungen unter regelrechten Verhältnissen stumpfer, als in benachbarten Aesten aus, die nur dem Einflusse der Ganglienbildung der hinteren Rückenmarkswurzeln ausgesetzt sind. Reizt man den Zwerchfellnerven in einem lebenden Thiere, so erhält man deutliche Schmerzzeichen. Eine besondere Empfindlichkeit des Zwerchfelles lässt sich aber in dem gesunden unversehrten Organismus nicht nachweisen. Man muss überhaupt bedenken, dass uns in der Ruhe viele Eindrücke, die wir unter ungewöhnlichen Verhältnissen wahrnehmen, gänzlich entgehen.

§. 885. Da manche scheinbar reine Empfindungsnerven Drüsenäste enthalten, so könnte es nicht befremden, wenn auch Bewegungsfasern, die in dem sympathischen Nervensysteme verlaufen, aus den hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven stammten (§. 577.). Die bis jetzt vorliegenden Erfahrungen lehren aber, dass der grösste Theil, wo nicht alle Bewegungsfasern, die der Sympathicus dem mit quergestreiften Muskelfasern versehenen Herzen und den zahlreichen mit einfachen Fasern versehenen Gebilden, wie der Regenbogenhaut, den Lungen, den Unterleibseingeweiden und vielen Gefässen ertheilt, die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven durchsetzen. Die Betrachtung der Gefässnerven wird uns zeigen, dass manche von diesen in empfindenden Wurzelgebilden einzelner Hirnnerven enthalten sind.

§. 886. Die Reizung der von dem Sympathicus versorgten Eingeweide kann Reflexbewegungen der rothen freien Körpermuskeln zur Folge haben. Die der Gliedmaassen des Frosches treten häufig auf, wenn man die Lungen, den Magen, den Darm oder die Eier-

stöcke drückt. Selbst die Misshandlung des Herzens zieht bisweilen diesen Erfolg nach sich. Die Säugethiere liefern ähnliche Ergebnisse. Die Trägheit der Bewegungen des Magens und des Darmes der Frösche ist die Hauptursache, wesshalb hier der umgekehrte Versuch seltener gelingt. Man findet jedoch in glücklichen Fällen, dass sich eine bestimmte Stelle des Magens und des Darmes örtlich verkürzt oder in Wurbbewegungen verfällt, nachdem man eine der Zehen kräftig zusammengedrückt hat. Man darf daher erwarten, dass auch im Menschen Anregungen der Eingeweidenerven Reflexbewegungen in den rothen Muskeln und solche der Haut reflectorische Wirkungen in den Eingeweiden hervorrufen können.

§. 887. Viele Rückenmarksfasern gehen durch den Hals- theil des sympathischen Nerven in die Höhe. Die Durchschneidung dieses Nervenstammes wirkt daher auf die Regenbogenhaut und die Blutgefässe des Kopfes. Sie kann aus diesem Grunde die Absonderungen, die Ernährungserscheinungen und die Wärmeverhältnisse der entsprechenden Theile ändern. Da die letzteren in den nächstfolgenden Abschnitt dieses Werkes gehören, so müssen wir hier nur die Einflüsse betrachten, welche die Trennung des Halstheiles des sympathischen Nerven auf die Regenbogenhaut und die Stellung des Auges und hin und wieder auf die anderen Theile des Kopfes ausübt. Man pflegt die Versuche an Kaninchen anzustellen. Die Hunde verdienen jedoch in allen die Regenbogenhaut betreffenden Fragen den Vorzug, weil ihre Pupille unzweifelhaftere Ergebnisse, als die der Kaninchen liefert.

§. 888. Hat man den gemeinschaftlichen Halsstamm des herumschweifenden und des sympathischen Nerven im Hunde durchschnitten, so findet man bald darauf, dass das Sehloch des entsprechenden Auges kleiner, als das des anderen erscheint. Die Zusammenziehung beginnt eine kurze, aber merkliche Zeit nach der Nervenverletzung und erreicht erst allmählig ihre grösste Höhe. Der Unterschied der Durchmesser der beiden Pupillen pflegt später bei einem mittleren Grade der Lichtstärke am meisten aufzufallen. Die Ursache liegt darin, dass die kranke Regenbogenhaut ihre Reflexbeweglichkeit nicht verloren hat. Das Sehloch erweitert sich im Dunkeln, obgleich etwas weniger, als das des gesunden Auges. Es verengert sich bei heller Beleuchtung über seinen bleibenden Zustand hinaus. Seine Grösse kann dann von der Pupille des gesunden Auges weniger abweichen, als bei mässiger Beleuchtung. Da der Halsstamm des herumschweifenden und der des sympathischen Nerven im Kaninchen

getrennt verlaufen, so wird man sich hier zuvörderst überzeugen, dass die Einflüsse auf die Pupille nicht von dem Vagus, sondern von dem Sympathicus herrühren. Die Pupillenverengerung und die oben erwähnten von der Lichtstärke abhängigen Aenderungen wiederholen sich auch in diesem Thiere. Die trägere Wirkung der Regenbogenhaut vereitelt aber manchen Versuch. Findet keine Wiederverzeugung Statt, so bleibt die Pupille Jahre lang verengt. Sie ist auch im Menschen als anhaltendes Lähmungszeichen vorgekommen¹⁾.

§. 889. REMAK²⁾ glaubt bemerkt zu haben, dass die Sympathicustrennung an einer Seite auch auf das Sehloch der anderen wirkt. Während helles Licht die Pupille der Katze in eine enge Spalte verwandelt, gelingt dieses nicht mehr, so wie der Sympathicus der entgegengesetzten Seite durchschnitten worden.

§. 890. Reizt man das obere Ende des getrennten Halssympathicus mit den Schlägen des Magnetelektromotors oder auch nur in nachdrücklicher Weise mechanisch, so erweitert sich das Sehloch. BUDGE³⁾ fand in Vergleichsversuchen, dass der Sympathicus des Kaninchens schwächere Wechselströme für seine Wirkung auf die Regenbogenhaut fordert, als der Vagus für den völligen Stillstand des Herzens, kräftigere dagegen, als die Armnerven für die Zusammenziehung der ihnen entsprechenden Muskeln. Man pflegt zu sagen, dass der sympathische Nerv den Erweiterer (*Dilatator pupillae*) und der gemeinschaftliche Augenmuskelnerv den Schliesser des Sehloches (*Sphincter pupillae*) beherrscht. Mehrere Gründe sprechen gegen diese Ausdrucksweise. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass die Verflechtung der Muskelbündel der Regenbogenhaut keine scharfe Sonderung eines Verengerers und eines Erweiterers des Sehloches gestattet. Da sich die Pupille im Dunkeln erweitern kann, wenn auch der sympathische Nerv durchschnitten worden, so fehlt jedenfalls nicht die Fähigkeit der Pupillenvergrößerung. Sie hat nur abgenommen, weil jetzt der gemeinschaftliche Augenmuskelnerv allein mit Nachdruck eingreift. Man wird daher die Erscheinungen naturgetreuer ausdrücken, wenn man sagt, dass die Fasern des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven die Pupille verengen, die des Sympathicus dieselbe erweitern, die Möglichkeit der Durchmesser-

¹⁾ De functionibus nervorum p. 113.

²⁾ REMAK, Galvanotherapie der Nerven- und der Muskelkrankheiten. Berlin 1858. 8. S. 51. 52.

³⁾ J. BUDGE, Ueber die Bewegung der Iris. Braunschweig 1855. 8. S. 90. 91.

vergrößerung überhaupt aber mit der Unthätigkeit des Halsstammes des sympathischen Nerven nicht aufgehoben ist.

§. 891. Bleibt auch die Pupille nach der Sympathicustrennung anhaltend verkleinert, so ändert sich doch ihr Durchmesser nach dem Abzapfen der wässrigen Feuchtigkeit. Es kam mir vor, dass hier eine künstliche Pupille die Form einer Spalte annahm, während sie in der gesunden Regenbogenhaut rund blieb.

§. 892. Die Ausrottung des obersten Halsknotens wirkt in Kaninchen auf die Regenbogenhaut nachdrücklicher, als die blosse Trennung des dünnen Halstheiles des sympathischen Nerven, weil noch neue Irisfasern in jenen Knoten von dem Rückenmarke aus eintreten. Hat man nur die längs der Halsschlagader emporsteigenden Zweige durchschnitten oder unterbunden, so erhält man dieselben Aenderungen des Sehloches. Dieses erscheint oft in beiden Fällen in Kaninchen nicht vollkommen rund, sondern länglich und nach unten zu schmaler. Der Gasser'sche Knoten, der jene sympathischen Zweige theilweise aufnimmt, wirkt ebenfalls auf die Regenbogenhaut. Die zu dem Auge emporsteigenden sympathischen Fasern können möglicherweise dreierlei Bahnen im Menschen verfolgen, die durch die obere, die durch die untere Wurzel des Augenknotens und die durch den Gasser'schen Knoten, den Augenast des dreigetheilten Nerven, den Nasenblindungsweig, die lange Wurzel des Augenknotens oder vielleicht unmittelbar die durch die langen Blindungsnerven. Da die von dem Oculomotorius stammenden Irisnerven in der kurzen Wurzel zu dem Augenknoten treten, so folgt, dass die Lähmung von diesem oder der aus ihm stammenden kurzen Blindungsnerven gemischte Lähmungen der Regenbogenhaut erzeugen wird.

§. 893. Hat man den Halstheil des sympathischen Nerven durchschnitten, so erweitert sich immer noch die Pupille des entsprechenden Auges, nachdem man eine Atropinlösung in den Bindehautsack getropft oder eine Belladonnavergiftung auf irgend eine Weise eingeleitet hat. Die Zunahme des Durchmessers des Sehloches ist nur in dem Auge der kranken Seite geringer, als in dem der gesunden. Diese Ergebnisse ändern sich nicht, wenn die getrennten Markfasern des Sympathicus entarten (§. 92.). Die gleichzeitige Trennung des Halsstammes des sympathischen Nerven und des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven und nach BUDGE¹⁾

¹⁾ BUDGE, a. a. O. S. 182.

die aller Blendungsnerven beseitigt nicht die Wirkung der Belladonna auf die Regenbogenhaut. Es war daher nicht richtig, wenn man annahm, dass dieses Gift die Irisfasern des Stammes des Oculomotorius lähmt, die des Sympathicus reizt oder beide Wirkungen zugleich ausübt. Die oben erwähnten Erfahrungen lehren vielmehr, dass es, wenn es von dem Bindehautsack aus oder durch das Blut zur Regenbogenhaut gelangt, auf diese örtlich wirkt. Die Thatsache, dass es keinen Einfluss auf die quergestreiften Muskelmassen der Iris der Vögel ausübt, lässt schliessen, dass die Beschaffenheit der Muskelfasern in dieser Hinsicht entscheidend eingreift. Es stimmt mit der Annahme einer örtlichen Wirkung des Atropins, dass es noch das Sehloch von Amaurotischen oder von Menschen mit Lähmungen des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven oder der meisten in der Augenhöhle enthaltenen Nerven erweitern kann.

§. 894. Der Augapfel von Säugethieren, deren Halssympathicus durchschnitten worden, scheint tiefer als das gesunde Auge zu liegen. Die Nickhaut ist zugleich eine Strecke weit, besonders in Hunden, vorgezogen. PETIT glaubte noch eine gewisse Mattheit des Auges und eine flachere Form der Hornhaut bemerkt zu haben. Die Augenspalte erscheint häufig verengt. Stellte HANNOVER den Versuch in neugeborenen, noch blinden Katzen an, so öffneten sich die Augenlider der kranken Seite später. Es fand sich Abmagerung ein und die Zähne brachen langsamer durch. Das Nasenloch und die Mundöffnung sollen nach BERNARD an der gesunden Seite schmaler als an der kranken erscheinen. Galvanisirt man den oberen Abschnitt des Halssympathicus, so erhält man die entgegengesetzten Erfolge, wie nach der Durchschneidung des Stammes. Der Augapfel tritt stärker als der gesunde hervor. Die Nickhaut zieht sich zurück. H. MÜLLER fand noch in Katzen, dass sich die Haare einer beschränkten Stelle der Kopfhaut neben dem vorderen und oberen Rande der Ohrmuschel aufrichteten.

§. 895. Da die geraden Augenmuskeln den Augapfel in die Augenhöhle zurückzuziehen, die schiefen dagegen ihn nach vorn zu führen suchen, so stellte man sich vor, dass die Trennung des Sympathicus die letztgenannten Augenmuskeln schwäche, die Reizung desselben dagegen deren Kräfte erhöhe. H. MÜLLER leitet die Erscheinung, welche die galvanische Reizung des Halssympathicus hervorruft, von den mannichfachen einfachen, von ihm beschriebenen Muskelmassen her. Diejenige, welche die untere Augenhöhlenspalte bedeckt und die musculös elastische Orbitalhaut bildet, würde den

Augapfel vorschieben, die Fasern der Nickhaut diese zurückziehen, die in den Augenlidern enthaltenen einfachen Fasern die natürliche Grösse der Augenlidspalte wiederum herstellen und die Haarbalgmuskeln die Haare aufrichten. Man kann den Gedanken, dass der Halssympathicus nur auf einfache Muskelfasern wirkt, dadurch stützen, dass sich bis jetzt kein Einfluss des in dem Canale der Querfortsätze der Halswirbel verlaufenden Halssympathicus der Vögel auf die mit quergestreiften Fasern versehene Regenbogenhaut nachweisen liess¹⁾. Die Erscheinungen, welche der Trennung der Nerven nachfolgen, würden dann zu der Annahme führen, dass eine fortwährende tonische Verkürzung der Orbitalhaut und der Muskelfasern der Nickhaut, und eine anhaltende Erschlaffung der einfachen Muskelfasern der Augenlider und der Haarbalgmuskeln vorhanden sind.

§. 896. Versuche, die ich an Kaninchen und Hunden anstellte²⁾, führten mich zu dem Schlusse, dass die den Halssympathicus durchsetzenden Irisnerven aus dem Rückenmarke stammen, dass die wichtigsten Fasern aus dem obersten Theile desselben kommen und durch den oberen Halsknoten gehen, dass aber auch noch eine zweite untere Quelle der Bewegungsfasern der Regenbogenhaut vorhanden ist. Die Unsicherheit der Ergebnisse, welche die Kaninchen liefern, verleitete mich nur noch zu der Ansicht, dass auch der herumschweifende Nerv dieses Thieres Bewegungsfasern der Regenbogenhaut enthält. BUDGE entdeckte später die Wirkungen der unteren Ciliospinalgegend (Regio cilio-spinalis), oder des unteren Centralwerkzeuges aller Einflüsse, die der Halstheil des sympathischen Nerven auf die verschiedenen Gebilde des Kopfes ausübt. Jener Bezirk fängt hinter oder unter der Abgangsstelle des sechsten Halsnerven an und hört vor oder über der des dritten Brustnerven auf³⁾. Die Bewegungsfasern gehen von hier durch die vorderen Nervenwurzeln nach dem obersten Brust- und dem untersten Halsknoten, welche beiden Ganglien oft mit einander verschmolzen sind und aus ihnen in den Halsstamm des sympathischen Nerven. Hat man die hinteren Nervenwurzeln durchschnitten, so wirkt der peripherische Theil nicht auf die Regenbogenhaut. Der centrale dagegen kann eine Aenderung des Pupillendurchmessers auf dem Wege des Reflexes herbeiführen.

¹⁾ BUDGE, a. a. O. S. 91. 92.

²⁾ De functionibus nervorum p. 111. §. 256.

³⁾ BUDGE, a. a. O. S. 113.

§. 897. Das obere kräftigere Centralwerkzeug der Irisfasern (Regio cilio-spinalis superior) liegt in dem untersten Abschnitte des verlängerten Markes und dem obersten des Rückenmarkes, vor oder über der Abgangsstelle des zweiten Halsnerven bis ungefähr zur Mitte der Rautengrube. Ich schloss aus meinen an Kaninchen angestellten Versuchen, dass die Bewegungsfasern desselben durch die Verbindungszweige des obersten Halsknotens mit den ersten Halsnerven zu diesem verlaufen. BUDGE¹⁾ dagegen nahm an, dass sie in einem Verbindungsfaden, den der Zungenfleischsnerv (Hypoglossus) zu jenem Knoten sendet, enthalten sind. Der Stamm des Hypoglossus scheint keinen Einfluss auf die Pupille auszuüben.

§. 898. Der obere und der untere Halsknoten des sympathischen Nerven nehmen immer Fasern aus den Rückenmarksnerven auf. Es wechselt dagegen mit der Verschiedenheit der Thiere und im Menschen selbst mit der der Individuen, ob ein mittlerer Halsknoten vorhanden ist und welche Summe von Rückenmarksfasern in diesen und in die dünnen Theile des Halssympathicus eintreten. Der Unterschied kann auch wahrscheinlich entscheiden, ob das obere und das untere Centralwerkzeug der Regenbogenhaut durch ein längeres oder ein kürzeres wirkungsloseres Rückenmarksstück getrennt sind oder nicht. Wir haben §. 745. gesehen, dass die Vierhügel gekreuzte Wirkungen auf den gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven und die Pupille ausüben. Dieses wiederholt sich nicht für die Centralwerkzeuge der Sympathicusfasern in dem Rückenmarke und dem hinteren Abschnitte des verlängerten Markes.

§. 899. Betäubt man einen Menschen mit Chloroform, so verengt sich nach WESTPHAL das Sehloch. Jeder Nadelstich, der die Haut trifft, erzeugt eine Erweiterung, der eine Verengerung nachfolgt. Man hat also hier einen Reflex durch die Centralwerkzeuge der Irisnerven.

§. 900. Das Herz, dessen Bewegungserscheinungen nicht bloss der Hals- und der Brusttheil, sondern auch der Bauchtheil des sympathischen Nerven zu ändern vermag, lieferte die Hauptgründe für die Annahme eines selbstständigen sympathischen Nervensystemes oder der Selbstständigkeit der Ganglien. Der periodische Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung und das Fortklopfen des ausgeschnittenen Herzens sollten ein automatisches in dem

¹⁾ BUDGE, a. a. O. S. 128. 129.

Herzen selbst liegendes gangliöses Centralwerkzeug fordern. Einzelne Forscher, die den herumschweifenden Nerven als den Hemmungsnerven (§. 829.) und daher als das regulatorische Nervensystem des Herzens ansahen, läugneten zugleich jeden Einfluss des sympathischen Nerven auf die Herzbewegung und die unmittelbare Abhängigkeit derselben von dem centralen Nervensysteme. Andere nannten den auf das Herz wirkenden Abschnitt des Sympathicus das excitirende Nervensystem, weil sie die Beschleunigung des Herzschlages seinem Einflusse zuschrieben.

§. 901. Periodische Bewegungen können unter den verschiedensten Verhältnissen unabhängig von allen Ganglien auftreten. Man findet nicht selten, dass sich das Zwerchfell eines frisch getödteten Säugethieres, nachdem es schon eine Zeit lang geruht hat, abwechselnd zusammenzieht und erschlafft, die beiden Zwerchfellnerven mögen unversehrt oder bis nahe an ihre Einsenkung in die Muskelmasse entfernt sein. Die Zwischenrippenmuskeln eines ausgeschnittenen Stückes der Brustwand oder selbst die Muskeln der Gliedmaassen können das Gleiche zeigen. Dasselbe wiederholt sich für das Lähmungszittern (§. 629.), das man nach der Trennung der verschiedensten Nerven, wie des Zungenfleischnerven oder des Hüftnerven bemerkt. Bedient man sich schwacher Vergrößerungen, so sieht man, dass sich bisweilen das ausgeschnittene hintere Lymphherz eines Frosches eine Reihe von Malen selbstständig zusammenzieht. Seine Bewegungen hängen aber im Wesentlichen von dem Rückenmarke ab. Ganglien kommen abgesehen von den Spinalknoten der hinteren Wurzeln an den Nervenzweigen, die sich später zu ihm begeben, nur an einer einzigen Stelle nach WALDEYER vor. Der Wechsel von Systole und Diastole der Herzthätigkeit fordert daher nicht nothwendigerweise die Einwirkung der Ganglienkerne.

§. 902. Die Anhäufung dieser Gebilde an den verschiedensten in dem Innern des Herzens verlaufenden Nervenzweigen hat natürlich ihre wesentliche Bedeutung für die Herzthätigkeit. Unsere Kenntnisse reichen aber noch nicht hin, sich irgend eine genügende Vorstellung in dieser Hinsicht zu bilden. BIDDER und ROSENBERGER vermutheten, dass die in der Vorhofsscheidewand befindliche, an der Verbindungsstelle der beiden Vaguszweige vorkommende Ganglienmasse das automatische, eine andere dagegen, die in der Nähe der Atrioventricularklappen im Bereiche des obersten Theiles der Kammer des Frosches liegt, das reflectorische Centralwerkzeug der Herzbewegungen bildet. Es ist richtig, dass die von

den Vorhöfen losgeschnittene Kammer häufig ruht. Sie bewegt sich aber auch noch bisweilen einige Zeit in dem Frosche und vorzugsweise in den Säugethieren, obwohl weniger lange als ohne jene Eingriffe. Die Automatie und die Periodicität der Wirkung ist also ohne den anhaltenden Einfluss der Ganglienkugeln des Vorhofes möglich. Der von dem oberen Kammertheil getrennte Spitzenabschnitt liefert nur ausnahmsweise einige automatische Schläge. Reizt man aber die Innenhaut mechanisch, so erhält man eine oder mehrere Zusammenziehungen in glücklichen, aber freilich nicht häufigen Fällen. Eine scheinbare Reflexwirkung kann also ohne die Thätigkeit des angenommenen reflectorischen Centrums zu Stande kommen.

§. 903. Die Unterbindung der einzelnen Abschnitte des Herzens, wie sie seit STANNIUS häufig geübt wurde, bestätigt nicht nur das Gleiche, sondern lehrt überdiess, dass ein starker örtlicher Eingriff das ganze Herz oder ein grösseres Stück desselben für längere Zeit betäuben kann. Ein solcher Eingriff bringt häufig die Gesamtmasse oder einzelne Abschnitte des Herzens für eine Reihe von Stunden zur Ruhe. Alle Theile fangen aber oft später von Neuem zu schlagen an. Man darf daher nicht Ergebnisse, die man kurz nach der Unterbindung erhalten hat, zu allgemeinen Schlüssen benutzen.

§. 904. Man kann die Fortdauer des Herzschlages nach dem Tode als eine Reizbarkeiterscheinung unter einem gewissen Gesichtspunkte auffassen. Die meisten Körpermuskeln ruhen im Leben und ziehen sich nur bei einzelnen Veranlassungen zusammen. Dasselbe wiederholt sich in dem reizbaren Leichname. Das Herz bewegt sich in dem lebenden, wie dem todten Geschöpfe, so lange seine Kräfte fort dauern. Es kommt auch an den Athemmuskeln verhältnissmässig am häufigsten vor, dass ausgeschnittene Bruchstücke derselben sich eine Zeit lang periodisch bewegen. Nur dauert die Thätigkeit des Herzens weit länger und unter günstigen Verhältnissen Tage lang. Seine Bewegung hält bald länger und bald kürzer als die Empfänglichkeit der Muskeln an.

§. 905. Der Einfluss der Nerven und der Ganglien des Herzens scheint die Stärke und die Dauer der Herzbewegungen zu begünstigen. Das unversehrte Herz schlägt im Allgemeinen länger als das ausgeschnittene und dieses länger, als die einzelnen gesonderten Stücke desselben. Jene Nervengebilde leiten möglicherweise neue

Erregungen der schon an und für sich automatischen Muskelthätigkeit zu oder theilen ihnen eine gewisse Kraftsumme mit, die sie zur Zusammenziehung für eine entsprechende Zeit befähigt. Die Anhänger der automatischen Centren im Herzen könnten durch die zweite Annahme zu erklären suchen, wesshalb die Herztheile nur eine beschränkte Zeit nach der Entfernung der Ganglienmassen fortschlagen.

§. 906. Dem sei wie ihm wolle, so zeigt sich unzweifelhaft, dass die Innenfläche des Herzens empfindlicher, als die Aussenseite desselben ist. Man kann auf diese Opiumtinctur ohne Nachtheil für den Herzschlag wirken lassen. Sie hemmt ihn aber oft, wenn sie die Innenfläche berührt. Mechanische Reize, die von dem durchströmenden Blute, von Blutgerinnseln und selbst von bewegten kleinen Luftmassen ausgehen, regen nicht selten die Herzthätigkeit an. ROSENTHAL fand, dass manche Körper nur bestimmte Bezirke des Herzens reizen, so Salzsäure das des Sinus beraubte Herz, concentrirte Kochsalzlösung dagegen den Querschnitt der Kammer. Eine übermässige Ausdehnung durch Luft oder selbst durch Blut greift lähmend ein. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass Schlingen von Nervenprimitivfasern dicht an dem Endocardium verlaufen. Dieses scheint anzudeuten, dass eine unbekannte, von innen ausgehende Wirkung die grössere Empfänglichkeit der Innenfläche erzeugt.

§. 907. Wir haben früher gesehen, dass die Wiederherstellung des Blutdurchganges durch die Muskelmasse des ausgeschnittenen Säugethierherzens die Bewegungen desselben von neuem hervorzurufen, oder wenn sie noch vorhanden sind, häufiger und kräftiger machen kann. Die Belebung und die Unterhaltung des Herzschlages mittelst der künstlichen Athmung beruhen auf derselben Grundbedingung. Die Wiederherstellung der nach der Aortenunterbindung aufgehobenen Muskelreizbarkeit der Gliedmaassen durch den Zufluss neuen Blutes bildet ein Seitenstück dieser Erscheinungen. Das Fortschlagen des ausgeschnittenen Herzens aber beweist wiederum, dass der Blutlauf der Muskelmasse ein Begünstigungsmittel, jedoch keine wesentliche Grundbedingung der Herzthätigkeit bildet. Das zuströmende Blut belebt wahrscheinlich die Nerven und die Muskelfasern, indem es ihnen den durch die Thätigkeit bedingten Verlust ersetzt und die von ihr erzeugten Zerlegungsproducte entfernt (§. 379.). HYRTL fand, dass die Herzmasse vieler geschwänzter und schwanzloser Batrachier keine Blutgefässe enthält. Das die Herzhöhlen

durchsetzende Blut müsste daher jene Wirkungsart in diesem Falle übernehmen.

§. 908. Man findet nicht selten in Säugethieren und Vögeln, dass das Herz zu schlagen anfängt, wenn man die Brusthöhle ein bis zwei und ein halb Tage nach dem Tode öffnet. Der Fall, der VESAL zu seiner unglücklichen Wallfahrt nach Jerusalem angeblich nöthigte, und der, welchen PARÉ¹⁾ erzählt, beziehen sich wahrscheinlich auf ähnliche Erscheinungen im Menschen. Das Herz des Thieres ruht bisweilen in dem ersten Augenblicke und fängt erst später zu schlagen an. Man hat dann diejenige auch an dem ausgeschnittenen Herzen vorkommende Empfänglichkeitsstufe, die zur selbstständigen Bewegung nicht mehr hinreicht, sie aber unter dem verstärkenden Einflusse eines äusseren Reizes einleiten und alsdann fortsetzen kann.

§. 909. Mehrere Nebenbedingungen machen viele Versuche, die man über die Beziehung der Erregung des sympathischen Nerven zur Herzthätigkeit in dem frisch getödteten Thiere anstellt, resultatlos oder zweifelhaft. Das ruhende Herz beginnt häufig seine Schläge ohne nachweisbare Veranlassung. Ein zufälliges Zusammentreffen mit einer Nervenreizung kann daher zu Täuschungen führen. Der Darm zeigt die Eigenthümlichkeit, dass man an ihm Perioden stärkerer und schwächerer Reizempfindlichkeit bemerkt. Etwas Aehnliches wiederholt sich wahrscheinlich am Herzen. Da sich aber der Unterschied durch kein bis jetzt bekanntes Merkmal verräth, so darf es nicht befremden, wenn dieselbe Erregung ein erstes Mal fruchtlos und ein zweites Mal erfolgreich ausfällt. Nur ausgedehnte Versuchsreihen können unter diesen Verhältnissen eine Ueberzeugung feststellen. Sie lehren, dass man die Bewegung des ganzen Herzens oder der seit längerer Zeit ruhenden Kammern durch die Reizung des in der Regel verschmolzenen unteren Hals- und obersten Brustknotens oder des zweiten Brustknotens des sympathischen Nerven verhältnissmässig am leichtesten hervorzurufen vermag. Die Versuche, die man an dem dünneren Halstheile anstellt, gelingen schwerer, fallen aber dessenungeachtet oft genug überzeugend aus. Es kann dabei in Kaninchen vorkommen, dass die galvanische Erregung der Nerven die Ruhe der Theile beseitigt oder die schon bestehenden Zusammenziehungen derselben häufiger und kräftiger macht, wenn

¹⁾ Siehe M. B. LESSING, Handbuch der Geschichte der Medicin. Bd. I. Berlin 1838. S. S. 505.

die gleiche Reizung der Masse der Vorhöfe erfolglos bleibt. Die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven bilden wiederum die Bahnen, welche die Bewegungseinflüsse des centralen Nervensystemes dem Herzen zuführen.

§. 910. Hat man den Halssympathicus eines lebenden Kaninchens getrennt, so führt bisweilen die Erregung des peripherischen Abschnittes desselben mittelst der Schläge des Magnetelektromotors zu häufigeren, kräftigeren und hin und wieder unregelmässigeren Herzschlägen. Alle diese Erfolge oder ein Theil derselben bleiben nicht selten aus. BEZOLD¹⁾ nimmt zur Erklärung des Unterschiedes an, dass die Beschleunigung der Herzschläge nur dann durchgreift, wenn nicht die Zahl derselben bis zu einer ungewöhnlichen Grösse in dem Augenblicke des Versuches aus einer anderen Ursache angewachsen ist. Die Wirkung des sympathischen Nerven tritt merklich später, als die Erregung ein und überdauert sie ebenfalls um eine gewisse Zeitgrösse.

§. 911. Steht die zur Tetanisation des Halstheiles des Sympathicus gebrauchte Stromstärke in einem gewissen, noch nicht genauer angebbaren Verhältnisse zu dem Empfänglichkeitsgrade des Nerven, so erhält man eine Verlangsamung statt der Beschleunigung des Herzschlages. Die Pulsfrequenz nimmt bisweilen nach der ersten Reizung ab und in Folge der späteren Erregungen zu. Eine kurze Ruhepause oder eine oder mehrere langsamere Kammerzusammenziehungen kann sich zwischen einer Anzahl beschleunigter Herzschläge einschalten.

§. 912. BUDGE und DONDERS²⁾ hatten schon im Frosche gesehen, dass man die Zahl der Herzschläge durch die Erregung des hinteren Bauchtheiles des sympathischen Nerven vermehren könne. Der Erstere brachte das ruhende Herz in jungen Hunden in Bewegung, wenn er die Gegend des Sonnengeflechtes elektrisch reizte. BEZOLD³⁾ verfolgte die hierher gehörenden Erscheinungen in Kaninchen ausführlicher. Jede Art von Reizung des Brust- oder des Bauchtheiles des Grenzstranges kann hiernach die Zahl der Herzschläge und den arteriellen Blutdruck beträchtlich vergrössern.

¹⁾ A. v. BEZOLD, Untersuchungen über die Innervation des Herzens. Leipzig 1863. 8. S. 135.

²⁾ Siehe z. B. J. BUDGE, Lehrbuch der speciellen Physiologie des Menschen. Achte Auflage. Leipzig 1861. 8. S. 331. 332.

³⁾ BEZOLD, a. a. O. S. 247—255.

Durchschneidet man den Grenzstrang, so hört die Wirkung für die hinter der Trennungsstelle gelegenen Abschnitte auf. Sie erhält sich dagegen für die vorderen.

§. 913. Das Fortschrittsgesetz (§. 880.) bewährt sich für die zu dem Herzen gehenden Nerven in ausgedehntester Weise. Das verlängerte Mark entlässt eine gewisse Summe der zu dem Herzen verlaufenden Fasern durch den herumschweifenden Nerven. Andere Fasern treten in den Verbindungszweigen, die den Grenzstrang mit den Rückenmarksnerven vereinigen, aus. Die oberen, welche die Halsnerven durchsetzen, steigen herab. Die unteren, durch die tieferen Brust- und die Lendennerven verlaufenden Bündel gehen zu dem entfernt gelegenen Herzen empor. Da dieses mit Nervenfasern versehen wird, die in dem hintersten und untersten Theile des Kopfes und in der ganzen Länge des Halses, der Brust und des Lendentheiles der Bauchhöhle verlaufen, so können örtliche Leiden der mannichfachen in jenen Körperbezirken liegenden Theile auf die Thätigkeit des Herzens zurückwirken.

§. 914. Setzt man den herumschweifenden und des sympathischen Nerven dem Einflusse von Wechselströmen des Magnet-elektromotors gleichzeitig aus, so sucht im Allgemeinen jener die Herzbewegungen zu verlangsamen und dieser dieselben zu beschleunigen. Die Abnahme der Pulsfrequenz zeigt sich als Endergebniss häufiger, als die Beschleunigung. Da der Halsstamm des Vagus dicker als der des Sympathicus ist, so liefert er einen geringeren elektrischen Leitungswiderstand für die gleiche Länge. Wir haben schon §. 910. gesehen, dass auch der sympathische Nerv die Bewegungen unter gewissen noch nicht näher bekannten Bedingungen verlangsamen kann. Genauere Versuche werden lehren müssen, ob die verzögernde Wirkung des Vagus noch, wie es den Anschein hat, aus anderen Gründen, als dem angeführten der beschleunigenden des Sympathicus gegenüber begünstigt wird.

§. 915. Heftige Erschütterungen des ganzen Körpers, der Brust allein oder einzelner Theile des centralen Nervensystemes, vorzugsweise des verlängerten Markes und des Rückenmarkes führen zum Stillstande des Herzens. Dieses kann sich früher oder später erholen und dann seine Schläge regelmässig oder unregelmässig fortsetzen. Wir haben schon §. 833. gesehen, dass man das Gleiche nach BERNSTEIN mittelst der Reizung des unter dem Herzen liegenden Theiles des sympathischen Nerven bis zur Abgangsstelle des die Gekrössschlagader begleitenden Zweiges, also wahrscheinlich durch

Reflex auf das verlängerte Mark zu erzeugen vermag. Die Zwischenbahnen sind die Verbindungszweige des sympathischen Nerven mit den Rückenmarksnerven und das Rückenmark selbst. Nervöse Personen spüren bisweilen deutlich, dass ihr Herzschlag plötzlich für eine kurze Zeit aussetzt. Sie leiden an Athmungsnoth, so wie dieser Zustand eine etwas längere Zeit fort dauert.

§. 916. Die Beziehungen der Vaguswurzeln zu dem verlängerten Marke lassen erwarten, dass die Erregung dieses Abschnittes des centralen Nervensystemes durch Wechselströme die gleichen Erfolge, wie die der Halsstämme des herumschweifenden Nerven nach sich zieht. Die Erfahrung bestätigt diesen Schluss. Man kann einer hemmenden und einer erregenden Wirkung begegnen. Jene verräth sich durch Stillstand oder Verlangsamung und diese nicht bloss durch Beschleunigung, sondern auch durch die Belebung der ruhenden Theile. Behandelte ich z. B. das verlängerte Mark eines erstickten Kaninchens mit den Schlägen des Magnetelektromotors, so standen die Kammern still, während die Vorhöfe langsam fortschlügen. Wiederholte ich die Erregung einige Zeit darauf, so ergab sich das Gleiche in dem ersten Augenblicke. Die Kammern fingen aber nach wenigen Secunden langsam zu klopfen an. Ein Schlag derselben kam auf sechs bis sieben Vorkammerverkürzungen. Wiederholte man den Versuch nach einiger Zeit, so wechselten die Schläge der Vorhöfe und der Kammern ab. Die gleiche Erregung rief in der Folge Beschleunigung des Herzschlages hervor. Die untere und die seitliche Fläche des verlängerten Markes ist für solche Ansprachen empfänglicher, als die obere.

§. 917. LEGALLOIS hatte schon dem Rückenmarke einen bedeutenden Einfluss auf das Herz und die Blutbewegung zugeschrieben und WILSON PHILIPP¹⁾ und BUDGE²⁾ eine Vermehrung der Zahl der Herzschläge nach der Reizung desselben bemerkt. Ich fand später³⁾, dass die elektrische Erregung des Halstheiles des Rückenmarkes im Gegensatze zu der des verlängerten Markes keine Verzögerung, sondern eine Beschleunigung der vorhandenen oder eine Erweckung der ruhenden Herzthätigkeit herbeiführt, dass man das gleiche Ergebniss nach der Trennung der herumschweifenden Nerven von dem verlängerten Marke aus erhalten kann und die

¹⁾ Siehe z. B. das Nähere bei BEZOLD, a. a. O. S. 174—188.

²⁾ BUDGE, a. a. O. S. 329.

³⁾ Lehrbuch der Physiologie. Zweite Aufl. Bd. II. Abth. 2. S. 465. und S. 692.

Längstheilung desselben die Wirkung der einen Seitenhälfte auf das Herz nicht nothwendigerweise aufhebt. Die Reizung des unteren Brust- und des Lendentheiles des Rückenmarkes lieferten mir keine entscheidenden Ergebnisse. BEZOLD¹⁾ fand in lebenden Kaninchen, dass auch diese Abschnitte des Rückenmarkes eine starke Beschleunigung des Herzschlages erzeugen können. Er schloss nach seinen Versuchen, dass zwar ein grosser Theil der Bewegungsfasern des Herzens, der von dem verlängerten Marke in das Halsmark hinabsteigt, an diesem austritt und durch die oben erwähnten Sympathicusbahnen zum Herzen gelangt, dass aber noch ein anderer Theil der Fasern das ganze Brust- und Lendenmark durchsetzt, in den Verbindungszweigen aller Brust- und mindestens der vier ersten Lendenerven zu dem Grenzstrange des sympathischen Nerven verläuft und in diesem zum Herzen emporsteigt. Die Quertheilung des Rückenmarkes an einer beliebigen Stelle beseitigt nach BEZOLD die Einflüsse der weiter nach hinten oder unten austretenden Fasern, nicht aber derer, die vor oder über der Trennungsstelle in den Sympathicus übergehen. LUDWIG und THIRY²⁾ gelangten zu anderen Folgerungen. Sie konnten eine bedeutende Füllung des linken Herzens, das hierdurch bedingte Emporsteigen des linken Vorhofes, die Verschiebung der Längsfurche der Kammern und die Erhöhung des Blutdruckes in der Halsschlagader von Kaninchen erzeugen, wenn sie die Widerstände in dem arteriellen Systeme durch einen vorübergehenden Verschluss der Bauchaorta und eine einmalige Entleerung der unteren Hohlvene in der Richtung nach dem Herzen vergrösserten. Die Tetanisation des Rückenmarkes lieferte noch die oben erwähnten Wirkungen in dem mit Curare vergifteten Thiere, nachdem die zu dem Herzen gehenden Nerven galvanokaustisch zerstört worden. Die kleinen Schlagadern der Unterleibseingeweide, der Bauch- und der Schenkelhaut waren bis zum Verschwinden ihrer Hohlräume verengt. LUDWIG und THIRY leiten daher die stärkere Füllung des linken Herzens und die Erhöhung des Blutdruckes der Carotis von den grösseren Widerständen in dem Schlagadersysteme, nicht aber von einem Einflusse des centralen Nervensystemes auf die Herznerven her.

¹⁾ BEZOLD, a. a. O. S. 232—246.

²⁾ LUDWIG und THIRY, Sitzungsber. d. Wiener Akademie. 1864. S. 32—34. Vgl. auch GOLTZ in Virchow's Arch. Bd. XXIX. S. 38.

§. 918. Wie das verlängerte Mark die Sammelpunkte der Athembewegungen enthält, so wirkt es auch auf die der Fasern des herumschweifenden und des sympathischen Nerven, die das Herz beherrschen. Oeffnete BROWN-SÉQUARD die Brusthöhle von Tauben, so stand das Herz besonders bei bedeutender Kälte der Umgebung still, wenn das Thier langsam und tief einathmete. Die Erscheinung fehlte nach der doppelten Vagustrennung. Diese beschleunigte vielmehr den Herzschlag. BROWN-SÉQUARD betrachtet daher die Verlangsamung als eine Reflexwirkung des verlängerten Markes. Da ein Vagus, ein Sympathicus und eine gesonderte Hälfte des verlängerten Markes auf das Herz in gleicher Weise wirken kann, wie jedes zusammengehörende Paar dieser Gebilde, so lässt sich vermuthen, dass das Centralwerkzeug des Herzschlages eben so gut seitlich paarig, als das der Athembewegungen (§. 700.) ist.

§. 919. Reizt man die Gross- oder die Kleinhirnschenkel oder deren nähere Ausstrahlungen in den Halbkugeln mit den Wechselströmen des Magnetelektromotors in einem frisch getödteten Säugethiere, so belebt sich bisweilen der Herzschlag. Stärkere Erregungen können ihn verlangsamen. Die Versuche missglücken aber häufig, weil sie eine vollständige Uebertragung auf das verlängerte Mark voraussetzen. Der Erfolg fehlt, wenn man dieses von dem grossen und dem kleinen Gehirn getrennt hat. Ein solcher Eingriff hebt nach BEZOLD ¹⁾ die Aenderung des Herzschlages durch Schmerz, Furcht oder Schreck in dem lebenden Thiere auf. Man findet bisweilen, dass die Zerstörung einzelner Hirntheile z. B. des Balkens den Herzschlag der Kaninchen auffallend beschleunigt.

§. 920. Die später zu betrachtende Wirkung der Gifte wird uns zeigen, dass einzelne von ihnen die Nerven der Gliedmaassen oder die der Athemmuskeln früher lähmen, als das Herz, andere dagegen in umgekehrter Reihenfolge wirken. Man bemerkt ähnliche Schwankungen, wenn man das Absterben der Vagus- oder das der Sympathicuseinflüsse auf das Herz in Betracht zieht. Die Reizung des centralen Stückes des durchschnittenen herumschweifenden Nerven kann nach MOLESCHOTT die Zahl der Herzschläge vergrössern und die der Athemzüge verkleinern oder umgekehrt. Alle diese Thatfachen lassen schliessen, dass graue Massen, wahrscheinlich von mikroskopischer Kleinheit, in dem verlängerten Marke nahe bei einander liegen, die sehr verschiedene Eigenschaften

¹⁾ BEZOLD, a. a. O. S. 267—280.

besitzen und daher die sie treffenden schädlichen Wirkungen ungleich beantworten.

§. 921. Die Ansprache des Brust- und selbst schon des unteren Halstheiles, oder die des Bauchstückes des Grenzstranges des sympathischen Nerven kann Bewegungen im Magen, in den dünnen und in den dicken Gedärmen erzeugen. Man erhält die Verkürzung des Dünndarmes am häufigsten und die des Magens verhältnissmässig am seltensten. Beide Abschnitte des Nahrungscanales werden von den Eingeweidenerven (R. R. splanchnicus major und minor) und dem Sonnenknoten (Plexus solaris), der Dickdarm und der Mastdarm von dem Lenden- und dem Heiligbeintheile der zwei Grenzstränge und den zwischen ihnen liegenden Knoten- und Geflechtmassen (Plexus mesentericus superior und inferior, aorticus, hypogastricus) beherrscht. Die weiter nach hinten und unten gelegenen Abschnitte wirken auch im Allgemeinen auf die mehr nach hinten und unten gelegenen Theile. Die erwähnten Nervenmassen können noch Bewegungen der Harnleiter, der Harnblase, der Samenleiter, der Samenblasen, der Gebärmutter, der Fallopischen Röhren und des Mastdarmes hervorrufen. Die Reizung der Verbindungsstränge und die der mit ihnen zusammenhängenden Rückenmarkswurzeln hat dieselben Erfolge. Der Nervenknoten des Lendentheiles des sympathischen Nerven, welcher in der Gegend des fünften Lendenwirbels liegt und Verbindungsfäden von dem dritten und dem vierten Nerven bekommt, wirkt nach BUDGE¹⁾ vorzugsweise auf die Samenleiter, und nächstdem auf die Harnblase, die Gebärmutter und den Mastdarm.

§. 922. Der grössere und der kleinere Eingeweidenerv (R. R. splanchnici major und minor), die beide empfindlich sind, erzeugen Bewegungen des Dünndarms, wenn sie schwächer, und hemmen sie nach PFLÜGER, wenn sie stärker gereizt werden. Ein einziger Eingeweidenerv kann beiderlei Arten von Wirkungen in grossen Strecken der dünnen Gedärme hervorrufen. Sind die Splanchnici einer Katze durchschnitten worden, so dauern die Darmbewegungen in dem lebenden Thiere nach LUDWIG und HAFETER ohne merkliche Störung fort.

§. 923. Die Reizung des Sonnengeflechtes (Plexus solaris s. coeliacus) und des oberen Gekrösgeflechtes (Plexus mesentericus superior) führt in der Regel zu Bewegungen des Dünndarmes, seltener zu denen der dicken Gedärme und ausnahmweise zu solchen

¹⁾ BUDGE, a. a. O. S. 787.

des Magens. Hatte BUDGE die beiden Sonnenknoten und die oberen Gekrösknoten in Kaninchen ausgerottet, so wurden die Bewegungen der dicken Gedärme lebhafter. Ihre wasserreicheren und meist breiigten Inhaltsmassen traten daher rascher aus. Während Kaninchen spätestens drei Tage nach jenem Eingriffe sterben, können ihn Hunde nach ECKHARD und ADRIAN unbestimmte Zeit überleben, ohne dass Durchfälle oder Verdauungsstörungen überhaupt nachfolgen. Nur die Bewegungseinflüsse auf Magen und Dünndarm, so wie die Empfindlichkeit jener Nervenknotten bewähren sich auch in diesen Thieren.

§. 924. Die einfachen Muskelfasern der Hülle und des Inneren erzeugen die Runzelung der Oberfläche und die Umfangsabnahme der Milz, wenn die Schläge des Magnetelektromotors durch ihre Masse geleitet werden. Es lässt sich erwarten, dass die Reizung der zu ihr gehenden Nerven die gleichen Veränderungen hervorrufen kann.

§. 925. Die durch Nervenreize bedingten Zusammenziehungen des Mastdarmes der Kaninchen bestehen oft in lebhaften auf- und niedergehenden Stößen mit oder ohne die gewöhnliche Peristaltik. Diese kann selbst feste Kothballen binnen Kurzem fortschieben. Sie geht aber meistentheils nur oberflächlich über dieselben hinweg.

§. 926. Die Wurmbebewegungen der Harn- und der Samenleiter, welche die Erregung der §. 921. erwähnten Abschnitte des sympathischen Nerven erzeugt, gehen in der Regel von oben nach unten. Die Richtung der Verkürzungswellen der Gebärmutter und der Fallopiischen Röhren wechselt oft in den verschiedenen Thieren. Die Harnblase zieht sich allseitig zusammen und nicht selten so stark, dass der Urin hervortritt. Samenerguss lässt sich durch die Sympathicusreizung ebenfalls erzeugen. Die heftigere Peristaltik des Samenleiters zieht oft eine Stellungsänderung des Hodens nach sich. Man sieht auch Verkürzungen der Röhren des Nebenhodens in glücklichen Fällen.

§. 927. Die Geschlechtswerkzeuge junger Thiere beantworten oft nicht die Nervenreize, welche die älterer in Bewegung setzen. Die Brunst scheint die Empfänglichkeit zu erhöhen. Man kann dagegen auf eine verhältnissmässig stumpfe oder träge Wirkung der Gebärmutter in Kaninchen und Meerschweinchen stossen, die sich ungefähr in der Mitte der Schwangerschaft befinden.

§. 928. BUDGE und ich sahen Bewegungen aller genannten von dem Sympathicus abhängigen Organe nach Reizungen der ver-

schiedensten Theile des centralen Nervensystemes. Der Einfluss reicht im Allgemeinen bis zu dem grossen und dem kleinen Gehirn. Er erstreckt sich durch das Rückenmark und das verlängerte Mark einerseits in das kleine Gehirn durch die Schenkel desselben und anderseits in die Hirnstrahlung, also auch in den Sehhügel und den Streifenhügel durch die Grosshirnschenkel. Da die herumschweifenden Nerven Bewegungen im Magen, den dünnen und den dicken Gedärmen erzeugen können, so verfährt man am besten, wenn man sie ausreisst, ehe man die Versuche an dem frisch getödteten Thiere anstellt. Sie gelingen am besten bei vorsichtigem Gebrauche des Magnetelektromotors. Man kann aber auch die gleichen Ergebnisse durch mechanische Misshandlungen erhalten. Die Bahnen lassen sich durch Trennungen am besten nachweisen, so dass z. B. die Sehhügel nach der Durchschneidung der Grosshirnschenkel, die Halbkugeln des kleinen Gehirns nach der Trennung der Kleinhirnschenkel, die Brücke nach der der Mitte des verlängerten Markes und dieses nach der des oberen Theiles des Rückenmarkes nicht mehr wirken. Da aber die obersten zu den Unterleibseingeweiden verlaufenden Sympathicusfasern schon aus dem unteren Theile des Halsmarkes in die Rückenmarksnerven übergehen, so führen tiefere Trennungen desselben zu keinen bindenden Ergebnissen. Kreuzungswirkungen können auch hier, wie an den Muskeln der Gliedmaassen vorkommen. Man sieht bisweilen, dass die Reizung des rechten Sehhügels Wurmbewegungen des linken Harnleiters oder die der rechten Kleinhirnhemisphäre solche des linken Samenleiters oder der linken Fallopischen Röhre zur Folge hat.

§. 929. Diese Versuche gelingen nicht bloss in dem frisch getödteten, sondern auch in dem lebenden Thiere. Der Arzt hat oft genug Gelegenheit, Erscheinungen zu beobachten, die von den Beziehungen des centralen Nervensystemes zu den Eingeweiden herühren. Hatte BERNARD das Halsmark eines Kaninchens unterhalb der Abgangsstelle der Wurzeln des Zwerchfellnerven durchschnitten, so erkannte man die lebhafteren Darmbewegungen durch die Bauchdecken hindurch. Diese Erscheinung fehlte dagegen nach der Verletzung der Gegend des vierten Ventrikels.

§. 930. Die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven bilden die vorzüglichsten, wo nicht die ausschliesslichen Bahnen für die Bewegungseinflüsse und die hinteren die für die Empfindungsreize und die centripetalen Erregungen der hier in Betracht kommenden Sympathicusäste. Misshandlungen der vorderen Wurzeln beweisen

das Erstere und die Folgen der Durchschneidung der hinteren Nervenwurzeln das Letztere. Wie die künstliche Erregung derjenigen Bezirke des Rückenmarkes, in deren Nähe die Nerven eintreten, auf die von diesen versorgten willkürlichen Muskelmassen am nachdrücklichsten wirkt, so lässt sich etwas ähnliches für einzelne Sympathicusabschnitte nachweisen. BUDGE¹⁾ fand z. B., dass derjenige Theil des Rückenmarkes des Kaninchens, welcher der Gegend des vierten Lendenwirbels entspricht und aus dem der vierte Lendenerv entspringt (Centrum genito-spinale), vorzugsweise die Samenleiter und dann auch die Harnblase und den Mastdarm beherrscht. SPIEGELBERG hob den bevorzugten Einfluss des Lenden- und des Kreuzbeintheiles auf die Gebärmutterbewegungen hervor. Die älteren Beobachtungen von BUDGE und mir und die späteren von BARTLING, NASSE und SPIEGELBERG zeigten aber zugleich, dass das verlängerte Mark und das kleine Gehirn eben so häufig Bewegungen der Samenleiter und der Geschlechtswerkzeuge wecken und jede Stelle des Rückenmarkes diese anregen kann. Jene Begünstigung macht sich nur vorzugsweise im Vergleich mit den benachbarten Rückenmarksstellen geltend.

§. 931. Hatte GÜNTHER die Ruthennerven eines feurigen Hengstes durchschnitten, so füllten sich die Fachgewebe des männlichen Gliedes besonders des hinteren Theiles desselben so sehr mit Blut, dass jenes aus dem Schlauche hervortrat. Es kam aber zu keiner vollständigen Steifung, sondern nur zu jenem Zustande der Blutfülle, den man auch oft genug in Paraplegischen sieht, wenn man den Katheter in die Harnröhre eingeführt oder sonst das Glied berührt hat und der dann nicht selten lange anhält. Da er eine reflectorische Erscheinung in diesem Falle bildet, so folgt, dass noch der untere Theil des Rückenmarkes in solchen Kranken thätig bleibt. Reizt man die in den Plexus hypogastricus eintretenden Zweige des obersten Kreuzbeinnerven eines Hundes, so vergrössert sich nach ECKHARD der Bulbus der Eichel und der durchschnittene Beckentheil des Fachkörpers der Harnröhre entlässt einen mächtigen Blutstrahl. Der Umfang des Bulbus nimmt mit dem Aufhören der Nerven-erregung ab. Dieser Versuch lässt sich so oft wiederholen, als die Empfänglichkeit des Nerven anhält.

Man findet bisweilen, dass Enthauptete nicht bloss Samen-ergiessung, sondern mehr oder minder vollständige Zeichen der Blut-

¹⁾ BUDGE, a. a. O. S. 787.

überfüllung des Gliedes darbieten. Erhängte haben Steifung und Samenentleerung, wenn das Halsmark gezerzt worden, nicht aber wenn diese Nebenwirkung bei der Erstickung mangelte. Der die grössere Füllung der Fachgewebe bedingende Einfluss reicht bis zu dem verlängerten Marke und wahrscheinlich auch dem kleinen Gehirn. Dasselbe gilt von den Bewegungserregungen der Samenleiter und der Samenblasen.

§. 932. BUDGE¹⁾ fand im Hunde, dass die Bewegungsnerven der Harnblase die Hirnschenkel, die strickförmigen Körper, das verlängerte Mark, die vorderen Rückenmarksstränge und die vorderen Wurzeln des dritten und des vierten, nicht aber des ersten und des zweiten Kreuzbeinnerven durchsetzen. Die hinteren Wurzeln dieser vier Nerven können Reflexbewegungen erzeugen. Der Plexus hypogastricus, dessen Reizung schmerzt, enthält auch Bewegungsfasern für die Harnblase²⁾. Die Empfindungsfasern steigen in dem Grenzstrange des Sympathicus mindestens bis zum Zwerchfelle empor³⁾.

§. 933. Die Hemmung des Blutlaufes in der Aorta führt häufig zu Wurmbewegungen in dem Darne und der Gebärmutter und bisweilen auch in der Harnblase. Der durch die Vagusreizung erzeugte Stillstand des Herzens kann in ähnlicher Weise wirken. Dieses erklärt die lebhafte Peristaltik, die man in frisch getödteten Kaninchen zu bemerken pflegt. Da sie aber in anderen Säugethieren z. B. der Maus und dem Menschen fast immer fehlt, so sieht man, dass noch andere Bedingungen, als die blosse Hemmung des Blutlaufes, bei dem Auftreten derselben eingreifen. Die Eingeweide lebender Thiere bleiben im Allgemeinen nach der Eröffnung der Unterleibshöhle ruhiger, als die frisch getödteter. Drückt man die Aorta zusammen, so erhält man oft Wurmbewegungen in den Gedärmen, der Harnblase oder der Gebärmutter. Sie bleiben aber häufig aus oder kommen auch unter anderen Bedingungen, als der Hemmung der Blutzufuhr zum Vorschein. LUDWIG und SCHWARZENBERG hoben schon bei Gelegenheit ihrer an Dünndarmfisteln von Hunden angestellten Untersuchungen hervor, dass uns noch ein wesentliches Glied für die Beurtheilung der hier in Betracht kommenden Verhältnisse mangelt. Mögen die Thiere hungern oder nicht, so gibt es immer einzelne Tageszeiten, zu denen die Wurmbewegung des Dünndarmes von

¹⁾ BUDGE in Henle und Pfeufer's Zeitschrift. Dritte Reihe. Bd. XXI. 1864. S. 15.

²⁾ BUDGE, in Comptes rendus. Tome LVIII. 1864. p. 531.

³⁾ BUDGE, in Henle und Pfeufer's Zeitschrift. Bd. XXI. 1864. S. 186.

selbst eintritt oder leicht erregt wird, und andere, an welchen die Reizung alles ruhig lässt, ohne dass man bis jetzt die Ursache dieses Unterschiedes anzugeben im Stande wäre.

§. 934. Die verborgene Reizung (§. 172.) dauert in der Regel in den quergestreiften Muskelmassen unverhältnissmässig kürzer als in den einfachen. Während jene ungefähr $\frac{1}{50}$ Secunde in Muskelpräparaten der Frösche beträgt, muss man oft in frisch getödteten Säugethieren eine Anzahl von Secunden nach der Erregung der entsprechenden Abschnitte des peripherischen oder des centralen Nervensystemes warten, bis merkliche Bewegungen des Nahrungscanals, der Harnblase oder der Gebärmutter zum Vorschein kommen. Diese Erscheinung beruht jedoch auf keinem unveränderlichen Gesetze. Hatte ich nur die Bauchdecken von Kaninchen losgelöst, so dass die Unterleibseingeweide durch das Bauchfell durchschimmerten, so folgten die Dünndarmbewegungen der Zerstörung der Grosshirnschenkel oder der Brücke in Ausnahmefällen eben so rasch nach, als die Zusammenziehungen der quergestreiften Muskelfasern der Reizung eines peripherischen Nerven. Ich sah das Gleiche an dem blossgelegten Harnleiter nach der Erregung des verlängerten Markes. Wie die Peristaltik der dünnen und der dicken Gedärme nach der Einführung von Nahrungsmitteln und vorzüglich nach den durch kaltes Wasser erzeugten Magenbewegungen Gase und andere Körper rasch austreibt, so führt auch bisweilen die längs des Harnleiters hinabgleitende Welle zu Verkürzungen der Harnblase. Man kann diese durch Nervenreizung oder durch die Zusammendrückung einer Stelle des Harnleiters selbst in dem Kaninchen erzeugen.

2. Gefäss- und Drüsennerven.

§. 935. Wie die übrigen organischen Massen, so gehören auch die Gefässwände zu den porösen Körpern. Die sie durchtränkende Flüssigkeit füllt die Lücken, die zwischen ihren festen Geweben übrig bleiben, aus. Die feinsten Poren oder Lückenräume sind so klein, dass man sie nur aus ihren Wirkungen erschliesst, nicht aber unter dem Mikroskope bemerkt. Zwei Hauptbedingungen bestimmen es, welche Arten und welche Mengen von Stoffen die Blutgefässwände von innen nach aussen oder in umgekehrter Richtung durchsetzen, wie sich also die Ausscheidungen, die Stoffaufnahmen des Blutes gestalten.

§. 936. Die erste besteht in der Wechselbeziehung der die Lückenräume ausfüllenden Masse, der Imbibitions- oder der

Durchtränkungsflüssigkeit und des Körpers, der hindurchtreten soll. Hat man nicht den Fall, dass er sie mechanisch verdrängt, so müssen sich beide molecular verbinden. Die Gase können dabei verschluckt oder aufgelöst werden. Die tropfbaren Flüssigkeiten mischen sich so innig, dass man sie nicht mehr im Einzelnen unterscheidet, wenn auch keine chemische Zerlegung stattgefunden hat. Die Ernährungsflüssigkeit besitzt in der Regel eine alkalische Beschaffenheit. Diese reicht aber nicht hin, irgend grössere Mengen von Fetten zu verseifen. Die reichlichen Fettmassen, die wir genossen haben, werden in dem Darne fein vertheilt und die mikroskopischen Tröpfchen schreiten in den Lückenräumen durch Verdrängung der Ernährungsflüssigkeit weiter. Die Umhüllung mit schleimigen oder anderen wasserdurchtränkten Körpern begünstigt den Durchtritt. Die Fettabsonderung lässt den Uebergang nicht so genau verfolgen. Man sieht in der Regel nicht, dass feine Fetttröpfchen durch die Wände der Blutgefässe und der Drüsengänge der Fettdrüse dringen. Die Fettmasse zeigt sich vielmehr erst in dem Hohlraume der Absonderungswerkzeuge.

§. 937. Die Anziehung der festen Wandung des Lückenraumes zu der ihn ausfüllenden Durchtränkungsflüssigkeit bildet das zweite Bedingungsglied der Diffusionserscheinungen. Denkt man sich, die Wirkungssphäre der dichten Begrenzungsmassen erstreckte sich über die ganze Ausdehnung des Lückenraumes und ihre nach drei senkrechten Raumcoordinaten zerlegte Grösse gleiche oder übertreffe die Werthe der in der gleichen Art zerlegten Druck- und Anziehungskräfte, welche die Flüssigkeit aus dem Lückenraume zu verdrängen suchen und sei ihnen entgegengesetzt gerichtet, so können keine Stoffe durchtreten. Die verschiedensten Verhältnisse führen das Entgegengesetzte herbei. Nimmt die Wirkung der Wandanziehung so rasch ab, dass sie nicht die ganze Ausdehnung des Lückenraumes beherrscht, so bleibt in der Mitte ein beweglicherer Theil der Ernährungsflüssigkeit, der sich leichter verdrängen lässt und sich auch möglicher Weise mit anderen Flüssigkeiten eher mischt oder zersetzt, als die durch die Wandanziehung gefesselten peripherischen Lagen. Dieser Fall macht sich für die gewöhnlichen Endosmose- und Exosmoseerscheinungen geltend. Man hat hier vermuthlich immer eine trägere Wand- und eine beweglichere Centralschicht. Der Eintritt eines fremden Körpers in die Durchtränkungsflüssigkeit wird bisweilen noch eine andere Folge nach sich ziehen. Er kann von jener angezogen, von den Porenwänden dagegen abgestossen

werden. Besässe die negative Anziehung eine grössere Wirkungssphäre als die positive zu der noch an der Wand haftenden Schicht von Ernährungsflüssigkeit, so würde diese den Körper nicht aufnehmen. Der centrale Flüssigkeitsfaden verhielte sich dann zu der Wandschicht der Flüssigkeit, als wenn beide sich nicht mischten, wenn selbst diese Eigenschaft ihnen ihrer chemischen Beschaffenheit wegen nicht zukäme.

§. 938. Die Gefässwände besitzen zu kleine Lückenräume unter regelrechten Verhältnissen, als dass mikroskopische Festgebilde, wie Stärkmehlkörner oder Blutkörperchen durchdringen könnten. Der angebliche Eintritt von Quecksilbertropfen in Gefässhöhlen beruht auf Täuschung. Die Zusammenziehung benachbarter Muskelmassen kann kleine Kohlentheile, besonders wenn sie an einer oder an mehreren Stellen spitz sind, durch die Gefässwände zwingen. Die Feinheit der Lücken bildet eine der Hauptursachen der Nothwendigkeit der Verdauungssäfte, welche die Bestandtheile der Nahrungsmittel unmittelbar lösen oder Selbstzersetzungen, die zu demselben Ergebnisse führen, in ihnen einleiten.

§. 939. Wächst der auf den Gefässwänden lastende Blutdruck, so ändert sich auch die Grösse der Lückenräume. Es lässt sich nicht im Allgemeinen behaupten, dass diese in allen ihren Durchmessern weiter werden und Formen annehmen, die den Durchtritt fester mikroskopischer Gebilde, wie der Blutkörperchen gestatten. Die Möglichkeit einer solchen Veränderung ist aber nicht ausgeschlossen. Es können daher blutkörperchenhaltige Ergüsse entstehen, ohne dass die Blutgefässe reissen. Die monatliche Reinigung bietet vielleicht diesen Fall dar. Da ein grösserer Blutandrang zu dem Eierstocke und der Gebärmutter zur Zeit der Regeln bemerkt wird, das entleerte Menstrualblut reichliche Mengen von Blutkörperchen enthält und keine der ausgetretenen Blutmenge entsprechende Zerreissung der Blutgefässe in der dann mächtig geschwollenen und aufgelockerten Gebärmutter Schleimhaut bemerkt wird, so liegt es nahe einen unmittelbaren Durchtritt der Blutkörperchen anzunehmen. Die leichte Formveränderung derselben, die sich z. B. an denen des Frosches bei dem Durchgange durch ein sehr enges Blutgefäss verrieth, kann hier nachhelfen. Die besonders von RECKLINGHAUSEN beschriebenen Verkürzungserscheinungen der Schleim- und Eiterkörperchen werden vielleicht auch für den Durchtritt dieser Gebilde von Bedeutung sein.

§. 940. Die Porenvergrösserung, welche der starke Blutdruck erzeugt, vermag noch zweierlei Folgen nach sich zu ziehen. Flüssigkeiten, die überhaupt durchtreten können, begeben sich dann leichter aus dem Blute in die Gewebe als umgekehrt. Die Absonderung wird daher mehr, als die Einsaugung begünstigt, so weit beide nur von den Capillaritätserscheinungen der Lückenräume und nicht von chemischen Verwandtschaften abhängen. Zähflüssige Körper, wie Eiweiss- oder Gummilösungen, die eher zu den mechanischen Gemengen, als zu den wahren Auflösungen gehören, werden bei kleineren Poren zurückgewiesen und bei grösseren durchgelassen.

§. 941. Dieser Gedankengang kann es erläutern, wesshalb der Harn beträchtliche Mengen von Blutkörperchen und von Eiweiss enthält, wenn der Blutdruck in der Nierenschlagader allzusehr wächst oder der Austritt des Blutes aus den Nieren auf Hindernisse stösst; warum reichliche Wassereinspritzungen in das Blut wasserstüchtige Ergüsse in den serösen Höhlen oder unter der Haut erzeugen und die Ausrottung der Nieren flüssige Ausscheidungen im Nahrungscanale und Oedeme verschiedener Art, unter anderen auch das des Gehirns und daher Betäubung, Krämpfe und andere Erscheinungen der Urämie nach sich zieht¹⁾. Man darf aber nicht glauben, dass der durch den Blutkraftmesser bestimmte Mitteldruck des Blutes ein sicheres Maass der hier in Betracht kommenden Porenbeschaffenheit liefert. Man untersucht ihn in den grösseren Gefässen. Die oben erwähnten Erscheinungen hängen aber von der Porosität der kleineren und der kleinsten ab. Der Druck hat bis zu ihnen bedeutend abgenommen, weil die Widerstände der Zwischenwege einen Theil der Druckkraft aufzehrten. Doppelversuche, in denen ein seitlich eingefügtes Manometer den Seitendruck einer möglichst kleinen Schlagader und ein zweites den einer möglichst kleinen Blutader gleichzeitig bestimmte, könnten ungefähr andeuten, welcher Theil der vermehrten Druckkraft der die Haargefässe umfassenden Bahn zu Gute kommt. Besässen auch die lebenden Schlagaderwände eine vollkommene Elasticität innerhalb der hier in Betracht kommenden Druckgrössen, so würden doch die verschiedenen Drucke so ungleiche Porenformen erzeugen, dass schon desswegen das Wachsthum der Menge der durchtretenden Flüssigkeit und der einzelnen Bestandtheile der selben der Druckzunahme nicht proportional wäre. Die Verkürzungs-

¹⁾ Vgl. H. MUNK, Centralblatt der medicinischen Wissenschaften. 1864. S. 248.
Valentin, Pathologie der Nerven. II.

erscheinungen der lebenden Gefässwände, die uns später beschäftigen werden, fügen noch neue unberechenbare Einflüsse hinzu.

§. 942. Die Erweiterung der Schlagadern, die von der Verstärkung des Blutdruckes während der Kammerzusammenziehung herrührt und die darauf folgende Verengerung, welche die elastische Rückwirkung der Schlagaderwände herbeiführt, wirken auf die Diffusion der Blutbestandtheile ungleich ein, weil sich durch sie der Druck und die Porosität ändern. Da aber der Flüssigkeitsdurchgang durch die grösseren Schlagaderwände absolut genommen am unbedeutendsten, durch die Haargefässe dagegen am lebhaftesten ist und diese keine stossweise Blutbewegung mehr der Wirkung der vorangegangenen Widerstände halber zeigen, so kann sich der Unterschied von Systole und Diastole des Herzens für die Ausschwitzungen aus den feinsten Gefässen nur in untergeordnetem Maasse geltend machen. Ist ein Theil entzündet oder stockt das Blut in den Haargefässen aus einem anderen Grunde, so treten die Exsudate vorzugsweise aus den kleineren Schlagadern, die zu dem unwegsamen Bezirke führen und deren Wände stärker gedrückt werden. Der Eiweissgehalt dieser Ausschwitzungen erklärt sich aus der Erweiterung der Lückenräume. Der Durchtritt wird hier mit der Kammersystole zunehmen. Die Druckschwankungen, welche die verschiedenen aufeinander folgenden Herzschläge erzeugen und die von Nebeneinflüssen wesentlich abhängen (§. 823.), greifen unter allen Verhältnissen auf das tiefste ein. Man kann nach physiologischen Versuchen und nach Krankheitsbeobachtungen behaupten, dass es keine Seite der Absonderungs- und der Ernährungserscheinungen gibt, die sich nicht in Folge derselben zu ändern vermag, weil sie nicht bloss die Porosität der Wände, sondern auch die Geschwindigkeit des Blutdurchganges durch die Lungen und die Körpertheile wechseln lässt. Die nähere Durchführung dieses Ausspruches gehört nicht hierher, sondern in die physiologische Pathologie der Kreislaufs- und der Ernährungswerkzeuge. Wir müssen dagegen die Einflüsse, die das Nervensystem auf die Gefässwände ausübt, ausführlich betrachten.

§. 943. Zieht sich eine Muskelfaser, die unter einem bestimmten Neigungswinkel zur Längsachse eines Blut- oder eines Lymphgefässes verläuft, zusammen, so kann man sich den Einfluss dieser Veränderung in zwei Wirkungen nach dem Kräfteparallelogramm zerlegt denken, eine senkrecht auf die Längsachse und eine parallel derselben oder eine kreisförmige und eine axiale, wenn man sich

das Rohr cylindrisch denkt. Die kreisförmige gleicht dem Producte der Wirkung und des Sinus des Neigungswinkels, wenn man die Längsachse als den festen Ausgangsschenkel desselben betrachtet und die axiale dem der Wirkung und des Cosinus jenes Winkels. Gehen die Fasern senkrecht auf der Achse dahin, so geben sie die volle Wirkung als kreisförmige, während die axiale Null ist. Die sogenannten Kreisfasern der Blutgefässe, vorzugsweise der Schlagadern, nähern sich diesem Falle, weil sie in Schraubenlinien mit sehr niedrigen Erhebungen verlaufen, ihre axiale Componente also unbedeutend ist. Die kreisförmige hat zur Folge, dass der Querschnitt des Gefässes abnimmt. Der Einfluss der axialen besteht in einer Verkleinerung des Längendurchmessers, so weit es die Nebenverhältnisse gestatten.

§. 944. Die Verengerung eines Gefässrohres bildet in der Regel die Folge der Zusammenziehung und die unter dem Einflusse des Blutdruckes auftretende Erweiterung die der Erschlaffung der Muskelfasern, weil deren Neigungswinkel gegen die Gefässachse grösser als 45^0 zu sein pflegt, die kreisförmige Componente also vorherrscht. Manche später zu erwähnenden Thatsachen deuten aber auch an, dass eine active Erweiterung oder eine von der Wirkung von Muskelfasern abhängige Querschnittsvergrösserung ebenfalls möglich ist. Man kann die Mechanik derselben nicht mit Sicherheit angeben.

§. 945. Nimmt der Querschnitt eines Blutgefässes ab, so vergrössern sich die durch die Wandflächen erzeugten Reibungs- und Adhäsionshindernisse des Blutlaufes, weil ein hohles enges Rohr eine im Verhältniss zu dem Volumen seiner Höhlung grössere Oberfläche als ein weites hat. Die Verengerung der Gefässe muss also den Blutlauf aus diesem Grunde verzögern. Zeigt die Erfahrung oft genug das Gegentheil, so liegt dieses in anderen Nebengründen. Eine geringere Menge von Blut dringt in einen Seitenast, dessen Querschnitt sich verkleinert hat. Entsteht hierdurch eine grössere Blutanhäufung in dem Hauptstamme, so vermehrt sich auch der Druck. Dieser kann die Erhöhung der Reibungs- und der Adhäsionshindernisse mehr als ausgleichen, weil diese überhaupt in dem gesunden und lebenden Körper geringer sind, als man sich gewöhnlich vorstellt. Man sieht aus diesem Grunde das Blut in den verengerten kleinen Schlagadern rascher fliessen, wenn sich Congestionen efinden oder sich die Entzündung vorbereitet. Kann sich dagegen die durch die Verengerung der Schlagader zurückgewiesene Blutmenge in den benachbarten Stämmen ohne merkliche Druckzunahme ver-

theilen, so fehlt auch die Geschwindigkeitsvergrößerung in dem verengerten Rohre.

§. 946. Die Erweiterung liefert allerdings eine im Verhältniss zu dem neuen Lumen kleinere Reibungs- und Adhäsionsfläche. Da aber die hierdurch mögliche Erhöhung der Blutgeschwindigkeit bei den geringen Einflüssen der Wandungshindernisse der lebenden Schlagadern klein bleibt, so gleicht sie sich in der Regel durch einen Theil der Verlangsamung, den das Wachsthum des Querschnittes des Flussbettes erzeugt, aus. Das Blut strömt daher schon aus diesem Grunde langsamer in den erweiterten Gefässen. Ein anderer Umstand kann die Schnelligkeit der Bewegung noch mehr herabsetzen. Nimmt ein grösserer erweiterter Bezirk eine bedeutendere Blutmenge rasch auf, so entspannen sich die zuführenden Röhren, so dass der Druck und die Geschwindigkeit abnehmen, bis sich dieses Missverhältniss ausgeglichen hat. Eine rasche Erweiterung kann daher eine Beschleunigung des Blutlaufes im Augenblicke des Einstromens und hierauf eine Verlangsamung erzeugen, die bis zu einer gewissen Grösse nach und nach abnimmt. Das Blut bildet eine Mischung von Blutflüssigkeit und Blutkörperchen. Diese setzen ein grösseres Hinderniss der Fortbewegung, als jene entgegen. Strömt das Blut langsamer, ist also seine Geschwindigkeitshöhe oder die Druckhöhe, die seine Schnelligkeit erzeugt, geringer, so bleiben die Blutkörperchen im Vergleich zu der Blutflüssigkeit zurück. Jene häufen sich in dem Rohre an und füllen auch den mit dem unpassenden Namen der unbeweglichen Schicht bezeichneten Wandbezirk aus. Da sie die Hauptträger des Blutfarbstoffes bilden, so erscheint ein erweitertes Blutgefäss, in dem die Blutkörperchen vorherrschen, röther, als die Erweiterung an und für sich erwarten liesse. Eine solche mit mehr Festgebilden versehene Blutsäule setzt aber grössere Hindernisse der Flüssigkeitsbewegung entgegen. Der Blutlauf verlangsamt sich oder stockt zuletzt gänzlich. Wird dabei das Blut zu dunkel, so nehmen die Theile eine blaue Färbung an. Faserstoffmassen können sich zwischen den ruhenden Blutkörperchen absetzen.

§. 947. Die Entzündung führt die Blutstockung auf diesem Wege herbei. Man würde aber irren, wenn man eine active Erweiterung der Haargefässe als die erste Ursache derselben ansehen wollte. Keine Durchmesseränderung der Art lässt sich unter dem Mikroskope erkennen, wenn man die Schwimnhaut des Frosches gebrannt oder auf andere Weise gereizt hat. Glaubten frühere

Beobachter eine solche wahrgenommen zu haben, so lag dieses wahrscheinlich darin, dass sie die Ausfüllung der Wandschicht mit Blutkörperchen (§. 946.) nicht berücksichtigten und daher diese scheinbare Querschnittsvergrößerung für eine wirkliche selbstständige ansahen. Eine nachträgliche passive Erweiterung kommt vor, wenn die durch die Stockung erzeugte Druckvergrößerung der benachbarten Schlagadern mehr Blut in die feineren Gefässe drängt. Dieser Umstand bedingt den dem freien Auge auffallenden Gefässreichthum der entzündeten Theile. Wir haben schon §. 941. gesehen, dass die nachfolgenden Ausschwitzungen von ihm ebenfalls herrühren.

§. 948. Der Wechsel der Eigenwärme eines lebenden Theiles geht nicht genau der Geschwindigkeit des Blutlaufes, und daher noch weniger der Aenderung des Querschnittes der Gefässe parallel. Wir werden zwar sehen, dass die Eigenwärme zunehmen kann, wenn die Nerventrennung die Gefässe erweitert hat, und sinken, so wie sich diese wiederum bei der elektrischen Reizung der Gefässnerven verengern. Man würde aber irren, wenn man einen solchen Einfluss in jedem Falle erwartete. Die überschüssige Wärme, die wir als Eigenwärme bezeichnen, entspricht dem Unterschiede der erzeugten und der durch Ableitung, Bindung oder andere Ursachen verloren gegangenen Wärmemengen. Der Hauptgrund der thierischen Wärme, der in dem Körper eingeleitete Verbrennungsprocess hängt von der Beschaffenheit der Gewebe und der Zusammensetzung des Blutes und nicht bloss von der Menge des letzteren, die durch einen Theil in einer gegebenen Zeiteinheit geht, ab. Es kann daher schon desswegen nicht befremden, wenn ein gelähmtes Glied in einem Falle wärmer und in einem anderen kälter, als ein gesundes erscheint. Die Erhöhung der Eigenwärme, welche die Muskelverkürzung erzeugt, dauert noch nach der Zusammenziehung fort. Ein seiner Lähmung wegen ruhendes Glied bleibt daher hinter dem gesunden, das sich zusammengezogen hat, zurück. Eben so führen Krämpfe, wo sie auftreten, zu einer örtlichen dauernden Erhöhung der Eigenwärme. Da sich aber die Beschaffenheit der Muskelmasse und daher auch die Summe der leicht verbrennlichen Bestandtheile und die Wärmecapacität derselben mit dem Ernährungszustande und der vorangegangenen Ermüdungsgrösse ändern, so werden die erzeugten Wärmemengen demgemäss schwanken. Der Wechsel der Ableitungen kann seinerseits neue Veränderungen der übrig bleibenden Eigenwärme herbeiführen.

§. 949. Der Verbrennungsprocess verliert seine grösste Lebhaftigkeit mit dem Stillstande des Kreislaufes, weil dann der Wechsel der einen jeden Gewebtheil durchströmenden Blutmasse aufhört. Da aber noch späterhin das in den Gefässen ruhende Blut dunkler wird, so dauert die Wärmeentwicklung noch eine Zeit lang nach dem Tode fort. Die Erkaltungsgeschwindigkeit der Leiche hängt von diesem Umstande, der specifischen Wärme und der Leitungsfähigkeit der Gewebe, und den gleichen Bedingungen und der Wärme der Nachbartheile, mit denen der todte Körper in Berührung kommt, ab. Die Stockung der Blutbewegung vermindert früher oder später die Wasserverdunstung der Haut und beseitigt auf diese Weise eine Ursache der Abkühlung. Die Doppelhülle schlechter Wärmeleiter, die Horngewebe der Oberhaut, der Nägel und der Haare und das Unterhautfettgewebe verlangsamten die Erkaltung der Innentheile. Man kann daher noch eine Wärme von 20° bis 25° C. 24 Stunden nach dem Tode in dem Magen antreffen.

§. 950. WUNDERLICH¹⁾ hob besonders hervor, dass die Eigenwärme von Menschen, die an Starrkrampf oder an manchen andern Nervenleiden zu Grunde gehen, in auffallendem Grade vor und nach dem Tode steigt. Ein von der Achselhöhle allseitig umschlossenes Thermometer kann bis 41°,8 C. und selbst 43° unmittelbar vor dem letzten Athemzuge und einige Bruchtheile eines Grades mehr nach dem Tode angeben. Es lag nahe, die Ursache der Erscheinung in der der Muskelzusammenziehung nachfolgenden Erwärmung (§. 376.) zu suchen. LEYDEN, BILLROTH und FICK bestimmten daher auch die Zunahme der Eigenwärme in den Muskeln und in anderen Theilen von Thieren, die in heftige Starrkrämpfe durch elektrische Erregungen versetzt worden. Dieser Umstand scheint jedoch nicht alle hier vorkommenden Einzelfälle erklären zu können. WUNDERLICH fand überdiess bisweilen die Wärme des Mastdarmes um 0°,9 C. höher, als die der Muskeln. Eine krankhafte Blutmischung, die den Verbrennungsprocess oder eine oder mehrere Ursachen des Freiwerdens von Wärme vergrössert, kann die Steigerung vor dem Tode und die oben erwähnte Fortdauer der Wirkung des Blutes die Erhöhung der Eigenwärme nach demselben ebenfalls herbeiführen.

§. 951. Wie es nach den gegenwärtigen Kenntnissen nicht möglich ist, die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystemes zu vertheidigen, so wiederholt sich das Gleiche für die oft aufgestellte

¹⁾ WUNDERLICH, Archiv der Heilkunde. Bd. V. 1864. S. 225.

Ansicht, dass es die ausschliesslichen Durchgangsbahnen für die Gefässnerven bildet. Man kann den Zusammenhang mit dem Gehirn und dem Rückenmarke und den oft vorkommenden Durchtritt durch sogenannte Cerebrospinalnerven auf mannichfache Art beweisen.

§. 952. Umschnürt man die Aorta, die Milz- oder die Nierenschlagader eines Säugethieres mit einem Faden, so erhält man nicht selten lebhafte Schmerzensäusserungen. Die Thiere pflegen sich ruhiger zu verhalten, wenn man denselben Versuch an der Halsschlagader oder an einer der Schlagadern einer Gliedmaasse anstellt. Die zahlreichen mit Nervenknotten versehenen Geflechte, welche die Unterleibsarterien umspinnen, verrathen eine lebhafte Empfänglichkeit. Selbst die Herznerven der Säugethiere sind für hinreichend starke Erregungen empfindlich. GOLTZ fand, dass das Betupfen des Sinus des Froschherzens mit Essigsäure, seltener das der Vorhöfe und am seltensten das der Kammer Schmerzenszeichen hervorruft. Diese Wirkung hängt hier vorzugsweise von dem herumschweifenden und nicht von dem sympathischen Nerven ab.

§. 953. Die kleineren Schlagadern liefern das günstigste Feld für die Untersuchung der Abhängigkeit der Verkürzungserscheinungen der Gefässe von dem Nervensysteme, weil sie sich verhältnissmässig am leichtesten verengen. ED. WEBER sah dieses, als er die Wechselströme einer Rotationsmaschine auf die in dem Dünndarmgekröse des Frosches verlaufenden Arterien wirken liess. Behandelte PFLÜGER die vorderen Wurzeln der hintersten Rückenmarksnerven des Frosches mit so schwachen Schlägen des Magnetelektromotors, dass keine Starrkrämpfe in den Gliedmaassen auftraten, so strömte das Blut in jenen Schlagaderzweigen des Gekröses zuerst schneller, dann langsamer, hierauf gar nicht und endlich rückwärts. Man sah zugleich, wie der Gefässquerschnitt immer mehr abnahm, so dass bisweilen zuletzt gar keine Blutkörperchen durchtreten konnten. Hat man das Rückenmark von dem verlängerten Marke getrennt und behandelt es gesondert mit den Schlägen des Magnetelektromotors, so verfallen nicht bloss die Körpermuskeln in Starrkrampf, sondern die Schlagadern des Gekröses verengern sich bisweilen in dem Grade, dass ihr Durchmesser nur den fünften Theil des früheren beträgt. Betrachtete LISTER eine bestimmte Schlagader der Schwimnhaut des Frosches mit einem Mikroskope, dessen Ocular mit einem Mikrometer versehen war, so sah er, dass sie sich während der Zerstörung des Rückenmarkes verengerte, mehrere Minuten in diesem

Zustande verharrte, sich allmählig erweiterte, sich aber von neuem verschmälerte, so wie man das Rückenmark abermals reizte. Die völlige Zerstörung desselben kann es bedingen, dass sich die kleinen Schlagadern vollkommen schliessen, sich aber später wiederum ausdehnen. Die Zerstörung des verlängerten Markes oder des Rückenmarkes wirkt nicht bloss auf das Herz, sondern auch auf die Wandungen der Schlag- und der Blutadern des Frosches, so dass sich nach GOLTZ¹⁾ der Kreislauf z. B. nach grossen Blutverlusten nicht herstellt, wenn er bei der Unversehrtheit des centralen Nervensystemes unter sonst gleichen Verhältnissen fort dauert oder nach einiger Zeit der Stockung wiederkehrt.

§. 954. Man macht ähnliche Erfahrungen an den Gefässen der Säugethiere. Oertliche elektrische Reize führen nach SIMPSON zu Einschnürungen in den Gefässen des Nabelstranges dieser Geschöpfe oder des Menschen. Dasselbe zeigte sich oft an den verschiedensten Schlag- und Blutadern Hingerichteter und frisch getödteter Säugethiere. Die entsprechenden Nerven liefern dasselbe Ergebniss weit seltener an den grösseren, als den kleineren Pulsadern. Die Geflechte der Brust- und der Unterleibshöhle scheinen auch in dieser Hinsicht die verhältnissmässig empfänglichsten zu sein. Ihre Reizung vermag Reflexzusammenziehungen der Gefässe der weichen Hirnhaut hervorzurufen²⁾. Die Erregung des Rückenmarkes der Kaninchen kann zu Verengerung und zu vollkommenem Verschlusse der kleineren Schlagadern nach LUDWIG und THIRY führen.

§. 955. SCHIFF bemerkte zuerst, dass das von ihm sogenannte Ohrherz des Kaninchens die selbstständige Verengerung und Erweiterung der kleineren Schlagadern ohne weiteres erkennen lässt. Man hat hier eine oder mehrere emporsteigende Schlagadern, deren Durchmesser sich nach einiger Zeit in hohem Grade ändert. Zeiträume der Verengerung und daher der geringeren Blutfülle und solche der Erweiterung und der stärkeren Röthe folgen auf einander. Ein Druck auf die Gefässgegend, das Ausreissen eines Haares oder das Reiben der Haut reicht hin, eine örtliche Durchmesseränderung, und wenn die Erregung stark genug ist, eine Erweiterung hervorzurufen, ohne dass eine sichtliche Verengerung vorangeht. Wir werden sehen, dass der sympathische Nerv in den gewöhnlichen

¹⁾ GOLTZ in Virchow's Archiv. Bd. XXIX. 1863. S. 394—432.

²⁾ C. E. BROWN-SÉQUARD, Lectures on the Diagnosis and treatment of Paralysis of the lower Extremities. London 1861. 8. p. 24.

und der Ohrnerv (*Auricularis cervicalis*) in Ausnahmefällen diese Gefässe beherrscht. Hat man die Ciliospinalgegend des Rückenmarkes oder den untersten Hals- und den obersten Rückentheil desselben oder die hier austretenden Nervenwurzeln zerstört, so ruhen meist jene Schlagadern des Ohres in einem mässigen Grade von Erweiterung. Es kann nach der Nervendurchschneidung vorkommen, dass sie sich an einzelnen Stellen anhaltend verengen und die Orte der Verschmälerung von Zeit zu Zeit wechseln.

§. 956. Die Gefässnerven der Gliedmaassen verlaufen zu einem grossen Theile in Cerebrospinalnerven. Die älteren ¹⁾ und die neueren Versuche von SCHIFF ²⁾ und die von BEZOLD ³⁾ stehen dem Bemühen von BERNARD ⁴⁾, sie dem sympathischen Nerven zuzuschreiben, in mehrfacher Hinsicht entgegen.

§. 957. Hat man im Hunde den Hüftnerven oder das Lendenkreuzbeingeflecht an einer Seite getrennt, so ist nicht bloss das Hinterbein gelähmt, sondern auch die Schlagadern klopfen stärker. Die Eigenwärme hat zugleich zugenommen. BERNARD vermisste die zuletzt genannten Wirkungen, wenn er die hinteren und die vorderen Wurzeln des vierten bis achten Lendennerven und der drei ersten Kreuzbeinnerven durchschnitten hatte. Sie zeigten sich dagegen nach der Ausreissung des untersten Theiles des Grenzstranges des Sympathicus. Die Empfindung oder die Bewegung des Hinterbeines litten in diesem Falle in keinem merklichen Grade. Diese Angabe würde beweisen, dass die Gefässnerven die Wurzeln der genannten Lenden- und Kreuzbeinnerven in den von BERNARD untersuchten Hunden nicht durchsetzten. Sie liessen aber die Möglichkeit offen, dass das Fortschrittsgesetz des Sympathicus (§. 880.) einen höheren Uebergang aus dem Rückenmarke vermittelte. Die Erfahrungen von SCHIFF stehen hier denen von BERNARD unmittelbar entgegen. Jener fand, dass man immer eine anhaltende Wärmeerhöhung in dem Fusse und dem unteren Dritttheile oder Viertheile des Unterschenkels des Hundes erhält, wenn man die vorderen Wurzeln aller Rückenmarksstämme, die den Hüftnerven zusammensetzen, durch-

¹⁾ M. SCHIFF, Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystemes mit Berücksichtigung der Pathologie. I. Frankfurt a/M. 1855. 8. S. 168 fgg.

²⁾ SCHIFF, Comptes rendus. Tome LV. 1862. p. 400 — 403. 425 — 427. 462 — 464 und 540 — 543.

³⁾ A. v. BEZOLD, Siebold und Kölliker's Zeitschrift. Bd. IX. 1858. S. 307—364.

⁴⁾ CL. BERNARD, Comptes rendus. Tome LV. 1862. p. 228 — 236. 305 — 309 und 381 — 388.

schnitten hat. Die Trennung der Wurzeln der drei bis fünf letzten Rückennerven erhöht die Wärme des Unterschenkels und des unteren und bisweilen auch des oberen Abschnittes des Oberschenkels und des Fusses, ohne dass deshalb die Bewegungen leiden. Diese Gefässnerven höheren Ursprunges treten erst im Becken zu den anderen im Hüftnerven verlaufenden Fasern hinzu. Sie gehen zu einem grossen Theile durch den Grenzstrang des sympathischen Nerven. Man findet daher auch, dass die Trennung desselben in der hinteren Brust- oder der oberen Lendengegend eine ausgedehnte Wärmeerhöhung in dem Hinterbeine nach sich zieht.

§. 958. Etwas Aehnliches wiederholt sich für das Vorderbein. BERNARD fand die Eigenwärme desselben nicht erhöht, wenn er die drei letzten Hals- und die beiden ersten Rückennerven unmittelbar nach ihrem Austritte aus dem Wirbelcanale durchschnitten hatte. Nur die Lähmung der Empfindung und der Bewegung machte sich geltend. Zerriss er dagegen das erste Brustganglion, so bemerkte er, dass viele Blutadern der Haut des Vorderbeines anschwellen, die Wärme des Gliedes zunahm, die Bewegungsfähigkeit unversehrt blieb, die Empfindlichkeit dagegen erhöht wurde. SCHIFF fand wiederum seinerseits, dass die Trennung der Nervenwurzeln der Vorderbeine nur die Eigenwärme der Pfote und des untersten Theiles des Vorderarmes steigen lässt. Die Gefässe der zwischen den Zehen aufgespannten Haut waren merklich erweitert. Hatte SCHIFF die vorderen Wurzeln des dritten, vierten und fünften Brustnerven in dem Hunde, der Katze oder dem Kaninchen getrennt, so wurden die Brustwand und das ganze Vorderbein wärmer. Man hatte hier wiederum die Wirkung des Fortschrittsgesetzes, des sympathischen Nerven. Die eben erwähnten Rückenmarksfasern der Gefässe durchsetzten die zwei ersten Brust- und zum Theil den untersten Halsknoten. Eine gewisse Menge der Gefässnerven des Vorderbeines ging von hinten nach vorn.

§. 959. Die Trennung der einen Hälfte des Lendenabschnittes des Rückenmarkes erhöht die Wärme des Fusses und des unteren Theiles des Unterschenkels. Liegt der halbe Querschnitt dicht oberhalb der Wurzeln des oberen Lendenerven, so steigt auch die Wärme des Oberschenkels. Die Wärmeerhöhung des Fusses und der unteren Hälfte des Unterschenkels kehrt nach der halben Quertrennung des Rückenmarkes in der Mitte des Brusttheiles wieder. Die Gefässnerven des oberen Bezirkes des Unterschenkels, des Oberschenkels, der Beckengegend und der Bauchwände scheinen sich

nach SCHIFF kurz nach ihrem Eintritte in das Rückenmark seitlich zu kreuzen. Dasselbe wiederholt sich an dem Vorderbeine. Hat man z. B. die eine Hälfte der Mitte des Halsmarkes durchschnitten, so sind die Pfote, der untere Abschnitt des Vorderarmes und die Knöchelgegend des Hinterbeines der verletzten und die oberen Gegenden des Vorder- und des Hinterbeines, so wie die Rumpfhälfte der gesunden Seite die wärmeren. Die halbe Quertrennung des Halsmarkes in der Gegend des ersten Halswirbels oder die des verlängerten Markes vergrössert die Eigenwärme des Kopfes, der Vorder- und der Hinterpfote und der unteren Drittheile des Vorderarmes und des Unterschenkels der entsprechenden und der Rumpfhälfte und der oberen Theile der beiden Beine der gegenüberliegenden Hälfte. Die Halbtheilung der Brücke endlich führt zu keinem merklichen Wärmeunterschiede der zwei Seitenhälften.

§. 960. Fassen wir alles zusammen, so kommen die Gefässnerven der Gliedmaassen und des Rumpfes aus dem Rückenmarke und dem verlängerten Marke. Ein Theil derselben geht durch den sympathischen Nerven, dem Fortschrittsgesetze entsprechend und zwar so, dass eine gewisse Summe von Fasern, die für die untere Gliedmaasse bestimmt ist, höher aus dem Rückenmarke tritt und durch den Grenzstrang des Sympathicus absteigt, ehe sie sich in die Nervenstämme des Gliedes begibt, eine nachweisbare Menge von Fasern der oberen Gliedmaasse dagegen von unten nach oben emporsteigt. Diese Nerven lassen sich längs des ganzen Rückenmarkes und des verlängerten Markes verfolgen. Die Bahnen der Gefässnerven sind nirgends an die der Bewegungsfasern nothwendigerweise gebunden. Die Lähmungen beider bleiben daher bis zu einem gewissen Grade unabhängig von einander. Varietäten des Verlaufes gehören wahrscheinlich nicht zu den Seltenheiten.

§. 961. Die einzelnen Theile der gelähmten Gliedmaassen der Menschen sind bald wärmer und bald kälter als die gesunden. Dieser Gegensatz kann an den verschiedenen Stellen derselben Extremität immer oder nur zu bestimmten Zeiten vorkommen. Sind nicht bloss die Gefäss-, sondern auch die Empfindungs- und die Bewegungsnerven unthätig, so muss jede Bewegung des entsprechenden gesunden Gegenstückes dasselbe wärmer machen, weil sich nur seine Muskeln zusammenziehen. Hat man eine blosser Lähmung der Gefässnerven, welche die Eigenwärme des Theiles schon in der Ruhe erhöht, so wird sich im Allgemeinen der Unterschied zwischen beiden Gliedern während der Bewegung erhalten. Man findet häufig im Menschen,

dass das gelähmte Glied auffallend kälter und nicht wärmer als das gesunde ist. Ein ganz sicheres Urtheil lässt sich hier nur dann fallen, wenn keine Bewegung des letzteren seit längerer Zeit Statt gefunden hat und daher die durch die Muskelverkürzung erzeugte Wärmezunahme geschwunden ist. Der Durchfluss einer grösseren Blutmenge in der Zeiteinheit oder der längere Aufenthalt einer solchen in den erweiterten Gefässen führt nur dann zu einer Erhöhung der Eigenwärme, wenn die Beschaffenheit des Blutes und der Gewebe den Verbrennungsprocess begünstigt. Man hat eine Abkühlung, wenn das Entgegengesetzte der Fall ist und mehr Wärme abgeleitet, als erzeugt wird. Die Ursache der Wärmerniedrigung lässt sich im Allgemeinen einsehen. Unsere unvollkommenen chemischen Kenntnisse hindern aber, irgend genügende Einzelheiten hinzuzufügen. Das gleiche Blut kreist in den verschiedensten Körpertheilen. Die nicht gelähmten Organe bieten die gewöhnlichen Verhältnisse der Eigenwärme unter regelrechten Nebenbedingungen und eine Erhöhung derselben bei rascherem Durchgange oder bei längerem, aber nicht allzu langem Aufenthalte des Blutes in ihnen dar. Die Abkühlung der gelähmten Gliedstücke rührt daher nicht von der ursprünglichen Beschaffenheit des in sie einströmenden Blutes, sondern von den dem Verbrennungsprocesse ungünstigen Bedingungen, die es hier antrifft, her. Diese können in einer zu grossen Langsamkeit des Blutlaufes, einer Aenderung der Porosität der Gefässe, der Beschaffenheit der Gewebe und der Ernährungsflüssigkeit oder der gemeinschaftlichen Wirkung mehrerer dieser Ursachen liegen.

§. 962. Das blaue, livide Aussehen, welches einzelne Hautbezirke der gelähmten Theile nicht selten darbieten, rührt möglicher Weise von einer Erweiterung der Blutadern, einem grösseren Kohlen säuregehalte oder einem Sauerstoffmangel des in den feineren Gefässen eingeschlossenen langsamer fliessenden oder stockenden Blutes oder allen diesen Ursachen zugleich her. Es kann bei der Erhöhung und der Erniedrigung der Wärme vorkommen oder in beiden Fällen mangeln. Man bemerkt es aber meist bei gleichzeitiger Abnahme der Eigenwärme, weil sich die der Zeiteinheit entsprechende Verbrennungsgrösse nicht lange auf der gewöhnlichen Höhe erhalten kann. Eine lebhaftere Röthung der Theile bietet das Entgegengesetzte dar. Die durch sie erzeugte Wärmeerhöhung kann so sehr durchgreifen, dass das kranke Glied lange Zeit wärmer als das gesunde bleibt, wenn es selbst der Einwirkung kalter Körper aus-

gesetzt wird. Die Zunahme der Eigenwärme, welche eine Neuralgie erzeugt hat, kann daher längere Zeit nach dem Anfalle fort dauern.

§. 963. Die Sympathicustrennung am Halse wirkt nicht nur auf einzelne Bewegungswerkzeuge des Auges (§. 887.), sondern auch auf die Blutgefässe des Kopfes. Man verfolgt die Erscheinungen am leichtesten an dem Ohre, vorzugsweise der Kaninchen. Es kommt jedoch auch in einzelnen Exemplaren dieser Thierart und der Meerschweinchen vor, dass ein grosser Theil jener Gefässnerven nicht durch den Halstheil des Sympathicus, sondern durch die oberen Halsnerven und die Ohräste derselben (*Auricularis cervicalis*) geht und daher erst die Trennung dieser Nervenstämmе mit oder ohne die des sympathischen Nerven die Blutfülle und die Wärmeerhöhung im Ohre erzeugt.

§. 964. Hat man den Halstheil des Sympathicus durchschnitten oder den obersten Halsknoten eines Hundes, einer Katze, eines Kaninchens oder eines winterschlafenden Murmelthieres ausgerottet, so bemerkt man bald, dass sich die kleineren Blutgefässe, vorzugsweise die feineren Schlagadern erweitern. Einzelne Blutadern zeigen bisweilen dieselbe Veränderung. Der raschere Durchfluss und nicht bloss die grössere Anhäufung des Blutes führt zu einer Wärmeerhöhung der kranken Gesichtshälfte, die man durch die Einführung eines Thermometers in den äusseren Gehörgang am leichtesten nachweist. Sie kann sich auch in der Nasenhöhle verrathen. Der Unterschied beträgt im Anfange in Kaninchen 5° bis 6° C. und selbst mehr in den günstigsten Fällen. Er pflegt im Laufe der Zeit abzunehmen, kann sich aber Wochen und Monate lang auf merklicher Höhe erhalten. Stellt man die Untersuchung an Hunden an, so scheint das Ohr der kranken Seite wärmer, als das der gesunden, wenn das Thier ruhig bleibt. Man hat dagegen nach SCHIFF das Umgekehrte, wenn der Hund gelaufen ist.

§. 965. Die Galvanisation des oberen Abschnittes des durchschnittenen sympathischen Nerven beseitigt die Gefässerweiterung und deren Folgen. Die Wärme sinkt daher wiederum an der kranken Kopfhälfte. Die anhaltende künstliche Erregung des Nerven durch die Schläge des Magnetelektromotors kann sogar die entsprechenden Theile blasser und kälter, als die der anderen Seite erscheinen lassen. Man überzeugt sich hier wiederum, dass die untere Cilio-spinalgegend und der oberste bis ungefähr zu dem zweiten bis dritten Halswirbel reichende Theil des Rückenmarkes ähnlich wirken, wie der Halsstrang und der oberste Halsknoten des sym-

pathischen Nerven, dass die Ausrottung oder die Trennung jener Abschnitte des centralen Nervensystemes, die Lähmung der Kreisfasern der kleineren Schlagadern und daher die Erweiterung, die Reizung dagegen die Verengerung derselben zur Folge hat. Die vorderen Wurzeln des entsprechenden Rückenmarksnerven bilden die Austrittsbahnen für diese Gefässnerven. Sie können auch von den hinteren aus reflectorisch erregt werden.

§. 966. Die Schlagadern klopfen nach BERNARD an der verletzten Seite im Hunde stärker. Ihr Blutdruck vergrössert sich. Der Blutstrahl einer durchschnittenen Arterie steigt höher. Die Muskelvenen enthalten nach BERNARD eine Blutmasse von auffallend rother Farbe. LUSSANA und AMBROSOLI dagegen fanden in dem Pferde, dem Hunde und dem Kalbe, dass das Blut in den Kopf- und den Halstheilen der kranken Seite dunkler ist und schneller gerinnt. Alle diese Erscheinungen sind zum grössten Theile die Folgen dessen, was in den kleineren Gefässen vorgeht. Die Querschnittsvergrösserung greift in den feineren Schlagadern am nachdrücklichsten durch. Die Lähmung der Kreisfasern bewirkt zunächst, dass derselbe Werth des Seitendruckes wie früher den Querschnitt der kleinen Arterien vergrössert. Ist diese Veränderung hergestellt, so treten zweierlei Folgen ein, wenn das Flussbett der Haargefässe nicht in gleichem Maasse zunimmt. Nimmt die Erweiterung zu, so strömt weniger Blut zu den kleinen Blutadern aus, als durch die Schlagadern hinzugeführt worden. Der Druck in den grösseren Schlagadern verstärkt sich daher. Dieses und schon die blosse Erweiterung der kleineren Arterien bei Unveränderlichkeit des Flussbettes der Haargefässe kann zur Folge haben, dass das Blut rascher durchgeht. Die Vergrösserung des Blutdruckes bildet aber eine beständigere Erscheinung, als die röthere Farbe des Venenblutes. Es erklärt sich unter diesen Verhältnissen, wesshalb die Unterbindung der Blutadern des Ohres die Folgen der Sympathicustrennung nicht nach sich zieht.

§. 967. BERNARD gibt noch an, dass die Empfindlichkeit derjenigen Kopfhälfte, an welcher der sympathische Nerv durchschnitten worden, erhöht sei, und sich bei der Chloroformbetäubung später verliere, die Reflexempfindlichkeit derselben nach dem Tode länger anhalte und die Aufsaugung rascher erfolge. BROWN-SÉQUARD ¹⁾

¹⁾ BROWN-SÉQUARD, Course of Lectures on the Physiology and Pathology of the Central Nervous System. Philadelphia 1860. 8. p. 141.

fügte hinzu, dass das Gesicht und das Gehör verschärft erschienen, der Muskelstrom kräftiger sei, die Reizbarkeit nach dem Tode länger fort dauere und die Todtenstarre und die Fäulniss später eintreten. Man vermisst diese Zeichen in vielen Fällen. Zeigt sich jedoch auch das eine oder das andere, so bildet es wahrscheinlich keine unmittelbare Folge der Nerventrennung, sondern der Ernährungserscheinungen der Gewebe, welche der örtlich veränderte Blutlauf hervorgerufen hat.

§. 968. Die Blutgefässe des Auges leiden verhältnissmässig wenig durch die Sympathicustrennung. Man sieht höchstens, besonders in Hunden, dass sich einzelne Gefässe der Bindehaut erweitern. Der Augenast des dreigetheilten Nerven wirkt in dieser Hinsicht nachdrücklicher. Hat man die grössere Abtheilung des Trigemini zwischen der Brücke und dem Gasser'schen Knoten, diesen letzteren oder den Augenast in einem Albinokaninchen durchschnitten, so sieht man bald darauf, dass sich die Blutgefässe der Regenbogenhaut stärker füllen. Die Erweiterung anderer Gefässe und unter diesen vieler der Bindehaut und der Netzhaut folgt bald nach. Eine durchgreifende Ernährungsstörung, auf die wir später zurückkommen werden, greift binnen Kurzem durch. Die Trennung des hintersten Abschnittes des verlängerten Markes führt zu ähnlichen Veränderungen.

§. 969. Die Gefässe der Gesichtshaut, der Schleimhäute der Nase und eines grossen Theiles der Mundhöhle, des Zahnfleisches und der Unterkieferdrüse erweitern sich nach der Trigemini-Lähmung, so dass hier die schmerz erzeugenden und die die Gefässe beherrschenden Fasern dieselben allgemeinen Bahnen verfolgen. Der Antlitznerv scheint hier keinen Einfluss an und für sich auszuüben. Da aber die Aeste, die sich an dem Gesichte verbreiten, aus Mischungen von Fasern des Facialis und des Trigemini bestehen, so können sie natürlich auch auf die Gefässe wirken. Man hat bis jetzt nicht untersucht, ob hier vielleicht ein ähnliches eigenthümliches Verhältniss, wie an der Zunge nach den Versuchen von SCHIFF ¹⁾ wiederkehrt. Hat man nur die Zungenäste des dreigetheilten oder nur die des Zungenfleischnerven im Hunde durchschnitten, so bemerkt man keine Erweiterung der kleineren oder der mittelgrossen Schlagadern der vorderen zwei Dritttheile der Zunge. Diese zeigt sich aber, so wie der Hypoglossus gleich-

¹⁾ SCHIFF, Physiologie S. 424.

zeitig mit oder eine beliebige Zeit nach der Trigeminstrennung verletzt worden, vorausgesetzt, dass keine Wiedererzeugung indessen Statt gefunden. Der Zungenschlundkopfnerv und der Zungenfleischsnerv scheinen ähnliche Beziehungen zu dem hinteren Drittheile der Zunge darzubieten.

§. 970. Man kann die Gefässnerven der Hirnhäute und die der Brust- und der Baueingeweide durch ihre peripherischen Aeste in das centrale Nervensystem ebenfalls verfolgen. Ein Theil derer, welche die weiche Hirnhaut versorgen, stammt aus dem sympathischen Nerven. Viele, die zu den Lungen gehören, verlaufen im Vagus. Die meisten der Brust- und der Baueingeweide sind in dem Sympathicus enthalten. Man ist wiederum im Stande, künstliche Gefässerweiterungen in jenen Gebilden durch Verletzungen des Rückenmarkes oder des verlängerten Markes hervorzurufen. Wir haben §. 959. gesehen, dass sich bis jetzt die Gefässnerven der Gliedmaassen nur bis in diesen letzteren Centraltheil des Nervensystemes verfolgen liessen. Verletzungen des Sehhügels und selbst des Balkens dagegen führen zu Hyperämieen der Unterleibseingeweide, vorzugsweise des Dünndarmes. Die Thatsache, dass diese höher gelegenen Hirntheile auf die Gefässnerven der Eingeweide, nicht aber auf die rothen Muskeln der Gliedmaassen wirken, stimmt mit einer Erscheinung, die man an frisch getödteten Thieren häufig wahrnimmt. Die Reizung eines Sehhügels oder eines Grosshirnschenkels wirkt dann nicht auf die rothen Körpermuskeln, bewegt aber die einfachen Muskelfasern des Darmes und anderer Unterleibsorgane.

§. 971. So sehr auch die Untersuchungen unserer Zeit die Einflüsse der Gefässnerven aufgeheilt haben, so sind doch noch nicht wenige Hauptpunkte unerledigt geblieben. Eine merkliche Erweiterung tritt erst oft einige Zeit nach der Nervenlähmung ein und nimmt nicht selten später sichtlich ab. Die Wirkungen selbst erscheinen oft örtlich in ungleichem Grade vertheilt. Erweiterte Gefässe können daher neben anderen von regelmässigem Querschnitte vorkommen. Die Einflüsse eines kleinen Nervenstammes erstrecken sich oft über einen grossen Bezirk und umgekehrt. Die Erscheinungen wechseln auch bisweilen mit Verschiedenheit der Arten oder der Individuen, sei es, dass Varietäten des Nervenverlaufes häufiger als sonst vorkommen oder die Ungleichheiten der augenblicklichen Mischung der Gewebmassen der Gefässwände einen wesentlichen Einfluss ausüben.

§. 972. Ein Theil, dessen Gefässnerven gelähmt sind, leidet desshalb nicht nothwendigerweise an tieferen Ernährungs-

störungen. Sie entstehen aber durch Eingriffe, die ein gesunder Theil ohne Schaden erträgt. Ich drückte diese Beziehung dadurch aus, dass ich ein geringeres Widerstandsvermögen gegen äussere schädliche Wirkungen den gelähmten Gebilden zuschrieb. Diese später von SAMUEL, MEISSNER und BÜTTNER ebenfalls angenommene Bezeichnungsweise liefert natürlich nur einen Ausdruck und keine Erklärung der Erscheinungen, deren Auftreten sich im Allgemeinen einsehen, die sich aber nicht in genügender Weise im Einzelnen nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen erläutern lassen.

§. 973. Hat man die hintere Hälfte des Rückenmarkes eines Frosches zerstört, so hängt es von der Behandlung des Thieres ab, wie sich die Ernährungszustände seiner gelähmten Hinterbeine gestalten. Pfllegt man das Thier sorgfältig, indem man es auf feuchtem Moose, das man oft wechselt, liegen lässt, so kann man es dahin bringen, dass die Hinterbeine keine sichtliche Abweichung von dem gesunden Zustande mehrere Monate lang zeigen. Lässt man dagegen den Frosch in Wasser, das man nur nach längeren Zeiträumen ändert, so pflegen die Beine wasserstüchtig zu werden. Grosse Lappen der Oberhaut stossen sich oft los und schwimmen als graue Häute in der umgebenden Flüssigkeit. Einzelne Zehen gehen nicht selten verloren. Schimmelwucherungen erzeugen sich leicht auf der Haut der kranken Theile. Lebt das Thier in sehr schmutzigem Wasser, so können die Füsse und dann die Weichtheile des Unterschenkels, wie durch Maceration zerstört werden. Schneidet man das entblösste Schienbein in dem Kniegelenke aus, so fehlt die Blutung. Ist nur das Hüftgeflecht einer Seite oder der Hüftnerv so hoch als möglich durchschnitten worden, so machen sich ähnliche Unterschiede für das gelähmte Bein geltend.

§. 974. Hat man den Hüftnerven eines Säugethieres durchschnitten, so röthen sich nach einiger Zeit diejenigen Stellen der Fusssohle, die dem grössten Drucke bei dem Stehen und dem Gehen ausgesetzt sind. Krusten- und Geschwürsbildung folgen nach. Die Zerstörung kann bis auf den Knochen durchgreifen, so dass zuletzt Knochensplitter austreten. Verschwärungen an der Ferse und dem äusseren Fussrande mit Abgang nekrotischer Knochenstücke, schuppige Häutung der Oberhaut und Abblätterung der Nägel zeigten sich an einer von ROMBERG¹⁾ beobachteten Frau, aus deren Hüftnerven

¹⁾ M. H. ROMBERG, Lehrbuch der Nervenkrankheiten des Menschen. Berlin 1840. S. S. 210.

DIEFFENBACH ein grosses Stück eines Neuroms wegen entfernt hatte. Hatte BROWN-SÉQUARD den Hüftnerven in Kaninchen oder Meerschweinchen durchschnitten, so zeigten sich die Ernährungsstörungen nur in denjenigen Thieren, die auf steinigtem Boden herumgingen, nicht aber in denen, die in Schachteln mit Baumwolle aufbewahrt wurden. Die Abmagerung trat in beiden Fällen ein. Gelähmte Glieder des Menschen werden leichter als gesunde in der Kälte blau und erfrieren eher.

§. 975. Wurde der dreigetheilte Nerv in der Schädelhöhle eines Kaninchens mittelst des Neurotomes getrennt, so erzeugen sich leicht Verschwärungen oder Krusten der Nase, der Lippen und selbst bisweilen der Zunge der gelähmten Seite und in den Theilen überhaupt, die das Thier bei dem Essen gegen die Zähne oder andere feste Körper drückt. Das hyperämische Zahnfleisch von Menschen, die an Trigemiuslähmung leiden, blutet nicht von selbst, dagegen oft genug nach den geringsten Verletzungen. Es lockert sich auf, bekommt hier und da weisse Flecke, löst sich von dem Kiefer und wird selbst an einzelnen Stellen brandig, so wie schädliche Wirkungen eingreifen.

§. 976. Das Auge kann Ernährungsstörungen nach der Trennung des sympathischen und nach der des dreigetheilten Nerven darbieten. Hat man den gemeinschaftlichen Vagus-Sympathicusstamm des Hundes am Halse durchschnitten, so tritt später eine grössere Menge einer wässerigen, schleimigten oder z. Th. eiterähnlichen Flüssigkeit zur Augenlidspalte hervor. Einzelne Gefässe der Bindehaut bleiben erweitert. Alle diese Krankheitszeichen, die übrigens nach der Trennung des gesondert verlaufenden Halsstammes des Sympathicus der Kaninchen ausbleiben oder nur in geringerem Grade zum Vorschein kommen, halten sich stets in weit engeren Grenzen als die Ernährungsstörungen, welche die Lähmung der in dem dreigetheilten Nerven enthaltenen Gefässnerven nach sich zieht.

§. 977. Hat das Neurotom den ganzen Stamm des dreigetheilten Nerven vor oder hinter dem Gasser'schen Knoten oder auch nur den Augenast in Kaninchen, jungen Hunden oder Katzen getrennt, so füllen sich bald darauf die erweiterten Blutgefässe der Bindehaut und der Regenbogenhaut. Die Absonderung des Bindehautsackes vermehrt sich. Sie wird zäher, schleimigter, gewinnt später eine eiterige Beschaffenheit und trocknet leicht zu Krusten ein, welche die Augenlider verkleben und nicht selten auch auf der Hornhaut haften bleiben. Oeffnet man die geschlossene Augenlidspalte, so

stürzt eine grosse Menge der schleimigt-eiterigen Absonderung hervor. Die Hornhaut wird in Folge von Ausschwitzungen dicker. Sie trübt sich zuerst an einzelnen Stellen und später in ihrer ganzen Masse. Die Lostrennung von Krusten an ihrer Oberfläche oder der Druck gegen die Augenlider, der nicht immer trotz der reichlichen in dem Bindehautsacke enthaltenen Flüssigkeit verhütet wird, erzeugt Geschwüre, die zuletzt die Hornhaut durchbohren können, so dass das Auge ausläuft und ein unförmlicher Stumpf zurückbleibt. Die zerstörende Eiterung tritt oft an der erhabensten Stelle, also ungefähr in der Mitte der Hornhaut auf. Ein Theil ihres unteren Randes löst sich in anderen Fällen los. Greift die Zerstörung minder tief durch, so bleibt doch oft eine gänzliche Hornhauttrübung zurück. Die reichliche Absonderung kann sich später in allen Fällen verlieren und der erblindete Augapfel an Umfang merklich abnehmen. Gestattet noch die Hornhaut die Einsicht in die tieferen Theile des Auges, so erkennt man nach MARFELS bei der ophthalmoskopischen Untersuchung, dass die Blutgefässe der Netzhaut an der Erweiterung Theil nehmen. Man bemerkt später Ausschwitzungen an der Regenbogenhaut, die nicht selten die Pupille verschliessen, und Ablagerungen von Exsudat oder Eiter in der vorderen Augenkammer. Die Zergliederung des Auges kann noch feste Ausschwitzungsmassen, die sich zwischen der Iris und der Linsenkapsel hinziehen, nachweisen. Die Linse, der Glaskörper oder die Netzhaut haben dessenungeachtet ihre regelrechte Durchsichtigkeit nicht verloren. Die oben vorhandenen Ernährungsstörungen stehen still, so wie sich die Leitung des Nerven von neuem herstellt.

§. 978. Diese durchgreifenden der Trigemiusdurchschneidung nachfolgenden Veränderungen kehren auch für den Menschen wieder¹⁾. Theilweise Lähmungen können hier den Fall vorführen, dass die Ernährung des Auges nicht leidet, wenn eine Empfindungslähmung vorhanden ist und umgekehrt. MEISSNER und BÜTTNER sahen jenen Fall in Kaninchen, wenn der untere Theil des Augenastes bei der Durchschneidung desselben unversehrt geblieben. Die Gefässnerven würden hiernach in ihm tiefer und die Empfindungsfasern höher verlaufen. Obgleich im Allgemeinen die stärkeren Zerstörungsgrade in jungen Thieren leichter und rascher auftreten, so kann doch auch

¹⁾ Siehe die Zusammenstellung bei SCHIFF, Untersuchungen. I. S. 51—79. B. BECK, Virchow's Archiv. Bd. XI. 1857. S. 84.

die völlige Verödung des Auges in Menschen, die sich dem höheren Alter nähern, vorkommen.

§. 979. Die Erweiterung einzelner Blutgefäße bildet eine unmittelbare Folge der Nervendurchschneidung, alles Uebrige dagegen nur eine solche des geringeren Widerstandsvermögens der Theile, deren Gefässnerven gelähmt sind. Setzte SCHIFF¹⁾ eine Abtheilung der Kröten, deren dreigetheilten Nerven er getrennt hatte, auf groben Sand und eine andere in Wasser, so zeigten beide Gruppen die Gefässerweiterung. Allein nur das Auge derer, die mit dem Sande in Berührung gekommen waren, entartete. Das gesunde Auge blieb aber noch klar, wenn selbst SCHIFF Sandkörner auf dasselbe nach der Entfernung der Augenlider gebracht hatte.

§. 980. Die Versuche von SNELLEN, SCHIFF und HAUSER und vorzugsweise die von MEISSNER und BÜTTNER lehrten, dass die Ernährungsstörungen um so eher ausbleiben, je mehr man das Auge vor den äusseren Schädlichkeiten bewahrt. Das blosse Zunähen der Augenlider nützt wenig, weil hierdurch der Druck gegen die unempfindlichen Theile nicht vermieden wird. Das Verfahren, das Ohr der Kaninchen in einer über das Auge herübergeklappten Stellung zu befestigen, verkleinert zwar den Umfang der Ernährungsstörungen, beseitigt sie aber nicht gänzlich. MEISSNER und BÜTTNER konnten sie vollständig verhüten, wenn sie das Auge durch eine passende Lederkapsel schützten. Die durch den Druck der Zähne bedingte Verschwärung der Lippen bildete sich indessen aus. Entfernte man die Kapsel, so zeigten sich auch die Ernährungsstörungen am Auge nach einigen Tagen.

§. 981. Hat sich der Sturm gelegt, so kehrt die Absonderung des Bindehautsackes des erblindeten Auges des Menschen oder der Säugethiere zum Normalzustande zurück. Die Gefässfülle und die reichlichere Absonderungsthätigkeit der Nasenschleimhaut verlieren sich ebenfalls. Geschwüre, die sich an den Lippen oder der Nase erzeugt hatten, können sich verkleinern, die Atrophie und die Lähmung der Kaumuskeln nebst der durch diese bedingten Schiefstellung der Zähne schwinden, während die Unempfindlichkeit fort dauert. Die bis jetzt gemachten Erfahrungen scheinen anzudeuten, dass eine merkliche Abnahme der Ernährungsstörungen eintreten vermag, wenn sich nicht alle Gefässnerven wiedererzeugt haben. Es wäre

¹⁾ SCHIFF, Physiologie S. 388. M. LANDSBERG, De ophthalmiae neuroparalyticae natura et causis. Berolini 1859. 8.

möglich, dass sich hier etwas Aehnliches, wie für die Bewegungsfasern der rothen Muskeln wiederholte. Diese gewinnen oft einen auffallenden Grad willkürlicher Beweglichkeit, wenn erst ein Theil der durchschnittenen Nerven so weit wiedererzeugt worden, dass man das Mark schon in gewöhnlichem Lichte erkennt (§. 79.). Es lässt sich vorläufig nicht angeben, ob und welche Verhältnisse ausserdem noch eingreifen, ob gelähmte Gefässnerven von einer gewissen Molecularbeschaffenheit auf andere zurückwirken und wesshalb die Gewebe selbst bessere Bedingungen ihrer Erhaltung trotz der Fortdauer der Lähmung wiedergewinnen können.

§. 982. Die Lungenentartung, welche der doppelten Vagustrennung folgt (§. 859.), gehört ebenfalls zu den durch das geringere Widerstandsvermögen hervorgerufenen Erscheinungen. Gefässnerven verlaufen in dem Stamme des herumschweifenden Nerven. Sie begeben sich nicht bloss zu der Lunge derselben, sondern auch zu der der entgegengesetzten Seite. Die Trennung eines Halsstammes des Vagus pflegt dessenungeachtet keine irgend tieferen Veränderungen in dem Bau der Lungen nach sich zu ziehen, weil die Athemnoth mangelt.

§. 983. Die Durchschneidung des Halstheiles des sympathischen Nerven erzeugt keine Hyperämie in der Masse des Herzens oder der Lungen. BERNARD rief dagegen diese und Ausschwitzungen im Herzbeutel hervor, wenn er die obersten Brustknoten des Grenzstranges in Hunden ausgerissen hatte. Weitere Erfahrungen über die Gefässnerven der Brusteingeweide liegen bis jetzt nicht vor.

§. 984. Die der Unterleibseingeweide verlaufen zum grössten Theil in den Bahnen des Sympathicus und der zu ihm gehörenden Knotenmassen, wie des Sonnengeflechtes, des oberen und des unteren Gekrösgeflechtes und der Geflechte, die mit den Schlagaderstämmen dahin gehen. Die blosser Eröffnung der Unterleibshöhle eines Kaninchens kann schon eine heftige Entzündung zur Folge haben. Man darf daher nicht mit Sicherheit schliessen, dass Hyperämieen und Ausschwitzungen, die man einige Zeit nach der Durchschneidung der Bauchtheile des herumschweifenden oder des sympathischen Nerven oder der Ausrottung des Sonnen- und des oberen Gekrösgeflechtes angetroffen hat, nur von den Nervenverletzungen herrühren. Der Einfluss der Centraltheile liefert zuverlässigere Ergebnisse.

§. 985. MAGENDIE sah schon dieselben Ernährungsstörungen des Auges, wie nach der Trigeminstrennung eintreten, nachdem er den Grenzbezirk des verlängerten Markes und des Rückenmarkes

durchschnitten hatte. Dieses spricht unmittelbar gegen die oft vertheidigte Behauptung, dass jene Folgen nur dann eintreten, wenn der Gasser'sche Knoten oder der dreigetheilte Nerv peripherischer, als jenes Ganglion, nicht aber wenn er zwischen ihm und dem Gehirn durchschnitten worden. Verletzungen der Pyramiden und der strickförmigen Körper oder des verlängerten Markes überhaupt sind nicht selten von Lungenhyperämieen, wie nach der doppelten Vagustrennung begleitet, so wie die Thiere den Eingriff längere Zeit überleben und Athembeschwerden leiden. SCHIFF fand Röthung im Dünndarme und Erweichungsbezirke und schwarze Stellen im Magen von Hunden, denen er die eine Hälfte des verlängerten Markes an dem hintersten Ende der Schreibfeder, die des Rückenmarkes oder hier nur die Vorderstränge durchschnitten hatte. Magendurchbohrungen kamen ausnahmsweise vor. Die Absonderung der Magenschleimhaut hatte aber dessenungeachtet ihre saure Beschaffenheit nicht eingebüsst. Die Trennung des Balkens in Kaninchen, die der Hirnstrahlung, des Sehhügels oder des Grosshirnschenkels in diesen Thieren, in Hunden oder in Katzen führt nicht selten zu Hyperämieen des Magens und des Darmes und zu Erweichungen und Geschwürsbildungen der Schleimhaut derselben. Da alle diese die Unterleibsorgane betreffenden Veränderungen nach der doppelten Vagustrennung fehlen, so folgt, dass die entsprechenden Fasern in dem sympathischen Nerven verlaufen.

§. 986. Manche der auf diesem Gebiete vorgekommenen Erfahrungen lassen sich nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen nicht erklären. Obgleich die Ernährungsstörungen des nicht geschützten Auges im Kaninchen eintreten, man mag die richtige Stelle des verlängerten Markes oder die Wurzeltheile des Trigeminus vor dem Gasser'schen Knoten bei der Durchschneidung getroffen haben, so machten doch MEISSNER und BÜTTNER die Erfahrung, dass ihre Augenkapsel die Veränderung nicht verhütete, wenn der Gasser'sche Knoten stark gedrückt worden. Die Verletzungen des Rückenmarkes und selbst die des verlängerten Markes erzeugen die Blutfülle und die Geschwürsbildung in den Eingeweiden weit unsicherer, als die des Sehhügels oder der Hirnstrahlung. Es hängt vielleicht hiermit zusammen, dass Hyperämieen der Unterleibseingeweide, Schmerzhaftigkeit des Darmes und Darmgeschwüre bei Typhus und Rückenmarkslähmung auftreten.

§. 987. Der durch die Thätigkeiten bedingte Umsatz der Gewebe liefert die Anregung zu neuen Massenveränderungen. Hält

sich die Uebung in mässigen Grenzen, so ist hierdurch das beste Kräftigungs- und Vergrösserungsmittel gegeben. Man sieht dieses am deutlichsten in gesunden Muskeln. Die eine längere Zeit oder für immer unthätigen magern ab und unterliegen zuletzt der Fettentartung. Alte Klumpfüsse lehren, dass nicht immer eine Nervenlähmung, sondern der Uebungsmangel die Ursache der Störungen bildet. Sind nur die Bewegungs- und nicht die Empfindungsnerven eines Theiles wirkungslos, so gibt schon der Mangel der Verkürzung einen Grund der Abmagerung. Kommt noch die Unthätigkeit der Gefässnerven hinzu, so können Wassergüsse in das Bindegewebe, Ausschwitzungen und selbst Fettablagerungen den Schwund der Muskeln verhüllen. Die tägliche Galvanisation nach der Nerventrennung verhütet zum Theil die Abnahme des Muskelvolumens.

§. 988. Der regelmässige Gang der Ernährungserscheinungen ist zu keiner Lebenszeit nothwendiger, als zu der des Wachsthumes des jungen Organismus. Die Nervenlähmung greift auch dann nachdrücklich durch. Das eine Bein oder dieses und der Arm eines in den ersten Lebensjahren befindlichen Kindes wird oft nach einem Anfalle von Krämpfen oder einem anderen Nervenleiden dauernd gelähmt. Wachsen solche Individuen heran, so ist ihr krankes Glied nicht nur an den meisten Stellen blass, an anderen, besonders dem Fusse livid, kalt und auf das Höchste abgemagert, sondern auch oft bedeutend kürzer als das gesunde. Hat es auch die regelrechte Länge, so sind doch die Knochen nach MURRAY dünner. Die Gelenke erscheinen schlaff und die Knochen verkümmert. Die Einzelformen derselben, besonders die Fortsätze und andere Erhabenheiten weichen von denen gesunder Knochen sichtlich ab. Hat man den Zungenfleischnerven an einer Seite durchschnitten, so runzelt sich nach einigen Monaten die Schleimhaut der entsprechenden abgemagerten Zungenhälfte jüngerer Thiere auffallender, als die älterer.

§. 989. Die Versuche, die SCHIFF über den Einfluss der Nerventrennung auf die Ernährung der Knochen angestellt hat, führten zu wesentlich verschiedenen Ergebnissen, je nach dem Alter des Thieres. Trennte er die Nerven des Gliedes eines älteren oder jüngeren Säugethieres, so erweiterten sich die Blutgefässe des Bindegewebes, der Muskeln, der Beinhaut und der Knochen. blieb dann die Extremität des erwachsenen Thieres unbeweglich, so nahm das Volumen der Knochen derselben merklich ab. Die Kanten und die Vorsprünge erschienen abgerundet, die Markhöhle vergrössert und die Beinhaut verdickt. Der Kalkgehalt des Knochens nahm ab.

Diese wurden sogar knorpelig biegsam in einer Hündin, die ein Junges sechs Wochen nach der Nervendurchschneidung geboren und dasselbe einen Monat lang ernährt hatte. Es kann nach einem bis anderthalb Jahren vorkommen, dass man schwammigte Knochenmassen statt dichter an einzelnen Stellen des zu dünnen Knochens antrifft. Die Abnahme der Knochensubstanz in Fröschen lässt sich wiederum verhüten, wenn man täglich das lahme Glied mehrere Male galvanisirt.

§. 990. Thiere, die noch in regem Wachstume begriffen sind, zeigen nach SCHIFF eine Hypertrophie der Knochen schon einige Wochen nach der Nerventrennung. Sie tritt um so eher und um so nachdrücklicher ein, je jünger das Thier ist und je lebhafter seine Entwicklung vor sich geht. Diese wuchernde Masse verknöchert vollständig, während die gesunde eher verdünnt als verdickt erscheint. Die Beinhaut besteht aus mehreren Lagen, von denen die unterste in Verknöcherung begriffen ist. Hat man den Unterkiefer-nerven (*N. alveolaris inferior*) an einer Seite durchschnitten, so erhält man nach wenigen Wochen eine Hypertrophie der entsprechenden Hälfte der Kinnlade, selbst in erwachsenen Thieren. SCHIFF erklärt dieses daraus, dass hier die Kieferbewegungen fort dauern, der Bewegungsmangel also, der zur Atrophie führen könnte, nicht vorhanden ist, die bestehende Gefässerweiterung dagegen die Hypertrophie herbeiführt.

§. 991. Die Zerstörung des Lendenmarkes der Säugethiere führt zu den gleichen Veränderungen der Skeletttheile der Gliedmaassen, wie die Trennung der peripherischen Abschnitte derselben. Da die §. 988. erwähnte Lähmung, wenn sie selbst von frühester Kindheit an besteht, nur eine Atrophie und keine Hypertrophie der Knochen erzeugt, so müssen hier andere Bedingungen als in den §. 990. erwähnten Thierversuchen durchgreifen.

§. 992. Die Knochenwucherungen bilden nicht den einzigen Fall, in dem eine zu üppige Ernährung und keine Abmagerung der Gewebe gelähmter Theile bemerkt wird. Wir haben schon §. 974. gesehen, dass sich die Oberhaut des Menschen, besonders des Fusses in grösseren Krusten häufiger abschuppt und die Nägel abblättern, wenn der Hüftnerv durchschnitten worden. Die Elemente der Oberhaut gehen hier vor der letzten Stufe ihrer Entwicklung, vor der vollständigen Trennung der einzelnen mikroskopischen Blättchen davon. Hatte SCHIFF die Ohrmuschelnerven eines Kaninchens an einer Seite durchschnitten, so wuchsen hier die Haare rascher als

an der anderen. RETTBERG sah das Gleiche an dem Beine von Hunden oder Schafen, dessen sämmtliche Nerven getrennt waren. Die Angaben, dass die Reizung oder die Durchschneidung der Nerven Entzündung erzeuge, rühren nur davon her, dass man diese mit den Nachwirkungen der Lähmung der Gefässnerven oder den Folgen des Eingriffes überhaupt verwechselte.

§. 993. Das geringere Widerstandsvermögen gegen schädliche Eingriffe nach Nervenverletzungen ist bis jetzt von der praktischen Heilkunde nicht nach Gebühr gewürdigt worden, obgleich ein häufig vorkommender Fall einen unmittelbaren Beleg dafür lieferte. Typhus- kranke, Gelähmte oder Halbgelähmte liegen sich nicht selten in der Gegend des Heiligbeines und nächstdem an der Ferse, also an Stellen auf, die dem Drucke der Körpertheile vorzugsweise ausgesetzt sind. Die Wunden heilen oft, wenn der Druck aufhört, erregende Mittel angewendet werden oder sich das Nervenleiden bessert. AXMANN beobachtete einen Paraplegischen, dessen Kniee sich an den gedrückten Theilen rötheten, wenn der Kranke anhaltend auf dem Bauche lag. Dieses schwand bei der Rückenlage, obgleich die Lähmung unverändert blieb. Man hat Fälle von Aufliegen, die sich nach der Rückkehr der Bewegung und der Empfindung erhalten, nach der Behandlung mit dem Magnetelektromotor dagegen verlieren. Es wird aber in der Regel von ärztlicher Seite nicht beachtet, dass oft die Anwendung von Arzneimitteln auf gelähmte Theile in hohem Grade gefährlich ist, weil diese Eingriffe nicht vertragen, die gesunden nicht im geringsten schaden (§. 972.). Wer ein Auge, das bei Beginn der Trigemiuslähmung hyperämisch wird und mehr absondert, mit Umschlägen, Augenwassern und ähnlichen Dingen behandeln wollte, würde den Zustand nur verschlimmern. Der Gebrauch einer alle äusseren Schädlichkeiten abhaltenden Kapsel dagegen könnte das Leiden mildern oder ihm von vorn herein vorbeugen. Der Genuss reizender Speisen oder Arzneien bei Nervenkrankheiten, die mit Hyperämieen, Erweichungen oder Verschwärungen der Darmschleimhaut verbunden sind, hat wahrscheinlich oft genug Unheil gestiftet, ohne dass es der Arzt im geringsten ahnte. Dasselbe gilt von der Anwendung von Mundwassern bei Lähmungen des dreigetheilten, von Collyrien bei der des Halstheiles des sympathischen Nerven und von reizenden Einspritzungen in die Scheide und den Mastdarm bei Paraplegieen.

§. 994. Man kann nicht angeben, in welchen Beziehungen die in der Zunge, den Athmungswerkzeugen, dem Herzen und den

Unterleibseingeweiden enthaltenen mikroskopischen Ganglien zu den Ernährungserscheinungen stehen. Es ist eben so wenig ermittelt, ob und welchen Einfluss die grösseren Nervenknotten in dieser Hinsicht ausüben. Die §. 985. erwähnten Wirkungen des centralen Nervensystemes auf die Blutgefässe und die Erhaltung oder die Zerstörung der Gewebe lehren, dass die peripherischen Ganglien keine selbstständigen Gebilde in dieser Hinsicht bilden. Andere Versuche beweisen, dass die unversehrte Beschaffenheit des Markes der Nervenfasern von den mit ihnen verbundenen Nervenknotten nicht abhängt. Man hat häufig behauptet, dass die von ihren Ganglien getrennten Nervenstämme entarten (§. 92.). Wird der dreigetheilte Nerv zwischen dem Gasser'schen Knoten und dem Gehirne durchschnitten, so lässt sich später die Veränderung der Primitivfasern des centralen Abschnittes bis in die Brücke hinein verfolgen. Viele andere Knoten z. B. des sympathischen Nerven verhalten sich aber in dieser Hinsicht indifferent¹⁾ oder verzögern nur die Entartung der sie durchsetzenden Nervenfasern, wie man in Betreff des carotischen Astes, des obersten Halsknotens des sympathischen Nerven in glücklichen Fällen sehen kann. VULPIAN fand, dass ausgeschnittene Nervenstücke, die man an anderen Orten desselben oder eines zweiten lebenden Thieres eingebettet hatte, wie gewöhnlich entarteten. Die ganze Frage, wo die sogenannten Ernährungscentren der Nerven d. h. diejenigen Stellen des Nervensystemes liegen, deren Lostrennung von den Primitivfasern eine Entartung der letzteren zur Folge hat, ist noch zu wenig verfolgt, als dass man ein begründetes Urtheil in dieser Hinsicht fällen könnte. Man weiss nur, dass der ganze peripherische Abschnitt der Bewegungsfasern der Rückenmarksnerven der Veränderung unterliegt, wenn die vorderen Nervenwurzeln an irgend einer Stelle getrennt worden. Hat man dagegen die hinteren durchschnitten, so soll das Mark nach WALLER und SCHIFF in der peripherischen Verbreitung der Nervenfasern und dem mit dem Spinalganglion zusammenhängenden Abschnitte unverändert bleiben, während es in dem mit dem Rückenmarke zusammenhängenden Wurzeltheile entartet. Wurde das Hüftgeflecht eines Frosches getrennt, so bleibt das Mark in dem centralen Abschnitte unverändert. Es zerfällt dagegen nicht bloss in den Endgeflechten, die sich in den Muskeln, sondern auch in denen, die sich in der Haut befinden. Dieses zeugt jedenfalls gegen jenen

¹⁾ Siehe SCHIFF, a. a. O. S. 118—121.

angeblichen einseitigen und entgegengesetzten Einfluss der Empfindungs- und der Bewegungsfasern. Hat man den Hüftnerven an zwei Stellen durchschnitten, so entartet nach WUNDT und SCHIFF das Zwischenstück rascher, als die unterhalb der zweiten Trennungsstelle befindlichen Verbreitungen des Nerven. Bedenkt man, dass ein von dem Rückenmarke durch Zug getrennter Nerv in seinem oberen Theile andere Ernährungsstörungen, als in seinem unteren darbieten kann, so wird man zu dem Schlusse gelangen, dass hier feinere mit den Oertlichkeiten wechselnde Beziehungen der Anordnung der Blutgefässe und der Ernährungsbedingungen überhaupt, nicht aber nur die Lage der Trennungsstelle des Nerven diesseit oder jenseit eines Nervenknötens in Betracht kommen.

§. 995. Der reichlichere Thränenstrom, den die Reizung der Bindehaut hervorstürzen lässt, die Speichelmassen, die bei der Erinnerung an angenehme Speisen in die Mundhöhle übertreten, die Schweissbildung und der Durchfall, den die Angst erzeugen kann, der Krampfharn der Hysterischen und viele andere Krankheitserscheinungen weisen darauf hin, dass das Nervensystem einen wesentlichen Einfluss auf die Absonderungen auszuüben vermag. Die Versuche, die LUDWIG über die Speicheldrüsen anstellte, lehrten zuerst, dass man die Absonderung durch Nervenreizung in ähnlicher Weise, wie die Muskelverkürzung, selbst in frisch getödteten Thieren hervorrufen kann.

§. 996. ECKHARD führt einen Fall an, in dem ein Mann, der eine Contusion des Achselgeflechtes in Folge eines Sturzes erhalten hatte, an der Hand des kranken Armes fortwährend schwitzte. Gelähmte Glieder zeichnen sich häufig durch die Neigung zur Schweissbildung oder durch besondere Trockenheit aus, ohne dass es bis jetzt gelungen wäre, die Ursache dieses Unterschiedes aufzufinden. Es kommt häufig vor, dass die kranke Gesichtshälfte eines Menschen während eines Anfalles von Gesichtsschmerz schwitzt. Diese Erscheinung lässt sich eben so wenig mit Sicherheit erklären, als die örtlichen kalten Stirnschweisse bei Uebelkeiten, Angst oder zur Zeit des Todeskampfes. Die reichlichen Schweisse bei Zehrfiebern oder bei Hirnwassersucht hängen wahrscheinlich damit zusammen, dass die Erschlaffung die Porosität der Gewebe vergrössert und deshalb mehr Flüssigkeit durchtritt, als gleichzeitig verdunsten kann.

§. 997. Die an Thieren angestellten Versuche haben bis jetzt keine genügenden Aufschlüsse über die Einflüsse des Nervensystemes

auf die Schweissbildung geliefert. Wenn ein Esel, dem MAYER die beiden herumschweifenden Nerven unterbunden hatte, reichlich schwitzte und lebhaft zitterte, so konnte dieses eben so gut von dem Eingriffe und der Athemnoth, als von anderen Beziehungen herrühren. DUPUY fand, dass das Ohr oder die entsprechende Kopfhälfte von Pferden, denen er den sympathischen oder den herumschweifenden Nerven durchschnitten, lebhaft schwitzte. Diese Erscheinung wiederholt sich nicht an kleineren Säugethieren, wie Kaninchen, Katzen oder Hunden.

§. 998. Kaninchen, in denen SCHIFF den Halsstamm des Sympathicus und den Auricularis cervicalis der einen Seite getrennt und den Vagus ausgerissen hatte, sonderten mehr Ohrenschmalz an der kranken, als an der gesunden Seite ab. Dieses dauerte bis zum Tode, wenn selbst die Thiere noch Monate lang fortlebten. Behandelte ECKHARD das Hüftgeflecht von Kröten mit den Wechselströmen einer magnetelektrischen Rotationsmaschine, so entleerten sich die Hautdrüsen der Hinterbeine, vorzugsweise die der Unterschenkel. Die Reizung des Rückenmarkes hatte die gleichen Folgen. LISTER bemerkte, dass die Froschhaut ihre gewöhnliche Rauigkeit verliert und auffallend glatt erscheint, wenn die vorderen Rückenmarkswurzeln getrennt worden. Diese beherrschen wahrscheinlich die einfachen Muskelfasern der Lederhaut.

§. 999. Die Reizung der Wurzeln des dreigetheilten Nerven kann die Absonderung der Thränendrüse und nach CZERMAK auch die der Bindehaut und der Harder'schen Drüse selbst in dem losgeschnittenen Kopf eines frisch getödteten Kaninchens vermehren. Man hat in Menschen Fälle theilweiser Trigemiuslähmung, in denen sich die §. 976. erwähnten tiefen Ernährungsstörungen des Auges nicht ausbilden, die Bindehaut regelrecht bleibt oder ein trübes Epithel trägt und die Berührung derselben weder Thränenfluss noch den unwillkürlichen Schluss der Augenlider nach sich zieht.

§. 1000. Die Versuche, die LUDWIG und RAHN, BERNARD, VELLA, CZERMAK, SCHIFF und ECKHARD über die Abhängigkeit der Speichelabsonderung von den Nervenwirkungen an Hunden, Katzen und Kaninchen anstellten, haben den grössten Theil der hier in Betracht kommenden unmittelbaren Erreger und der reflectorisch wirkenden Stämme nachgewiesen. Es zeigte sich aber zugleich, dass uns die Kenntniss des wichtigsten, die Nerventhätigkeit und die Absonderung verbindenden Zwischengliedes mangelt. Die Unterkieferdrüse des Kaninchens und des Hundes empfängt einen Zweig

aus dem Zungenaste des dreigetheilten und einen anderen aus dem Carotidengeflechte des sympathischen Nerven. Man kann den Speichelausfluss der Drüse selbst in dem frisch getödteten Kaninchen hervorrufen, wenn man den aus dem Trigeminus stammenden Nerven mechanisch oder chemisch reizt. Behandelt man ihn in dem Hunde oder der Katze mit den Schlägen des Magnetelektromotors, so fliesst bald darauf viel Speichel zum Wharton'schen Gange heraus. Setzt man die Nervenirregung längere Zeit fort, so steigt die in der Zeiteinheit gelieferte Flüssigkeitsmenge bis zu einem Maximum und nimmt in der Folge ab. Die Lebhaftigkeit der Absonderung bildet überhaupt eine Function der Empfänglichkeit jenes Nervenzweiges. Der durch die Nervenreizung hervorgetriebene Speichel ist nach LUDWIG und SPIESS wärmer, als das Carotidenblut des Thieres. Das Venenblut der Drüse kann noch wärmer, als jener sein.

§. 1001. Da die Paukensaite einen Theil ihrer Fäden zu dem Meckel'schen Unterzungenknoten und dem in die Unterkiefer- und die Unterzungendrüse ausstrahlenden Trigeminuszweige gibt, so liegt es nahe, den eben erwähnten Absonderungseinfluss von den Fasern dieser Bewegungsnerven herzuleiten. SCHIFF und BERNARD fanden auch, dass die Reizung der Paukensaite die kleinen Gefässe der Drüse erweitert und nicht verengt. Das Blut strömt dann oft so rasch durch, dass es noch mit einer auffallenden hochrothen oder vielmehr purpurrothen Farbe in den Blutadern fliesst. Diese von GLUGE und THIERNESSE nicht immer bemerkte Erscheinung begleitet auch nach BERNARD die lebhafte Absonderung der Nieren. Das aus den Muskeln strömende Blut dagegen wird mit der Stärke der Zusammenziehung derselben immer dunkeler. Die Reizung der Paukensaite führt im Hunde leichter zur Absonderung der Unterkieferdrüse, als zu der der Unterzungendrüse. Da sich ein anderer Theil jenes Nervenstammes zu der Zungenschleimhaut begibt, so übt er vielleicht hier Absonderungseinflüsse mittelst seiner Bewegungsfasern aus.

§. 1002. Die Erregung des aus dem Carotidengeflechte des Sympathicus stammenden Astes, der zu der Unterkieferdrüse tritt, erzeugt ebenfalls Speichelabsonderung. Sie fällt jedoch nach LUDWIG geringer aus und stockt nach CZERMAK nach kurzer Zeit. Der Letztere betrachtete daher diese sympathische Quelle als einen Hemmungsnerven der Absonderung. ECKHARD fand später, dass die durch die Reizung des Sympathicusastes erzeugte Masse dickflüssiger ist und desswegen nicht mehr zu den Drüsengängen austritt. BERNARD

glaubt bemerkt zu haben, dass dieser sympathische Zweig den Blutlauf der Drüse auffallend verlangsamt, indem er die Haargefässe derselben verengert (§. 945.).

§. 1003. Die Zungenäste des dreigetheilten Nerven oder der gesammte Stamm des Zungenschlundkopfnerven können die Speichelabsonderung der Unterkiefer- und der Unterzungendrüse auf dem Wege des Reflexes anregen. Die Trennung der empfindenden oder der bewegendenden Zwischenbahn oder die des verlängerten Markes hebt diese Wirkung auf. Der Speichelfluss, der bisweilen Neuralgieen einzelner Zweige des dreigetheilten Nerven begleitet, kann auf diese Weise eben so gut, als durch die unmittelbare Reizung der Drüsennerven zu Stande kommen. Das Zusammenfliessen des Speichels im Munde nach Berührungen oder nach Geschmackswirkungen der Zunge beruht auf einer Reflexthätigkeit. Wir sahen schon §. 795., dass sie nach STANNIUS nach dem Genusse bitterer Körper in Katzen aufhört, in denen man die beiden Zungenschlundkopfnerven durchschnitten hat.

§. 1004. Reizten LUDWIG und SCHIFF den in der Schädelhöhle befindlichen Stamm des Antlitznerven eines frisch getödteten Kaninchens, so trat in günstigen Fällen ein Speicheltropfen zu dem Stenon'schen Gange heraus. Hatte man vorher geröthetes Laemuspapier in diesen eingeführt, so färbte es sich blau. Derselbe Versuch gelingt nicht mehr, wenn man den Antlitznerven nach seinem Austritte aus dem Griffelloche anregt. Dieses würde beweisen, dass der Erfolg nicht von dem Drucke, den die Zusammenziehung der Gesichtsmuskeln erzeugt, ausschliesslich herrührt und die Drüsennerven von dem Antlitznerven innerhalb des Fallopischen Canales abgehen. ECKHARD dagegen stellte jeden Einfluss des Antlitznerven auf die Absonderung der Ohrspeicheldrüse des Hundes und des Esels in Abrede. BERNARD, der die Paukensaite aus der Wrisberg'schen Zwischenportion des Wurzeltheiles des Antlitznerven hervorgehen liess, glaubte früher, dass diese und die Paukensaite selbst die Absonderung der Ohrspeicheldrüse beherrschen, eine Angabe, der sich auch SCHIFF für die Paukensaite anschloss. Hat man sie in dem Hunde getrennt, so fliesst nach BERNARD kein Speichel mehr zum Stenon'schen Gange heraus, nachdem man Essig in die Mundhöhle gegossen hat. Mussten schon jene Angaben von anatomischer Seite aus Bedenken erregen, so fanden überdiess die beiden genannten Forscher, dass die Durchschneidung der Paukensaite eben so wenig als die der grösseren oberflächlichen Felsenbeinzweige des Antlitz-

nerven (N. petrosus superficialis major) die Thätigkeit der Ohrspeicheldrüse aufhebt. SCHIFF nahm nach seinen an Kaninchen und Katzen angestellten Versuchen an, dass Bewegungsfasern des Antlitznerven durch den kleineren oberflächlichen Felsenbeinzweig (N. petrosus superficialis minor) zum Ohrknoten (Ganglion oticum) und von da durch den oberflächlichen Ohrast (N. temporalis superficialis s. auricularis anterior) zur Ohrspeicheldrüse gelangen. BERNARD sah die Thätigkeit dieser Drüse fortdauern, wenn auch die beiden oberflächlichen Felsenbeinzweige durchschnitten waren. Er nahm ebenfalls an, dass die für die Ohrspeicheldrüse bestimmten Zweige in dem oberflächlichen Schläfenerven (N. auriculo-temporalis) und später längs der inneren Kieferschlagader dahingingen. Da LUDWIG und RAHN Speichel zum Stenon'schen Gange ausfliessen sahen, wenn sie die Wurzeltheile des Trigeminus in der Schädelhöhle reizten, so scheint dieser Fasern für die Ohrspeicheldrüse schon bei seinem Ursprunge zu enthalten. Der Zungenschlundkopfnerv führt leicht zu Reflexabsonderungen derselben, selbst in dem frisch getödteten Thiere. Der herumschweifende Nerv oder der Zungenfleischnerv üben diese Wirkung nicht aus.

§. 1005. Die grossen Speichelmengen, die bei lange anhaltender Reizung des Drüsenzweiges der Unterkieferdrüse hervortreten, sprechen gegen den Erklärungsversuch, nach welchem die Wirkung dadurch zu Stande käme, dass sich die Drüsengänge möglichst vollständig zusammenziehen und ihren Inhalt auf diese Weise austreiben. Der Gedanke, dass eine abwechselnde Verkürzung und Erschlaffung derselben eine entsprechende Entleerung und Einsaugung von Flüssigkeiten nach sich zieht, wird weder durch einen bemerkbaren periodischen Austritt des Speichels noch durch die Eigenschaften der Wandungen der Drüsengänge gestützt. Diese bleiben oft ruhig, man mag sie selbst oder die Drüsennerven mit den Schlägen des Magnetelektromotors ansprechen. Die Thatsache, dass man die Mundspeicheldrüsen und die Thränendrüse des losgeschnittenen Kopfes eines frisch getödteten Thieres zur Absonderung zwingen kann, beseitigt alle Annahmen, welche die Wirkungen aus einer Aenderung der Menge des durchfliessenden Blutes herleiten. Da die Unterbindung der die Drüse verlassenden Blutadern keinen Speichelausfluss zur Folge hat, so kann er auch von keiner blossen Verstärkung des Druckes, der auf den Wänden der Haargefässe lastet, herrühren. Liess LUDWIG den während der Reizung des Trigeminusastes austretenden Speichel der Unterkieferdrüse des Hundes in ein Mano-

meter übertreten, so fand er, dass der hier zum Vorschein kommende Druck grösser, als der in der Carotis ausfiel. Dieses deutet auf eine von dem Blutdrucke unabhängige Triebkraft, welche die Absonderungsflüssigkeit aus den Gängen fortführt. Die gegenwärtigen Untersuchungsmittel gestatten aber noch nicht das Nähere in dieser Beziehung anzugeben.

§. 1006. Die Absonderung des Magensaftes vergrössert sich nach dem Eintritte der Nahrungsmittel in den Magen und die der Galle, des Bauchspeichels und wahrscheinlich auch des Darmsaftes zur Zeit der Dünndarmverdauung. Es liegt nahe, an ähnliche Nervenwirkungen zu denken, wie sie bei der Thränendrüse und den Mundspeicheldrüsen vorkommen. Die bis jetzt gewonnenen Erfahrungen gestatten jedoch noch keine genügende Erläuterung der hier in Betracht kommenden Verhältnisse.

§. 1007. Die Reizung des Vagus oder des Sympathicus mit den Wechselströmen des Magnetelektromotors lässt keine grösseren Mengen sauren Magensaftes an der Oberfläche der Schleimhaut hervorquellen, wenn selbst lebhafte Magenbewegungen erzeugt werden. Spritzt man dagegen frisches Blut in die Magenschlagadern eines eben getödteten Thieres, so tritt eine merkliche Menge sauren Magensaftes heraus, wenn selbst vorher die Oberfläche der Magenschleimhaut neutral reagirte. Da das Blut alkalisch ist, so folgt, dass die Ursache der freien Säurebildung durch den Einfluss von Gewebtheilen erzeugt wird, die zwischen den Hohlräumen der Blutgefässe und denen der Magendrüsen liegen. Es ergibt sich ferner, dass die reichlichen Mengen von Magensaft, die nach der Berührung der Oberfläche der Magenschleimhaut eines mit einer Magenfistel versehenen hungernden Thieres oder Menschen hervortreten, nicht nothwendiger Weise nur davon herrühren, dass sich die Drüsen durch die Reflexthätigkeit der Muskelmassen entleeren. Man kann vielmehr vermuthen, dass die Erscheinung von dem Durchtritte einer grösseren Blutmenge bedingt wird.

§. 1008. Wir haben schon §. 841 fgg. gesehen, dass die doppelte Vagustrennung am Halse oder in der Unterleibshöhle die chemischen Erscheinungen der Magenverdauung an und für sich nicht stört. Die Absonderung eines sauren, lösenden Magensaftes kann erhalten bleiben. Dieser quillt nach mechanischen Reizen, welche die Magenschleimhaut treffen, wenn auch vielleicht in etwas geringerer Menge hervor. Der Genuss von Dextrin ladet noch den Magen oder erzeugt einen sehr wirksamen Magensaft. Dieser Erfolg bleibt jedoch

selbst nach der Einspritzung in das Blut aus, wenn allgemeines Unwohlsein nebenbei vorhanden ist. Die in manchen, nicht aber in allen Thieren scheinbar trägeren oder selteneren Magenbewegungen sind im Stande, die Dauer der Magenverdauung zu verlängern und die Bestreichung und Durchknetung der Speisemassen mit Magensaft zu erschweren. Die bis auf die neueste Zeit oft wiederholte Behauptung, dass die doppelte Vagustrennung die Absonderung des Magensaftes aufhebt oder einen alkalischen Magensaft erzeugt, beruht auf Täuschung. Der Magen von Hunden, deren herumschweifende Nerven am Halse durchschnitten worden, zeigt bisweilen vorübergehend einen Krankheitszustand, unter dem die Verdauung leidet und bei dem ein alkalischer Magensaft nach SCHIFF noch auszutreten vermag, wenn man selbst die Speiseröhre unterbunden hat. Da sich etwas ähnliches im Menschen wiederholen kann, so ist man nicht berechtigt, die bei ihm hin und wieder vorkommende sogenannte alkalische Indigestion nur von verschluckten Speichelmassen herzuleiten. Jener Krankheitszustand stört die Magenverdauung der Hunde, wenn selbst ein saurerer Magensaft geliefert wird, weil der thätige Fermentkörper, das sogenannte Pepsin fehlt oder nicht hinreichend wirksam ist. Das Magenleiden pflegt auszubleiben, wenn man die herumschweifenden Nerven in der Unterleibshöhle durchschnitten hat. Es verliert sich, wenn die Hunde die doppelte Vagustrennung längere Zeit überleben. Die Einspritzung von kohlensauerem Kali regt dann die Absonderung eines sauren und wirksamen Magensaftes an. Der Genuss von Dextrin vermehrt die Menge desselben, wie gewöhnlich. Die Magenschleimhaut verräth keine Blutüberfüllung. Mechanische Reize, welche die Schleimhaut treffen, lassen Magensaft, wie gewöhnlich, hervorquellen.

§. 1009. Die Magen fisteln des Hundes und des Menschen lehren, dass nicht selten Verstimmungen des Magens ohne eine nachweisbare äussere Veranlassung auftreten. Die Magenverdauung wird dann träger oder unvollkommener. Man findet nicht selten an der Oberfläche einen glasartigen Schleim, der oft alkalisch oder neutral reagirt. Man weiss bis jetzt nicht, ob diese Veränderung von einem vorübergehenden Krankheitszustande der herumschweifenden Nerven oder der Centraltheile derselben herrührt oder nicht. Die Einflüsse, welche die Gemüthsbewegungen auf die Magenverdauung ausüben, rühren vielleicht von ähnlichen Beziehungen her, wie sie sich nach der doppelten Vagustrennung vorübergehend geltend machen.

§. 1010. Die Thatsache, dass die Gallenabsonderung ihre grösste Höhe zur Zeit der Dünndarmverdauung erreicht, beweist nicht, dass hier ein Nerveneinfluss mitwirkt. Da die von den Blutadern des Magens aufgenommenen Stoffe in die Leber mittelst der Pfortader übergehen und sich dasselbe für den Dünndarm wiederholt, so kann dieser Umstand allein von der Vermehrung der Gallenbildung Rechenschaft geben. Der dann eintretende reichlichere Abfluss der Galle in den Darm und die strotzende Füllung der Gallenblase in verhungerten Menschen und Thieren hängen mit den Bewegungserscheinungen der Gallengänge und der Gallenblase zusammen. Da es vorkommt, dass die Beziehungen der Galle zu den Verdauungserscheinungen keine sichtliche Veränderung nach der Zerstörung des Lendenmarkes und des untersten Theiles des Brustmarkes der Säugethiere oder des Menschen darbieten, so folgt, dass ein Theil der Nerven, welche die Gallenbildung beeinflussen, das centrale Nervensystem erst an höheren Stellen erreicht. Die doppelte Vagustrennung ändert weder die Menge noch die Beschaffenheit der Galle in sichtlicher Weise. Sie hebt nicht nothwendig die Amyloid- oder die Zuckerbildung in der Leber auf, wie die Versuche von MOOS am ausführlichsten zeigten. Man weiss bis jetzt nicht, ob der sympathische Nerv in dieser Beziehung wirksamer ist. Der Einfluss, den leidenschaftliche Erregungen auf die Gallenabsonderung ausüben, lehrt im Allgemeinen, dass sich diese unter dem Einflusse des Nervensystemes ändern kann. Man kennt bis jetzt keine Thatsache, welche die unmittelbare Abhängigkeit der Ausscheidung des Amyloidkörpers der Leber von dem Nervensysteme nachwies. Wir werden aber bei der Betrachtung des Harnes sehen, dass sich oft genug ein mittelbarer Einfluss geltend macht.

§. 1011. Die Bereitung des Bauchspeichels ist eben so periodisch, als die des Mundspeichels. Seine Zusammensetzung wechselt bedeutender zu verschiedenen Zeiten. Die Bauchspeicheldrüse scheint während des anhaltenden Hungerns gänzlich zu ruhen oder wenigstens nur sehr geringe Mengen abzusondern. Die Zeit der Dünndarmverdauung liefert nicht nur das Maximum eines alkalischen Pancreassaftes, sondern auch eine Absonderung, die Fleisch vollständig verdaut und daher eine klare Lösung gibt, nicht aber Parapepton, wie bei der Verflüssigung des Eiweisses durch den Magensaft als beigemengte Flocken zurücklässt. Diese Eigenschaft fehlt dem Mundspeichel. Er und der Bauchspeichel besitzen aber zu allen Zeiten die Fähigkeit, aufgelockerte Stärke in Zucker über-

zuföhren. Man konnte bis jetzt noch nicht nachweisen, dass die Absonderung des Bauchspeichels von den Nervenästen des Pancreas eben so abhängt, als die des Mundspeichels von den ihnen zugewiesenen Nerven. Die Bauchspeicheldrüse von Hunden erscheint nicht röther als gewöhnlich und oft genug auffallend blass, wenn sie gerade jenen Fleisch verdauenden Bauchspeichel während der Dünndarmverdauung am reichlichsten liefert. Die Ausrottung der drei Ganglia semilunaria, die Quertheilung des Rückenmarkes in der Höhe der vorletzten bis viertletzten Rippe oder die Entfernung der Milz raubt nach SCHIFF dem Pancreassaft des Hundes die Fähigkeit, Eiweisskörper zu lösen. Das Vermögen, diese zu verflüssigen erhöht sich dafür im Magen des milzlosen Thieres in auffallendstem Maasse. Man kann sonst die Ladung des Pancreas begünstigen, wenn man künstlich verdaute Eiweisskörper, sogenannte Peptonlösungen in den Magen oder das Blut spritzt. Dieses Hilfsmittel nützt nicht mehr nach den erwähnten Nervenverletzungen.

§. 1012. Die breiigte Erweichung der Kothmassen und die Entleerung eines glasartigen Schleimes, die BUDGE nach der Ausrottung des Sonnengeflechtes und des oberen Gekrösknotens des Kaninchens nur ein Mal unter 34 Fällen vermisste, liefern eine Andeutung, welche Bahnen die Nerven einschlagen, deren Mitwirkung die Absonderungen des Darmes nach Reizungen des centralen Nervensystemes vergrössert. Der Sympathicus enthält hier die Hauptwege eben so, wie bei der Leberthätigkeit.

§. 1013. LUDWIG fand schon, dass man die Nierengefässe junger Hunde und Katzen von dem Rücken aus blosslegen und die an ihnen dahingehenden Nerven durchschneiden kann, ohne dass sich später die Menge oder die Beschaffenheit des Harnes ändert. Sie wechselt dagegen mit der Menge und der Mischung des durchströmenden Blutes. Der Urin wird daher auch zu dem zur Ausfuhr bestimmten Spülwasser des lebenden Körpers. Er behält oft seine gewöhnliche Beschaffenheit in Paraplegieen, die Blase mag krampfhaft geschlossen oder fortwährend offen sein und daher der Harn zurückgehalten oder unwillkürlich entleert werden. Scheint er einen grösseren Ammoniakgehalt in dem zweiten Falle darzubieten, so rührt dieser nicht von der ursprünglichen Absonderung, sondern nur davon her, dass Urinreste an dem Kranken und dessen Lager haften bleiben, die sich allmählich zersetzen und kohlensauerer Ammoniak aus Harnstoff erzeugen.

§. 1014. Unterliegt es auf diese Weise keinem Zweifel, dass eine regelrechte Harnabsonderung nach der Trennung der die Nierengefässe begleitenden Nerven möglich bleibt, so können doch auch anderseits Nerveneinflüsse die Harnabsonderung auf das Nachdrücklichste ändern. Man muss in dieser Hinsicht drei Fälle unterscheiden. Die Nervenverletzung wirkt nicht unmittelbar auf die Nieren, sondern auf die Leber oder andere Theile. Stoffe, wie Zucker, treten hierdurch in reichlicherem Maasse in dem Blute auf und werden durch die Nieren in grösseren Mengen ausgeschieden. Ein jedes Hinderniss, das sich dem Ausflusse des Blutes aus den Nieren entgegengesetzt und daher den Seitenwanddruck in den Haargefässen und den Malpighi'schen Körpern erhöht, führt zum Durchtritt von Eiweiss und Blutkörperchen (§. 940), so wie es eine gewisse Höhe erreicht hat. Da einzelne Nervenverletzungen die Absonderung von blutigem und eiweissreichem Harn ebenfalls zur Folge haben, so darf man annehmen, dass auch sie es bedingen können, dass verhältnissmässig mehr Blut in die Nieren ein- als ausströmt. Man hat bis jetzt die Ursache dieser Nervenwirkung nicht entdeckt. Die dritte bald zu betrachtende Art von Einflüssen endlich, durch welche die Nierenmasse selbst zerstört wird, muss als die räthselhafteste von allen angesehen werden.

§. 1015. Ein Amyloidkörper setzt sich in der Form von Körnchen in dem Innern der Leberzellen unter günstigen Nahrungsverhältnissen ab. Da Leberstücke, die man dem lebenden Thiere entnahm oder das Lebervenenblut, nicht aber das Pfortaderblut die Reaction auf Fruchtzucker oder Glycose den meisten Forschern darboten, so schloss man, dass das Blut einen Gährungserreger enthält, der das Leberamyloid in Zucker verwandelt. Dieser wird hierauf durch die untere Hohlvene und das rechte Herz in die Lungen geführt und theilweise verbrannt. Das Schlagaderblut des gesunden Menschen oder Thieres enthält so wenig Zucker, dass keine merklichen Spuren oder nur geringe Mengen desselben in den Harn unter regelrechten Verhältnissen übergehen. Man hat aber den entgegengesetzten Fall, die sogenannte Zuckerharnruhr (Diabetes mellitus), die nicht nothwendiger Weise mit einer bedeutenden Vergrösserung der Harnmenge verbunden ist, wenn das Schlagaderblut beträchtlichere Massen von Zucker enthält. Geht in der That ein Theil des Amyloidkörpers in der Leber in Zucker über, so braucht sich diese Umwandlung nur zu vergrössern und viel mehr Zucker, als verbrennen kann, in das Blut überzutreten, damit die Zuckerharnruhr

zum Vorschein komme. Ein Gehalt von ungefähr $\frac{1}{3}\%$ Zucker im Blute reicht in dieser Hinsicht im Kaninchen nach SCHIFF hin. PAVY dagegen glaubt gefunden zu haben, dass die Zuckerreaction der Leber und des Blutes der Lebervenen unmittelbar nach dem Tode, nicht aber während des Lebens auftrete, dass also der Zuckergehalt der Leber eine Leichenerscheinung bilde. Wäre dieses der Fall, so müsste man annehmen, dass sich ein Zwischenkörper der Amyloid-Zuckergruppe im Blute befindet, der in reichlicher Menge in Zucker übergeführt wird, wenn dieser in grösserer Masse in dem Harne erscheint. So viel ist sicher, dass verhungerte Säugethiere und Frösche, die man am Ende der Winterzeit aus ihren Aufenthaltsorten ausgegraben hat, nur Amyloid und keinen Zucker und später jenes und Dextrin in ihrer Leber zu enthalten pflegen. Die des Leichnames liefert keinen Zucker nach allen, irgend lange anhaltenden Krankheiten. Man vermisst ihn daher in den gewöhnlichen menschlichen Leichen und in den meisten Thieren, die in Folge physiologischer Eingriffe gestorben sind.

§. 1016. BERNARD fand zuerst, dass ein Einstich in denjenigen Theil des Bodens des vierten Ventrikels, der zwischen den Austrittsstellen der Gehör- und der herumschweifenden Nerven liegt, die sogenannte Piquure oder der Zuckerstich Zuckerharn in Hunden und Kaninchen erzeugt. Die späteren Versuche, und zwar vorzugsweise die von SCHIFF¹⁾ haben nachgewiesen, dass hier wiederum Einflüsse durchgreifen, die sich längs eines grossen Theiles des centralen und eines entsprechenden Abschnitts des peripherischen Nervensystemes verfolgen lassen. Die Bahn geht von den Sehtügeln, den Grosshirnschenkeln und besonders der Brücke und dem verlängerten Marke durch die Vorderstränge des oberen Theiles des Rückenmarkes, den Grenzstrang des sympathischen Nerven, die Eingeweidenerven (R. R. splanchnici) und den Sonnenknoten zur Leber. Die Reizung oder die Trennung irgend eines Bezirkes dieser Zwischenwege kann zur Erweiterung der Lebergefässe und zu reichlichem Zuckergehalte des Harnes führen. Dieser nimmt aber in Fröschen wiederum ab, nachdem man die in die Leber eintretenden Gefässe umschnürt hat. Man muss also den Herd der den Zucker erzeugenden Körper in der Leber und nicht in den Nieren suchen.

¹⁾ J. M. SCHIFF, Untersuchungen über die Zuckerbildung in der Leber und den Einfluss des Nervensystemes auf die Erzeugung des Diabetes. Würzburg 1859. 8. S. 73—120.

§. 1017. Die verschiedensten Erregungen des centralen Nervensystemes, wie die langsame Aetherisation, anhaltende Starrkrämpfe in Folge von Strychnin- oder anderen Vergiftungen, Nervenverletzungen, besonders die doppelte Vagustrennung oder die Reizung der Hinterstränge des Rückenmarkes und am leichtesten Eingriffe, die den vierten Ventrikel, vorzugsweise die Gegend des Stilling'schen Hypoglossuskernes treffen, daher auch Wasserergüsse in dem Bezirke der Rautengrube können die Zuckerharnruhr herbeiführen. Die Fälle, welche dem Arzte begegnen, bilden auch meistentheils nur den Ausdruck eines tieferen Nervenleidens. Die Gefahr liegt nicht in der Ausfuhr der Zuckermengen, sondern in den Krankheiten einzelner Theile des centralen Nervensystemes, die sich oft im Anfange nur durch jenes Merkmal, später aber auch durch andere beunruhigendere Zeichen verrathen und nicht selten den Tod nach scheinbar unbedeutenden Ursachen herbeiführen.

§. 1018. Spritzt man Dextrin in die Blutadern von Kaninchen ein oder lässt man Frösche Tage lang in einer Dextrinlösung sitzen, so führt nach SCHIFF die Leber des unmittelbar vorher getödteten Thieres Amyloid, und keinen Zucker, weil das Dextrin den Gährungserreger des Blutes in Anspruch genommen hat. Der Zuckergehalt des letzteren kann aus demselben Grunde so zunehmen, dass ein nicht unbedeutender Theil in den Harn übergeht. Dieses erklärt es, wesshalb der Urin von Menschen, die dextrinhaltige Nahrungsmittel, also zunächst Brod oder unmittelbar Fruchtzucker in reichlicher Menge genossen haben, leicht nachweisbare Mengen von Zucker enthält. Macht man aber den Zuckerstich in einem Kaninchen, dessen Leber durch Dextrin auf die oben erwähnte Weise verändert worden, ohne dass der Harn viel Zucker enthält, so führt dieser später Eiweiss und keine beträchtlichen Zuckermengen.

§. 1019. Der Zuckergehalt des Harnes, den eine der erwähnten Nervenverletzungen erzeugt hat, nimmt nach einiger Zeit ab. Ein neuer Eingriff, wie der frühere, an demselben oder an einem anderen Orte kann die Zuckerharnruhr abermals hervorrufen.

§. 1020. Man findet nicht selten Eiweiss-harn mit oder ohne Austritt von Blut nach einzelnen Verletzungen des centralen Nervensystemes, der Vagustrennung, der Durchschneidung des Bauchtheiles des sympathischen Nerven oder der Zerstörung der Nierenerven. Der Zuckerstich hat bisweilen zur Folge, dass der Harn Eiweiss und Fruchtzucker zugleich enthält. Es fehlt aber auch oft, ohne dass sich die Ursache des Unterschiedes angeben liesse. Da die

Erhöhung des Seitendruckes, der auf den Blutgefässwänden lastet, oder eine zu grosse Porosität der bei der Harnabsonderung thätigen thierischen Häute, den Eiweissgehalt des Urines ebenfalls erzeugt, so liefert sein Vorkommen keinen sicheren Rückschluss auf das Vorhandensein von Nervenleiden. Hat man z. B. die Haut eines Kaninchens mit Firniss bestrichen, so dass das Thier nach kurzer Zeit zu Grunde geht, so findet man häufig Eiweiss in dem Harne, den die Blase des Leichnames enthält, weil der Firniss die Hautausdünstung unterdrückte, sich daher mehr Wasser im Blute anhäufte, eine wässrige Plethora entstand und der Seitendruck auf die Blutgefässe zunahm. Man kann auch auf diese Art Eiweiss-harn durch die Einspritzung einer passenden Wassermenge in das Blut erzeugen. Die Albuminurie Wasserstüchtiger geht nicht selten aus der gleichen Ursache hervor.

§. 1021. Obgleich der Muskelzucker oder der Inosit mit dem verzehrten Fleische, den grünen Bohnen und anderen Gemüsen in den Körper eingeführt wird, so enthält doch der gesunde Harn des Menschen keine nachweisbare Menge dieses Körpers. Dasselbe gilt auch für den Urin der Haussäugethiere. GALLOIS¹⁾ fand dagegen bisweilen Inosit in einzelnen eiweissreichen Harnarten kranker Personen, ohne dass sich bis jetzt angeben liesse, ob diese Inosurie ebenfalls von Nervenleiden ausgeht, wie die gewöhnliche Zuckerharnruhr.

§. 1022. Die Mengen von Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure, Kreatin und anderer seltener vorkommender Verbindungen des Harnes wechseln mit der durch die Verdauung bedingten Aufsaugung der Nahrungsmittel und dem von den Körperthätigkeiten abhängigen Umsatze der Gewebe. Leiden des Nervensystemes müssen daher oft genug die Zusammensetzung des Harnes mittelbar ändern. Die grossen Schwankungen, die schon in gesundem Zustande vorkommen und die Unvollkommenheit der quantitativen Bestimmungsarten der meisten jener Körper hinderten bis jetzt, zuverlässige Ergebnisse auf diesem Gebiete zu gewinnen.

§. 1023. JOH. MÜLLER und PEIPERS umschnürten die Nierengefässe so fest als möglich und lösten hierauf die Ligatur, damit nur die Nerventhätigkeit, nicht aber der Blutlauf gestört würde. Hatten sie den Versuch im Schafe angestellt, so zeigte sich später

¹⁾ N. GALLOIS in Brown-Séguard et Robin Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. Tome I. 1864. p. 224.

die Niere erweicht und ging rasch in Fäulniss über. LUDWIG sah in dem gleichen Falle einen so hohen Grad von Verflüssigung der Nierenmasse des Kaninchens, dass nur Flocken nach dem Einschneiden der gespannten Kapsel hervortraten. SCHULZ, BIDDER und ADELMANN erkannten keine Spur der Katzennieren mehr, wenn sie die eine Nierenschlag- und Nierenblutader, die Nerven und den Harnleiter 36 oder 78 Stunden vorher unterbunden hatten. Diese nicht näher erklärbare durchgreifende Verödung des Nierengewebes findet sich nur ausnahmsweise nach der Umschnürung der Nierenerven und der späteren Lösung des Unterbindungsfadens. Man erhält in der Regel nur die Zeichen der Blutstockung in den Nieren und blutigen oder bloss eiweisshaltigen Harn in Folge derselben.

§. 1024. So nachdrücklich sich auch die Nervenwirkung für die Bewegungserscheinungen der einzelnen Theile der männlichen und der weiblichen Geschlechtswerkzeuge geltend macht, so wenig liess sich bis jetzt ein unmittelbarer Einfluss der Nerven auf die Samenbereitung oder die Menstrualblutung nachweisen. Man kann die plötzliche Aenderung oder die Unterdrückung der weiblichen Regeln durch heftige Gemüthsbewegungen, als eine Wirkung der krampfhaften Verengerung und daher auch der Verkleinerung der Poren der Blutgefässe (§. 940 fgg.) ansehen. Ist dieses richtig, so muss es einen Zwischenfall geben, in welchem die aus den Geschlechtswerkzeugen abgehende Flüssigkeit keine Blutkörperchen enthält und daher blasser erscheint.

§. 1025. Die tägliche Erfahrung lehrt, dass plötzliche geistige Aufregungen, wie Schreck oder Trauer die Menge und die Beschaffenheit der Milch ändern können. Unser gegenwärtiges Wissen gibt noch keine näheren Aufschlüsse über diese Wirkungsweise. Die Milchdrüsen der Ziege werden von dem Darm-Leistennerven (*N. ileo-inguinalis*) und dem äusseren Samennerven (*N. spermaticus externus*) versorgt. Hatte ECKHARD diesen zweiten Nervenstamm durchschnitten, so verrieth sich in der Folge kein sichtlicher Einfluss auf die Menge der abgesonderten Milch. Reizte man den peripherischen Abschnitt des Nerven, dessen Trennung Schmerz verursacht hatte, mit elektrischen Wechselströmen, so wurde die Brustdrüse hart und in hohem Grade geröthet.

V. Einfluss des Blutes auf die Nerventhätigkeit.

§. 1026. Der periodisch verstärkte Blutstrom und der Wechsel der Athmungsthätigkeit erzeugen die sogenannten Hirn- und Rückenmarksbewegungen. Treibt die Zusammenziehung der linken Kammer mehr Blut in die Schlagadern, als aus den Venen gleichzeitig abläuft, so kann die freigelegte nachgiebige Masse des centralen Nervensystemes mit der Zusammenziehung und der Erschlaffung der Kammern an- und abschwellen. Füllen sich die Basilararterie und die ganze Willis'sche Schlagaderverbindung zwischen Carotis und Vertebralis stärker mit Blut, so ist es möglich, dass die Hirnmasse emporgeht und später wiederum heruntersinkt. Die Summe dieser Wechselercheinungen bildet die arterielle Hirnbewegung.

§. 1027. Die mässigen Ein- und Ausathmungsbewegungen der ruhigen Athmung wirken nicht merklich auf das Herz und den Blutdruck. Die tiefe Athmung dagegen führt zu durchgreifenden Aenderungen. Man stellte sich früher vor, dass der negative Einathmungsdruck den arteriellen Blutdruck anhaltend vermindert und der positive Ausathmungsdruck ihn während seiner ganzen Wirkungszeit vergrössert. Die Versuche, die LUDWIG und EINBRODT an Hunden machten und die Beobachtungen, die ich an erstarrten Murmelthieren anstellte, lehrten, dass der Gang verwickelter ist. Die tiefe Einathmung erzeugt im Anfange eine Abnahme und später eine Erhöhung des arteriellen Blutdruckes, weil auch Blut in das Herz eingesogen wird, dieses alsdann mehr Blut in die Schlagadern giesst und die Reizbarkeit der Herzmasse durch das erfrischte Blut steigt. Da das Gleiche noch an dem Anfange der Ausathmung fort-dauert und der positive Ausathmungsdruck hinzukommt, so wächst zuerst die Grösse des arteriellen Blutdruckes bis zu ihrem höchsten Werthe. Sie nimmt aber später wiederum ab, weil der Zufluss des Blutes durch die Blutadern vermöge des auf der Brust lastenden Ausathmungsdruckes abgenommen hat. Athmet man tief ein und unmittelbar darauf kräftig aus, so sinkt, wie man sieht, der arterielle Blutdruck auf ein Minimum und steigt hierauf während der Einathmung, setzt seine Erhöhung bis zu einem Maximum während der Ausathmung fort und fällt wiederum während eines späteren Zeitabschnittes desselben. Diese Aenderungen erzeugen zugleich die Athembewegungen des Hirnes und des Rückenmarkes, wenn die stärkere Füllung der Schlagadern und der verminderte Abfluss aus den Blutadern und den Sinus die blossgelegten Massen

des centralen Nervensystemes auszudehnen und zu verschieben im Stande sind. Die eben gegebene Darstellung lehrt aber, dass der Ortswechsel der Nervenmassen den tiefen Athembewegungen der Zeit nach nicht genau entspricht. Die Senkung kann vor dem Ende der Ein- und die Hebung vor dem der Ausathmung aufhören.

§. 1028. Da der Schädel und die Wirbelsäule allseitig abgeschlossen sind, so können nur dann ihre Inhaltsmassen an Volumen zunehmen, wenn der von ihnen ausgehende Druck grösser als der von den Wänden geleistete Widerstand ist. Denkt man sich diese vollkommen starr, so muss ein jeder Ueberschuss von Blut, der in das centrale Nervensystem tritt, eine entsprechende Menge anderer Flüssigkeit z. B. von Lymphe verdrängen. Der Schädel des Erwachsenen bildet eine unausdehnbare und die Wirbelsäule eine nur in geringem Grade zwischen den Wirbelbogen nachgiebige Kapsel. Die festen und die flüssigen Bestandtheile der in beiden enthaltenen Gewebe sind für die Drucke, die hier in Betracht kommen, als incompressibel anzusehen. Tritt mehr Blut in das Gehirn ein oder weniger Blut aus demselben heraus, so weicht Cerebrospinalflüssigkeit und möglicher Weise auch Lymphe nach dem Wirbelcanale aus. Merkliche Hirnbewegungen werden aber erst möglich, wenn der Schädel an irgend einer Stelle durch die Trepanation oder eine andere Verletzung geöffnet worden. Man sieht sie dagegen an gesunden Kindern, so lange als die Knorpelmassen der Fontanellen besonders der grossen, den nöthigen Spielraum den Ortsveränderungen gestatten.

§. 1029. Tritt ein Theil der Cerebrospinalflüssigkeit nach der Eröffnung der Wirbelsäule oder der Trennung der zwischen Atlas und Hinterhaupt gelegenen Weichgebilde aus, so erzeugen sich hierdurch keine dauernden Nachtheile. Das Zittern und die Unsicherheit des Ganges, die man in Hunden zu bemerken pflegt, verlieren sich in der Folge. Die Cerebrospinalflüssigkeit erzeugt sich bei der Fortdauer des Blutlaufes binnen Kurzem wieder. Die Unnachgiebigkeit des Schädels und der Wirbelsäule kann ihr aber eine Wichtigkeit verleihen, die sie an und für sich nicht hat. Man findet nicht selten Fälle des immer angeborenen, weil aus einer Bildungshemmung hervorgegangenen gespaltenen Rückgrathes (*Spina bifida*), in denen ein Wassersack in der untersten Lenden- und der obersten Kreuzbeingegend nach hinten hervortritt. Drückt man ihn, so werden die Kranken ohnmächtig, wenn die Flüssigkeit durch den in der Regel ungewöhnlich weiten Rückenmarkscanal nach dem Schädel

emporsteigt. Hirnwassersucht ruft Betäubung hervor, wenn die Schädelwände nicht nachgeben. Hat sich dagegen die an vielen Stellen knorpelige Schädelkapsel eines Wasserkopfes hinreichend ausgedehnt, so können die geistigen Fähigkeiten selbst bei der beträchtlichsten Erweiterung der Seitenhöhlen und der entsprechenden Verdünnung der Hemisphärenwände des grossen Gehirns bis zu einem gewissen Grade erhalten bleiben. LANCERAUX glaubt beobachtet zu haben, dass die Hypertrophie des Ependyma des Rückenmarkscanals auf die benachbarten Nervenmassen ähnlich, wie der Wasserdruck wirkt und Halblähmung und erhöhte Reflexempfänglichkeit erzeugt.

§. 1030. Bildet der Schädel ein unnachgiebiges Gehäuse, so treibt die Vermehrung der Wassermenge Blut und Lymphe in entsprechendem Verhältnisse aus dem Gehirne aus. Die Ernährung und die Leistungen desselben leiden daher. Die ungleichen Widerstände können es bewirken, dass der Druck der Flüssigkeit nicht überall die gleichen Erfolge hervorruft. Die Theilchen der Nervenfasern und der Ganglienkugeln ändern möglicherweise ihre Orte und ihre Formen. Da das Volumen des Wassers nur um 48 Milliontheile unter dem Drucke einer Atmosphäre abnimmt, so wird die die Hirngewebe durchtränkende tropfbare Flüssigkeit nur den Druck fortpflanzen, nicht aber ihren Umfang in irgend merklicher Weise ändern.

§. 1031. Die ausgedehnten Kalkablagerungen in den Schlagaderwänden alter Leute oder Blutpfropfe, die sich unter krankhaften Verhältnissen bilden, hemmen oft den Blutlauf eines Gliedes zum grössten Theile oder gänzlich. Die Empfindung und die Bewegung verlieren sich dann in denjenigen Theilen, durch die kein Blut mehr kreist. Die Eigenwärme derselben sinkt. Die sie bedeckende Haut erblasst. Die mit Blutpfropfen gefüllten Schlagadern fühlen sich wie harte Stränge an. Die Unterbindung einer grösseren Schlagader führt zu den gleichen Erscheinungen. Sie erzeugt überdiess noch Gefühle des Ameisenlaufens, des Stechens oder des Einschlafens in den entsprechenden Theilen z. B. im Fusse, wenn die Schenkelschlagader unterbunden worden. Diese Empfindungen verlieren sich, das Hautgefühl und die Willkürbewegungen kehren wieder, wenn der Seitenkreislauf eine hinreichende Blutmenge den leidenden Theilen zuführt.

§. 1032. Die Versuche, die man seit SWAMMERDAMM und STENSON an Thieren anstellte, ergänzten diese am Menschen ge-

wonnenen Erfahrungen in wesentlichen Punkten. Hat man die Unterleibs-aorta eines lebenden Säugethieres unterhalb der Abgangsstelle der Nierenschlagadern unterbunden (Stenson'scher Versuch), so bleiben noch zwei Quellen der Blutzufuhr besonders für den obersten Theil der Hinterbeine übrig, die Epigastrica, die Blut aus der Mammaria interna bekömmen und es wiederum durch Seitenzweige an die Nachbarschaft des Beckens abgibt und die Schlagadern, die innerhalb der Wirbelsäule verlaufen. Die Ausdehnung des Unterleibes zu vorgerückteren Zeiten der Schwangerschaft kann den Zufluss durch die Epigastrica merklich verkleinern. Man wird aber diese Schlagader in jedem Falle umstechen, wenn man vollständigere Wirkungen erhalten will. Da man einen geringen Zufluss zu den oberen Theilen des Hinterbeines durch die Gefässe der Wirbelsäule nicht hindern kann, so darf man immer nur reine Erfolge an dem Fusse und dem Unterschenkel, nicht aber in der ganzen Ausdehnung des Oberschenkels erwarten. Dieses zeigt sich auch bei den Wärmemessungen. Die Eigenwärme sinkt rascher, regelmässiger und nachdrücklicher an dem Unter- als an dem Oberschenkel.

§. 1033. Die Empfindung und die willkürliche Bewegung der Hinterbeine schwinden in kurzer, aber keinesweges in einer unmerklich kleinen Zeit. Die letzten Spuren derselben erhalten sich einige und in Einzelfällen selbst zehn Minuten oder etwas länger. Die Nerven sterben dabei für die Wirkung galvanischer Reize eher, als die Muskeln ab. Ströme, die sonst nur Schliessungszuckungen hervorrufen würden, führen sogleich zu Schliessungs- und Oeffnungsverkürzungen. Der Nervenstamm verliert bald seine Kräfte in der Richtung von dem Centrum nach der Peripherie. Er beantwortet nicht mehr die stärksten Schläge des Magnetelektromotors. Der Wille kann die Muskeln der Hinterbeine in der allerersten Zeit bewegen. Diese Zusammenziehungen werden aber bald unvollkommener. Sie sind von Muskelzittern begleitet. Ihre Wiederholung lässt die vollständige Lähmung nur um so rascher auftreten. Galvanische Ströme wirken noch auf die Muskelmasse, wenn sie keinen sichtlichen Einfluss mehr auf die Nervenstämme ausüben. Die Blutgefässe verlieren ihre Reizbarkeit später, als die quergestreiften Muskelfasern. Bleibt nur die Elektrizität, welche die Nerven unmittelbar durchsetzt, einflusslos, so verfallen auch schon die Muskeln nicht mehr in Starrkrämpfe, wenn das Thier durch Strychnin vergiftet worden. Die Beobachtungen von STANNIUS und von BROWN-SÉQUARD lehrten, dass der vollkommene Abschluss des Blut-

laufes die physikalische Beschaffenheit des Muskels in ähnlicher Weise, wie die Todtenstarre ändert und eine Rückkehr zu dem Verkürzungsvermögen durch galvanische Ströme durch die Wiederherstellung des Blutlaufes oder die Einspritzung fremden Blutes möglich ist. Dieses muss jedoch die nöthige Menge von Sauerstoff enthalten. Ist er vorher zum grössten Theile durch Stickstoff oder Wasserstoff ausgetrieben worden, so verliert das Blut die belebende Wirkung nach den Beobachtungen von BROWN-SÉQUARD. SCHIFF fand, dass der Muskelsaft von Muskeln, deren Blutbewegung gehemmt worden, andere Muskeln zu Verkürzungen anregen und steif machen kann. Greift die Zerlegung der ihres Blutlaufes beraubten Muskelmasse tiefer durch, so kann selbst eine saure Beschaffenheit des Muskelsaftes bemerkt werden. Die Zersetzung der durch den Mangel des Blutlaufes veränderten Muskeln schreitet der der gesunden nach dem Tode um eine gewisse Grösse voran. Die Muskeln der Vorderbeine können daher todtenstarr sein, wenn die der Hinterbeine schon merklich faulen.

§. 1034. Die Empfindungs- und die Bewegungslosigkeit treten ein, wenn noch die Nerven und die Muskeln ihre richtigen Ströme am Galvanometer verrathen. Dieses gilt für gesunde, wie für neuroparalytische Glieder. Ich stellte den Stenson'schen Versuch an einer Ratte an, deren linker Hüftnerv fünf Wochen früher unterbunden worden war. Die Zehen des gelähmten Fusses blieben dann immer an einander gelegt. Die Fusssohle war nach oben hin convexer. Der Fuss schwoll ödematös an und bekam ein tiefes Geschwür an der Ferse und ein zweites an der Aussenseite der Fusssohle. Die Lähmung des linken Beines bewirkte, dass das Thier nicht selten bei dem Springen fiel. Ich betäubte es unmittelbar vor der Aortenunterbindung durch Aetherdämpfe und stach die eine Elektrode des Magnetelektromotors in den einen und die andere in den zweiten Unterschenkel. Die Muskeln des gesunden Beines verkürzten sich unter dem Einflusse der Inductionsschläge um eine merkliche Zeit früher, als die des kranken. War die Aorta unterbunden und das Thier nach ungefähr drei Minuten nach dem Abschlusse des Blutlaufes aus dem Aetherrausche erwacht, so hatten Nadelstiche keine Wirkung in dem gesunden Hinterbeine und in dem kranken mit Ausnahme des oberen Theiles des Oberschenkels desselben. Die Ratte war sogleich so munter, dass sie sich nicht bloss die Wunde leckte, sondern auch den gefühllosen Schwanz zu benagen anfang.

Untersuchte ich die Verhältnisse fünf Stunden nach der Unterbindung, so schleppte das lebhafte Thier die hintere Körperhälfte, wie eine todte Masse nach sich. Es rührte sich nicht, wenn man die Flamme einer Weingeistlampe so lange unter den Fusssohlen hielt, dass die Dräthe des Käfigs heiss wurden oder man ein Stück des Schwanzes zu Kohle verbrannte. Befestigte ich wiederum je eine der beiden Elektroden in je einem Unterschenkel, so zeigte sich keine Spur von Zusammenziehung, wenn selbst die Schläge des Magnetelektromotors so stark waren, dass ich sie mit trockenen Fingern nicht aushalten konnte. Der gesunde Oberschenkel schien noch etwas empfindlich zu sein. Die gelähmte Fusssohle fühlte sich merklich kälter als die gesunde an.

Brauchte ich 15,000 Windungen und die Nebenschliessung des Sauerwald'schen Galvanometers, so trieben die natürliche Längsfläche und der künstliche Querschnitt eines Sartorius des Frosches die Nadel an die Hemmung und hielten sie später in der Nähe derselben. Eine aus dem gesunden Unterschenkel der lebenden Ratte ausgeschnittene Muskelprobe von nahezu den gleichen Durchmessern, wie jener Sartoriusabschnitt, lieferte einen ersten Ausschlag von 85° und eine Ruhelage von 37° bei halbem Galvanometer allein. Eine ähnliche Muskelprobe aus dem kranken Unterschenkel führte die Nadel an die Hemmung und liess sie später bei 74° stehen bleiben. Da sich auf diese Weise ein nur wenig geschwächerter richtiger Muskelstrom fünf bis sechs Stunden nach der Aortenunterbindung zeigte, das Verkürzungsvermögen der galvanisch gereizten Muskeln aber eine geraume Zeit vorher geschwunden war, so folgt, dass der Mangel des Blutlaufes dem Muskel seine Fähigkeit der Zusammenziehung rauben kann, ohne dass sein richtiger Muskelstrom aufhört, geschweige denn sich vermöge der Todtenstarre umkehrt.

Die Ratte starb zwischen 8 und 10 Stunden nach der Aortenunterbindung. Die Untersuchung der einzelnen Theile der Leiche wurde erst am folgenden Tage 23 bis 24 Stunden nach jenem Eingriffe vorgenommen. Die beiden Hinterfüsse waren biegsam, der gelähmte in dem ersten Versuche vielleicht etwas mehr, als der gesunde. Die stärksten Schläge des Magnetelektromotors führten zu keiner Spur von Bewegung in den Vorder- oder den Hinterbeinen. Ein dünner Stamm des Achselgeflechtes lieferte einen richtigen Nervenstrom von 14° und nach dem Umlegen einen solchen von 13° bei 30,000 Windungen des Galvanometers. Derjenige Theil

des kranken Hüftnerven, der oberhalb der Unterbindungsstelle lag, gab einen richtigen Nervenstrom von 5^0 und einen solchen von 10^0 nach dem Umlegen. Die Primitivfasern zeigten keinen Unterschied von gesunden Fasern und lieferten die gewöhnliche negative Wirkung in polarisirtem Lichte (§. 75.). Diejenige Abtheilung des Hüftnerven dagegen, die sich unterhalb der Unterbindung befand, gab einen umgekehrten Strom von 5^0 bei dem ersten Auflegen sowohl als nach dem Umlegen. Die in reichlichem Bindegewebe eingehüllten Nervenfasern führten Markmassen, die sich meist auf der Stufe der Querlinien oder der gesonderten Vierecke (§. 92.) befanden. Geronnene körnige Zwischenmassen oder selbst leere Hüllen fanden sich ausnahmsweise an einzelnen Stellen. Die geronnenen Massen besaßen eine kräftige Doppelbrechung. Einzelne von ihnen zeigten Kreuze oder unregelmässige dunkle Linien. Sie wirkten stark negativ. Die neben diesem peripherischen Abschnitte liegende Muskelmasse gab noch einen richtigen Strom von 5^0 und bei dem Umlegen einen solchen von 6^0 für die natürliche Längsfläche und den künstlichen Querschnitt. Viele ihrer Fasern hatten Querstreifen und Längsfäden. Sie waren in Bezug auf ihre Längsachse optisch positiv und lieferten den sogenannten Disdiaklastenwechsel an vielen Faltungsstellen. Der Hüftnerv der gesunden Seite endlich verrieth einen richtigen Nervenstrom von 12^0 und einen solchen von 14^0 nach dem Umlegen. Die neben ihm befindlichen Muskelmassen zeigten richtige Ströme. Sie waren von zahlreichen mit Blut gefüllten Haargefässen durchzogen. Keine einzige der am Galvanometer untersuchten Muskelproben des gesunden oder des kranken Beines zog sich unter dem Einflusse der stärksten Schläge des Magnet-elektromotors zusammen.

Diese Erfahrungen lehren, dass nicht bloss die völlig unthätigen Muskeln, sondern auch die früher absterbenden Nerven ihren richtigen Nervenstrom lange nach dem Tode beibehalten. Man hat hier eine neue Bestätigung der schon §. 245. fgg. besprochenen Erscheinung, dass die Wirkungen auf das Galvanometer und die Lebendthätigkeiten der Nerven und der Muskeln nach verschiedenen Richtungen auseinander gehen können.

§. 1035. Wurde die Unterleibs-aorta so hoch als möglich unterbunden, so geht auch das Empfindungsvermögen des untersten Theiles des Rückenmarkes verloren. Der Mangel seiner Bewegungseinflüsse lässt sich natürlich nicht nachweisen, weil schon die dem Blutlaufe entzogenen Nerven die gewöhnliche Wirkung unmöglich

machen. Da die Muskeln und die Nerven unthätig werden, wenn der Kreislauf für sie allein aufgehoben ist, so folgt, dass hier örtliche Ernährungsstörungen und nicht erst der Einfluss des centralen Nervensystemes die Lähmung herbeiführt. Sie tritt auf, die Haargefässe der Nerven oder der Muskeln mögen leer oder mit stockendem Blut gefüllt sein. Dieser zweite Fall zeigt aber, dass die ruhende Blutmasse nicht ausreicht, die Gewebe für eine irgend längere Zeit zu beleben. Die Stoffe, welche diese Wirkung ausüben und unter diesen besonders der Sauerstoff, müssen immer von dem Blute von neuem zugeführt werden. Die Nerven haben sie weit mehr als die Muskeln nöthig. Die Gewebselemente erleiden aber im Anfange so geringe Veränderungen durch den Mangel derselben, dass weder das Mikroskop noch das Galvanometer ein sicheres Zeichen der Leistungsunfähigkeit verräth, wenn die Reizbarkeitsversuche dieselbe schon in vollem Umfange nachweisen. Man darf erwarten, dass feinere Prüfungsarten auch hier die entsprechenden Unterschiede der Molecularbeschaffenheit darlegen werden. Ist der Kreislauf wiederum hergestellt, so kehrt zuerst die idiomusculäre Zusammenziehung wieder. Die galvanischen Ströme wirken bald darauf, wenn sie durch die Muskelmasse, nicht aber wenn sie durch den Nervenstamm geleitet werden. Dieser erhält endlich seine Leistungsfähigkeit ebenfalls zurück.

§. 1036. Drückte SCHIFF¹⁾ die Halsschlagader neben dem Kehlkopfe an sich oder an anderen gesunden Menschen zusammen, so erblasste sogleich die entsprechende Gesichtshälfte. Die Meisten sahen etwas undeutlicher. Ein Gefühl prickelnder Wärme, das eine grosse Aehnlichkeit mit dem Einschlafen der Glieder hatte, und sich bald zu dem Eindrucke der Hitze steigerte, fand sich in der gegenüberliegenden Hälfte des Gesichtes und des Rückens bis zur Mittellinie des Körpers, so wie in der oberen und der unteren Gliedmaasse der der Druckstelle entgegengesetzten Seite, vorzüglich der Hand und dem Fusse ein. Die Schmerzensempfänglichkeit nahm hier später ab und die Willkürbewegungen kamen ebenfalls unvollkommener zu Stande. Muskelzittern und selbst ausgedehntere Krämpfe traten in Ausnahmefällen auf. Setzte man den Versuch länger als drei Minuten fort, so schwanden allmählig die Lähmungserscheinungen unter den Gefühlen des Brennens oder des Ameisenlaufens, weil sich wahrscheinlich indessen der Seitenkreislauf hergestellt hatte.

¹⁾ SCHIFF, Physiologie S. 108.

Man kann daher eine Carotis ohne Bedenken im Menschen unterbinden. Doch sollen auch Fälle mit nachfolgender halbseitiger Lähmung oder örtlicher Hirnerweichung vorgekommen sein. Drückt man beide Carotiden gleichzeitig zusammen, so werden bald die Hände so schwach, dass sich der Versuch von selbst beendigt.

§. 1037. Die Unterbindung der zwei Carotiden des Menschen scheint gefährlicher, als die der Säugethiere zu sein. Diese leiden nur an vorübergehender Beschleunigung des Herzschlages und der Athmung. Die Ligatur der beiden Wirbelschlagadern wirkt in ähnlicher Weise auf die Athmung und macht die Gangbewegungen des Thieres unsicherer und unregelmässiger¹⁾. Diese Erscheinungen verlieren sich aber ebenfalls nach der Herstellung des Seitenkreislaufes. Drückt man die Wirbelschlagadern nach der Unterbindung der Carotiden zusammen, so erzeugen sich Krämpfe. Die Pupille kann sich verengern und später erweitert bleiben, ohne dass deswegen die Erholung nach dem Freigeben der Wirbelschlagadern unmöglich ist. Diese Unterbrechung des Blutlaufes und der hierdurch bedingte Scheintod können länger ohne Vernichtung des Lebens dauern, wenn man indessen die künstliche Athmung unterhalten hat, als wenn dieses nicht der Fall war. Unterbindet man beide Carotiden und beide Vertebralen unmittelbar nach einander, so sterben die Kaninchen oder die Hunde nach kurzer Zeit unter Krämpfen und Betäubungserscheinungen. Das linke Herz kann dann nach KUSSMAUL und TENNER noch fortschlagen, wenn schon die Muskeln der Gliedmaassen todtenstarr geworden sind. Reichliche Speichelabsonderung, Darmbewegungen, unwillkürliche Harn- und Kothentleerung begleiten häufig die Betäubung und die Krämpfe, die vor dem Tode eintreten. Die Reflexerregung der Hornhaut erhält sich oft nach diesem länger, als die der Bindehaut der Sklerotica.

§. 1038. Die von VIRCHOW, TRAUBE, HASSE, GRÄFE und COHN beschriebene Embolie besteht darin, dass Klappenfehler des Herzens, Entartungen der Blutgefässwände oder andere Störungsursachen des Blutlaufes oder eine nicht näher anzugebende Entmischung des Blutes Pfröpfe erzeugen, die mit dem Blute kreisen und einzelne Gefässe dauernd oder vorübergehend verstopfen. Man ahmt die Folgen dieser Erscheinung in Thieren am sichersten nach, wenn man pulverförmige unlösliche Körper z. B. eine Mischung von Lycopodiumpulver und Wasser nach FLOURENS und VULPIAN, oder eine Emulsion von

¹⁾ SCHIFF, Physiologie. S. 109.

* Valentin, Pathologie der Nerven. II.

Wachskügelchen nach PANUM in die Gefässe spritzt. Eine Embolie der Schlagaderzweige eines Hirnbezirkes kann in dem ersten Augenblicke reizend wirken und daher Krämpfe oder Epilepsie zur Folge haben ¹⁾. Lähmungserscheinungen ²⁾, wie Bewusstlosigkeit, Blindheit, Taubheit, halbseitige Lähmung der Glieder, Athembeschwerden treten je nach Verschiedenheit der getroffenen Gefässe häufig auf. Es kommt vor, dass auf diese Weise eine grosse Zahl von Schlaganfällen und die sie begleitende halbseitige Lähmung in wenigen Stunden erscheint und wiederum schwindet. Erhält sich die Embolie, so kann sie später Erweichungen und andere Entartungen der Hirnmasse zur Folge haben. Kommt sie in anderen Bezirken, als in dem centralen Nervensysteme vor, so stört sie auch hier die Thätigkeit der von den verstopften Gefässen abhängigen Muskeln und Nerven. Hatte ich die Stämme der Augenschlag- und der Augenblutader des Kaninchens bei dem Versuche, den Sehnerven in der Augenhöhle zu trennen, durchschnitten, so trübten sich die Hornhaut und die Krystalllinse ³⁾. GRÄFE zeigte ausführlich, wie die Embolie der Netzhautgefässe zu Blindheit führen kann, wenn sich kein hinreichender Seitenkreislauf zwischen der Aderhaut und der Netzhaut herstellt ⁴⁾. Wurden von VULPIAN Bärlappsamen und Wasser in die Bauchorta eines Hundes in peripherischer Richtung gespritzt, so verloren sich die Willkürbewegungen der Hinterbeine schon nach zwei Minuten. Die Empfindlichkeit der Zehen schwand nach ungefähr zehn Minuten und die der Leistengegend später. Der Hüft nerv wirkte nicht mehr motorisch nach 28 Minuten und der Galvanismus auf die Muskelmassen nach anderthalb Stunden. Die idiomusculäre Zusammenziehung dagegen erhielt sich zwei und eine halbe Stunde und die Empfindlichkeit des Hüftnerven über drei Stunden. Die Eigenwärme der Muskeln war auf 26° 5 C. nach der ersten Viertelstunde gesunken. PANUM ⁵⁾ verstopfte die Schlagadern von Hunden durch das Eintreiben von Wachs- oder Quecksilberkügelchen oder von Luftmassen. Die Unwegsamkeit der Arterien des Darmes erzeugte Erbrechen, Durchfall, Geschwüre im Magen und in dem Dünndarme, vorzugsweise in den Peyer'schen Drüsen, brandige

¹⁾ GERHARDT, Medicinisches Centralblatt 1864. Nr. 15. S. 220.

²⁾ Siehe z. B. LANCERAUX bei EISENMANN in Canstatt's Jahresbericht für 1862. Würzburg 1863. 4. S. 32–39.

³⁾ Siehe das Nähere De functionibus nervorum. p. 14.

⁴⁾ Ueber diesen siehe KUGEL, Gräfe's Archiv. Bd. IX. Abth. III. 1863. S. 129. 132.

⁵⁾ PANUM, Virchow's Arch. 1862. S. 251.

Zerstörung der Darmschleimhaut und in Folge derselben Fäulnisszersetzung des Blutes. Die Füllung der entsprechenden kleineren Schlagadern mit Luft führte zum Ausfallen der Haare, zu Ekchymosen, wie bei der Werlhof'schen Fleckenkrankheit, zu Ekzem der Lippen und des Zahnfleisches. Die durch Quecksilber bewirkte Embolie der Muskelarterien rief Lähmung, die der Nierenschlagadern blutigen und eiweisshaltigen Harn, die der Leberschlagader kleine Blutergüsse aus den Verzweigungen der Pfortader und feste gelb und roth gefleckte Knoten in der Lebermasse hervor. Die Embolie der Rückenmarksarterien endlich kann Krämpfe, Lähmung der von dem Rückenmarksbezirke abhängigen Nerven und die der Hirnschlagadern Starrkrampf, der spätestens nach einigen Stunden tödtet, zur Folge haben.

§. 1039. Die Unterbindung der Schlagadern lehrt schon, dass die Muskeln und in noch höherem Grade die Nervenstämme den Zufluss des hochrothen Blutes keine irgend lange Zeit zu entbehren im Stande sind. Die zu ihrer Leistungsfähigkeit nöthige Mischung befindet sich in einem so labilen Gleichgewichte, dass sie sich nur zu erhalten vermag, wenn eine fortwährende Erneuerung durch hochrothes Blut unterhalten wird. Da aber der Ersatz der Ernährungsflüssigkeit durch Wasser die Lebenseigenschaften der Muskeln und der Nerven nicht aufhebt, so handelt es sich um eine anhaltende Wiederherstellung der eigenthümlichen Masse jener Theile. Die Thatsache, dass die Nervenstämme ihre Kräfte nach dem Abschlusse der Blutbewegung früher als die Muskeln verlieren und später als sie nach Wiederherstellung des Kreislaufes wieder gewinnen, rührt wahrscheinlich davon her, dass hier eine Molecularbeschaffenheit nöthig ist, die nicht bloss den inneren, sondern auch den äusseren Widerstand der Nervenregung überwinden muss (§. 207.).

§. 1040. Wird das in den Haargefässen der Körpertheile erzeugte dunkelrothe Blut nicht sogleich fortgeführt, schwängert es sich aus diesem oder aus einem anderen Grunde zu sehr mit Kohlensäure, so wirkt es gleich anderen örtlichen Schädlichkeiten zuerst reizend und dann lähmend ein. Man sieht daher nicht selten einzelne Muskelbündel nach der Unterbindung der Schlagadern zucken. Der Grössenwechsel des Sehloches in allen Fällen, in denen das Blut in der Regenbogenhaut oder in den sie beherrschenden Nerven gebildet stockt, die Wurmbewegung der Eingeweide, welche der Aortenunterbindung nachfolgt, die Zusammenziehungen der Harnblase, der Samenblasen, der Gebärmutter, das häufig beobachtete

Gebären trächtiger Thiere, besonders der Meerschweinchen, und die Krämpfe, die den Erstickungstod begleiten, erklären sich aus den Einwirkungen des dunkelrothen Blutes.

§. 1041. Die Empfänglichkeit der Nerven und der Muskeln im Leben oder nach dem Tode nimmt mit der Erhöhung dieser von dem Blute ausgehenden Bedingungen bis zu einem gewissen Grade zu. Die schon früher (§. 883.) erwähnte Vergrößerung der Schmerzempfindlichkeit der harten Hirnhaut, der Nervenknotten und der aus ihnen hervortretenden Aeste und selbst der sensiblen und motorischen Leistungsfähigkeit der einzelnen Theile des centralen Nervensystemes rührt wahrscheinlich von der Einwirkung des Sauerstoffes der Luft her. Ersetzt man ihn durch Wasserstoff, so fehlt die Erscheinung nach der Angabe von BROWN-SÉQUARD. Spritzt man grosse Mengen hochrothen Blutes von der Arterie aus durch die Masse eines Gliedes, so nimmt die Reizbarkeit der Muskeln und der Nerven desselben sichtlich zu, während die Einführung dunkelrothen Blutes den entgegengesetzten Erfolg nach sich zieht. Dieses kann sogar die verschiedenartigen Hyperästhesieen, die nach halbseitigen Verletzungen des Rückenmarkes und des verlängerten Markes eintreten, beseitigen. Leitet man hochrothes Blut durch die Kranzschlagadern des ruhenden Herzens, so fängt dieses häufig von neuem zu schlagen an. Die künstliche Athmung belebt dasselbe in auffallendem Grade und erhöht die Leistungsfähigkeit aller Muskeln und aller Nervenmassen, zu denen das hochrothe Blut gelangt. Unterbindet man den Anfang der Brustaorta eines frisch getödteten Kaninchens, halbirt das Thier unterhalb der Ligaturstelle und spritzt hochrothes Blut in die aufsteigende Aorta, so kann es vorkommen, dass der Kopf Athembewegungen, wie in der Erstickungsnöth macht und die Reflexempfindlichkeit der Bindehaut des Auges wiederkehrt. Gelänge es, den Gedanken von GOLTZ durchzuführen, nämlich ein abgeschnittenes Glied zu einem Seitenstück des Kreislaufsbezirkes eines lebenden Thieres zu machen, so würde es wahrscheinlich seine Lebenseigenschaften die längste Zeit bewahren. Die günstigen oder die ungünstigen Wirkungen der Anwesenheit oder des Mangels des Sauerstoffes greifen in allen Fällen schnell durch. Untergeordnete Unterschiede der Art oder der Blutmischung überhaupt erzeugen rasch die verschiedenartigsten Schwankungen der Leistungsfähigkeit in dem gesunden, wie in dem kranken Zustande. Es handelt sich aber hier um Veränderungen der Molecularbeschaffenheit, zu deren genügender Verfolgung unsere physikalischen und chemischen Hilfs-

mittel nicht ausreichen und die wir daher nur durch die Lebensleistungen zu erkennen und auszumessen im Stande sind.

§. 1042. Dasselbe gilt von den Bedingungen, welche die Reizbarkeit kürzere oder längere Zeit nach dem Tode erhalten. Die entgegengesetzten Beziehungen können hier zu dem gleichen Ziele führen. Die Empfänglichkeit der Nerven und der Muskeln der winter-schlafenden Marmelthiere dauert oft sehr lange nach dem Tode. Die niedere Eigenwärme und das eigenthümlich kirschrothe Blut bilden wahrscheinlich die Ursache der Zähigkeit. Man kann etwas Aehnliches durch die künstliche Abkühlung wacher Säugethiere erreichen. Die Athmung führt dann einen dichteren Sauerstoff, also mehr an Gewicht, wenn auch nicht an Volumen ein. Man erhält aber auch umgekehrt alle Lebenserscheinungen der Muskeln und der Nerven eines Kaninchens weit länger, wenn man das Thier unmittelbar nach dem Tode in eine Wärme von 35° bis 40° bringt. Die Trennung der Nervenorgane kann ähnliche Erscheinungen in den Muskeln bedingen. Die Reizbarkeit derselben verharret meist in dem Hinterbeine eines Frosches, dessen Hüftnerf durchschnitten worden, längere Zeit nach dem Tode als in dem gesunden Gliede. Erstickt man ein Säugethier, dessen Hüftnerf einige Zeit vorher getrennt worden, so verfällt oft das gelähmte Bein später in Krämpfe als das gesunde. BERNARD gibt an, dass die Empfänglichkeit der Nerven und der Muskeln eines getödteten Kaninchens besser erhalten bleibt, wenn man das untere Halsmark sieben Stunden vorher durchschnitten hat. Die Verletzung des verlängerten Markes zieht diese Folge nicht nach sich.

§. 1043. Der Mangel des Blutlaufes übt noch einen sichtlichen Einfluss auf die Geschwindigkeit der Aufsaugung. Hat man die Bauch-aorta unterhalb der Nierenschlagadern unterbunden, so werden Blutlaugensalz und Strychnin gar nicht oder in den günstigsten Fällen bei weitem langsamer, als sonst aufgesogen. Eisenchlorid kann für das Eisenkaliumcyanür und Schwefelsäure und chrom-saures Kali für das Strychnin nachweisen, dass sich beide Körper von der Anwendungsstelle aus in der Ernährungsflüssigkeit durch Diffusion verbreiten. Dieser Umstand hat nicht selten irrige Deutungen bei der Beurtheilung solcher Versuche herbeigeführt.

§. 1044. Macht man eine Reihe von Aderlässen hinter einander, so wird das Blut immer wasserreicher. Die Querschnitte der Blutgefäße verkleinern sich nicht in gleichem Verhältnisse mit der Abnahme der Blutmenge. Lymphe und Ernährungsflüssigkeit gehen

daher in reichlicher Menge in das Blut über. Dieses ist daher verhältnissmässig ärmer an Blutkörperchen. Da sie aber die Hauptträger des Blutfarbestoffes, mithin auch der Farbenänderung bilden, so wirkt der Blutverlust gleich einer Abnahme der Sauerstoffzufuhr und erzeugt daher unmittelbar ein Sinken der Nerventhätigkeit, das sich durch Schwäche und selbst durch Bewusstlosigkeit verrieth, und mittelbar vermöge der verhältnissmässigen Erhöhung des Kohlensäuregehaltes des Blutes Reizerscheinungen, wie subjective Sinnestäuschungen und Muskelkrämpfe. Weil die Neubildung der Blutkörperchen eine gewisse Zeit selbst unter den günstigsten Nebenbedingungen fordert, so bleibt immer eine Reihe von Nervenstörungen nach grossen Blutverlusten lange zurück. Die Transfusionsversuche können am deutlichsten zeigen, wie ein durch Blutverluste scheinodt gewordenes Thier, das bewusstlos und ohne Willkürbewegung mit mattem Auge und erweiterter Pupille daliegt und nur nach längeren Pausen ein Mal schwach oder schnappend athmet, seine frühere Lebendigkeit in kurzem wiedergewinnt, wenn man ihm geschlagenes, aber blutkörperchenreiches Blut eines anderen Säugethieres in nöthiger Menge eingespritzt hat. Man muss es selbst gesehen haben, wie leicht die Lebenskräfte eines, wie es scheint, unrettbar verlorenen Thieres wiederkehren, um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass die Transfusion des Blutes eines Säugethieres in die Gefässe eines Menschen selbst in den verzweifeltsten Fällen noch möglicher Weise nützen kann. So zweckmässig es ist, das Blut zu schlagen, um Embolien (§. 1038.) zu verhüten, so wenig kommt es für die erste Belebungswirkung darauf an, dass das Blut sehr reich an Blutkörperchen sei. Der günstige Einfluss nimmt im Allgemeinen mit der Zahl der letzteren zu, weil auf diese Art eine grössere Menge von Sauerstoffträgern zugeleitet wird. Allein die ersten Besserungszeichen können schon zum Vorschein kommen, wenn eine nur mässige Menge von Blutkörperchen eingeführt worden. Da der Verblutungstod in Hunden und Kaninchen nach den Beobachtungen von VIERORDT erst durchgreift, wenn die Anzahl der Blutkörperchen auf die Hälfte oder auf ein Dritttheil gesunken ist, so bleibt hier ein ziemlich grosser Spielraum offen. Es ereignet sich wahrscheinlich schon in dem unversehrten Körper oft genug, dass Störungen der Beschaffenheit vieler Blutkörperchen zu Nervenverstimmungen führen. Man darf nur nicht glauben, dass deshalb die Zahl derselben z. B. in Bleichsüchtigen nothwendig abgenommen hat, weil die Menge des in jedem Körperchen enthaltenen Blutfarbe-

stoffes innerhalb beträchtlicher Grenzen wechseln kann. VIERORDT fand selbst in gesunden Thieren, dass eine stärkere Färbung keinen Rückschluss auf die in der Volumeneinheit enthaltene Menge der Blutkörperchen gestattet.

§. 1045. Schädliche Stoffe können auf dreierlei Hauptwegen dem Nervensysteme zugeführt werden. Sie kommen mit ihm in unmittelbare Berührung, treten an einer Stelle des Körpers unmittelbar oder mittelst der Saugadern in das Blut oder werden in dieses eingespritzt. Findet keine weitere chemische Zersetzung Statt, so hängen die Erfolge von der Menge des Giftes, das auf einen bestimmten Bezirk in der Zeiteinheit wirkt und der Beschaffenheit des Nerventheiles ab. Der von den Vergiftungen handelnde Abschnitt wird uns eine Reihe von Beispielen in dieser Hinsicht liefern. Wir wollen daher hier nur eines, die Wirkung des Strychnins erläuterungsweise hervorheben.

Taucht man einen peripherischen Nerven in die wässrige Lösung eines neutralen Strychninsalzes, so erhält man im Wesentlichen nur die Erfolge des Wassers, weil sich die eigenthümlichen Einflüsse des Strychnins auf die Ganglienkugeln des verlängerten Markes und des Rückenmarkes beziehen. Hat man das Herz eines Frosches ausgeschnitten, das Rückenmark blossgelegt und Strychninlösung auf dieses gegossen, so können die eigenthümlichen tetanischen Reflexkrämpfe zum Vorschein kommen. Allein die Wirkung ist in der Regel schwächer, als man es nach der Menge des angewandten Strychnins erwartet, weil dieses nur durch Diffusion durch die weisse Masse des Rückenmarkes zu der grauen gelangt und sich hier wahrscheinlich immer ungleich vertheilt. Wird das Strychnin unter die Haut gebracht, so gehen nach und nach gewisse Mengen desselben in das Blut über, mengen sich mit diesem in inniger Weise durch Vermischung oder Osmose und durch den Blutlauf und gelangen mit ihm fein und ziemlich gleichmässig vertheilt zu einer grossen Zahl von Ganglienkugeln des verlängerten Markes und des Rückenmarkes. Die kleinsten Gaben von Strychnin können auf diese Art die grösste Reflexempfindlichkeit allmählig erzeugen. Spritzt man endlich eine verhältnissmässig starke Strychninlösung in die Drosselblutader eines Säugethieres, so stirbt es oft sogleich unter heftigem Zusammenschütteln, weil hier grosse Mengen auf ein Mal den mannichfachen Ganglienkugeln des centralen Nervensystemes zugeführt werden. Man sieht hieraus, dass der unmittelbare oder mittelbare Uebergang in das Blut auf dem Wege der Einsaugung

einen doppelten Vortheil gewährt. Der Blutlauf vertheilt das Gift auf die einzelnen Ganglienkugeln nach Maassgabe der Haargefässe derselben. Da ein Minimum in jedem kleinen Zeittheile neu hinzukommt, so kann das Gift die Beschaffenheit der Ganglienkugeln allmählicher ändern und eine Reihe von Zwischenwirkungen vor der völligen Lähmung erzeugen.

§. 1046. Alle Stoffe, die es den Blutkörperchen und dem Blutfarbstoffe überhaupt unmöglich machen, Sauerstoff aufzunehmen oder die dem belebenden Blute zukommenden Eigenschaften zu gewinnen, führen den Tod auf dem Wege der Athmungshemmung oder richtiger durch den Mangel des nöthigen ununterbrochenen Verbrennungsprocesses im Gehirn herbei. LIEBIG schrieb z. B. diese Wirkungsweise dem Chlor und dem Schwefelwasserstoffe zu. Es ist kaum wahrscheinlich, dass das in den Blutkörperchen erzeugte Chlor- oder Schwefeleisen den Uebergang von dunkelrothem in hellrothes Blut hindert. BERNARD leitet die tödtliche Wirkung des Kohlenoxyds davon her, dass es sich des Sauerstoffes der Blutkörperchen bemächtigt und diese unfähig macht, neuen Sauerstoff aufzunehmen. Andere Gifte schaden dadurch, dass sie in die Blutflüssigkeit und aus dieser in die Nervengewebe übergehen. Die Beschaffenheit der letzteren bestimmt dann, welche Arten von Erfolg zum Vorschein kommen.

§. 1047. Da der Weingeist nach dem Genusse geistiger Getränke aus den Lungen unverändert abdunstet, so gelangt er auch als solcher aus dem Blute zu den Nervengeweben. Die Markmassen werden zuerst beweglicher und dann unbeweglich, wenn die sogenannte Gerinnung des Markes eingreift. Die höhere Reizbarkeit, die fröhlichere Gemüthsstimmung und später die Gleichgewichtsstörungen der Betrunknen rühren nicht hiervon, sondern von einer sich immer mehr steigernden grösseren Empfänglichkeit der Ganglienkugeln her. Sie verliert sich in gewöhnlichen Fällen, bleibt aber zurück und drückt sich als Säuferzittern aus, wenn sich der Eingriff allzuhäufig wiederholt hat.

§. 1048. Die Betäubung durch Aether- und durch Chloroformdämpfe kann mehrere der über die Wirkungen des Blutlaufes aufgestellten Sätze näher erläutern. Dieselbe Menge von Aether, die in Dampfform eingeathmet worden, wirkt stärker, als wenn man sie tropfbar flüssig in den Mastdarm gespritzt hat. Während jene zu Bewusstlosigkeit führt, kann dieser Erfolg bei der zweiten Anwendungsart ausbleiben und dafür eine grössere Reflexempfindlich-

keit des Rückenmarkes zum Vorschein kommen. Man hat daher verschiedene Wirkungen, je nachdem der Aetherdampf wie ein Gas von dem Blute verschluckt oder als flüssiger Aether in ihm enthalten ist. Chloroform erzeugt nach KUSSMAUL Todtenstarre des Gliedes, wenn es in geringer Menge in die Schlagadern desselben eingespritzt worden. Nur Senföl, Anisöl und Fenchelöl wirken in ähnlicher Weise in eben so kleinen Gaben. Spritzt man Chloroform so ein, dass es mit dem Blute zu dem centralen Nervensysteme in reichlicher Menge geführt wird, so stirbt das Thier in kurzer Zeit.

Die Reihenfolge der Einzelercheinungen, die sich bei dem Einathmen der Aether- oder Chloroformdämpfe zeigen, belehrt über den Widerstand, den die einzelnen Abschnitte des Nervensystemes der Einwirkung der Aetherdämpfe entgegensetzen. Die Zeichen der erhöhten Empfänglichkeit gehen auch hier denen der Abnahme voran. Beide verrathen sich zuerst in den geistigen und den Sinnesthätigkeiten, also in den Wirkungen der grauen Massen des Gehirns. Man hat später Analgesie (§. 610.) bei noch vorhandenem Tastgefühl, zum Beweise, dass dann die grauen Massen des Rückenmarkes ihre Leistungsfähigkeit eingebüsst haben, die Erregung also den ungewöhnlichen ausschliesslichen Weg durch die weissen Hinterstränge verfolgen muss (§. 611.). Das Tastvermögen und daher auch diese Wirkung der hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven verlieren sich dann eher, als die Empfänglichkeit der vorderen oder der Bewegungsnerven überhaupt. Führt aber FLOURENS flüssigen Aether in die Schlagadern von Hunden in beliebiger Richtung ein, so schwand das Bewegungsvermögen eher als die Tastempfindlichkeit. Diejenigen Theile des verlängerten Markes, welche die Athembewegungen leiten, wurden zuletzt gelähmt. Die §. 1045. gemachte Bemerkung erklärt es, wesshalb die Aether- und die Chloroformdämpfe auf Frösche, deren Herz ausgeschnitten oder deren Arterienstamm unmittelbar über seiner Anschwellung unterbunden worden, langsamer wirken.

§. 1049. Der Organismus selbst stellt bisweilen eine Blutmischung her, die einzelne Nervenmassen reizt oder lähmt. Jedes zu kohlen-säurehaltige Blut führt zu subjectiven Gesichts- und Gehörempfindungen, zu anderen Sinnestäuschungen, zu Schwindel und Bewusstlosigkeit und später zu Krämpfen der rothen Muskeln und nicht selten zu lebhaften Bewegungen einfacher Muskelmassen, wie der des Dünndarmes, des Mastdarmes oder der Harnblase. Die künstliche Athmung greift bisweilen so nachdrücklich durch, dass ein

purpurrothes Blut in die Venen übertritt. Die Reflexempfänglichkeit und die Erregbarkeit der Nerven und der Muskeln überhaupt vergrößern sich dann in auffallendem Grade.

§. 1050. Die Zersetzungsstoffe, die bei sogenannter Pyämie, Carbunkel, Typhus und Faulfiebern im Blute kreisen, stören und lähmen endlich die Thätigkeiten des centralen Nervensystemes. Die Schüttelfröste, die nicht selten die Entmischung des Blutes zuerst verrathen, das spätere Irrereden, die Bewusstlosigkeit und die Schlafsucht bilden nur die Folgen der krankhaften Ernährungsänderung desselben. Weder das Mikroskop noch die chemische Analyse konnte bis jetzt die näheren Verhältnisse der Aenderung der Blutmasse nachweisen. Die Urämie scheint in dieser Hinsicht etwas zugänglicher zu sein. Die von FRERICHs vertheidigte Ansicht, dass sich der Harnstoff nach der Ausrottung der Nieren nicht bloss im Blute anhäuft, sondern auch in kohlensauerem Ammoniak wie bei der Fäulniss verwandelt und dieses die wesentlichen Zeichen jenes Leidens, die Zunahme der Anzahl der Athemzüge bei Verminderung der Pulsfrequenz, die örtlichen Zuckungen oder die allgemeinen Krämpfe, die Betäubung und die Schlafsucht erzeugt, wird durch physiologische Versuche nicht gestützt. Die Einspritzung von kohlensauerm Ammoniak in das Blut wirkt allerdings schädlich. Wenn aber PETROFF angibt, Ammoniak in dem Blute, der Galle und dem Magensaft von Hunden und Katzen, deren Nieren er ausgerottet hatte, gefunden zu haben, so konnte dagegen MUNK nur geringe Mengen oder gar kein Ammoniak, wohl aber Harnstoff in den erbrochenen Massen, dem Darminhalte und dem Blute von Hunden und Kaninchen in dem gleichen Falle bemerken. Der Harnstoff und das Kreatin erschienen in reichlicherer Menge in dem Blute und den Muskeln. Fehlt die Nierenthätigkeit, so gehen die sonst durch den Harn entleerten Stoffe, also auch reichliche Wassermengen in die verschiedensten Körperhöhlen, den Magen, den Darm, die serösen Säcke und die die Gewebe tränkende Flüssigkeit über. TRAUBE suchte die urämischen Erscheinungen von dem hierbei entstehenden Oedem des centralen Nervensystemes, besonders des Gehirnes herzuleiten.

VI. Oertliche Nervenstörungen.

§. 1051. Alle Arten örtlicher Nervenstörungen, die mechanischen, die thermischen, die elektrischen und die chemischen erhöhen die Beweglichkeit der Nervenmolecüle, ehe sie sie vernichten. Kann man auch nicht diese beiden Thätigkeitsarten gesondert nachweisen, wenn die Erregung zu nachdrücklich eingreift, so fehlt doch auch dann die Stufe der erhöhten Empfänglichkeit wahrscheinlicher Weise nicht. Man darf annehmen, dass sie zu kurze Zeit dauert, als dass wir sie durch unsere Prüfungsmittel zu erkennen im Stande wären. Eine nachdrucksvolle Wirkung begleitet in der Regel das rasche Absterben eines Bezirkes der Nervenfasern. Man hat daher heftigen Schmerz oder eine kräftige Muskelzusammenziehung als äussere Zeichen der Abtödtung.

§. 1052. Eine mechanische Vorstellung kann die hier auftretenden Erscheinungen klarer machen. Befindet sich ein Körper in stabilem Gleichgewichte oder liegt sein Schwerpunkt nach dem Grundsatz von MAUPERTUIS so tief als möglich, so führt eine unendlich kleine Verrückung desselben zu einer unendlich kleinen Bewegung. Hat er dagegen nur ein labiles Gleichgewicht, so dass sein Schwerpunkt den höchstmöglichen Ort einnimmt, so kann eine unendlich kleine Verrückung eine endliche Bewegung erzeugen, weil die Masse aus dem labilen in das stabile Gleichgewicht überzugehen sucht. Der Unterschied der beiden Lagen des Schwerpunktes in diesen zwei Fällen wird die Geschwindigkeit und daher die lebendige Kraft der Bewegung wesentlich bestimmen. Die Ernährungseinflüsse des Blutes, die nur örtlich wirken, erhalten die Nervenmolecüle in einem Zustande leichter Veränderlichkeit, gewissermaassen in einem labilen Gleichgewichte, dessen Wirkung ihr mögliches Maximum unter regelrechten Verhältnissen noch nicht erreicht. Dieses kann erst durch weitere Verrückungen in seinem Sinne mittelst krankhafter Ernährungsbedingungen oder durch äussere Eingriffe hergestellt werden. Die kleinsten Verschiebungen erzeugen dann heftige Ausbrüche. Der rasche Uebergang des labilen Gleichgewichtes des Lebens in das stabile des Todes des Nervenmarkes führt aber zu den heftigen Empfindungs- und Bewegungswirkungen, welche die schnelle örtliche Vernichtung der lebendigen Leistungsfähigkeit begleiten.

§. 1053. Die Physiologie und die Medicin haben eine andere Erscheinung, die sich oft genug in den örtlichen Nervenstörungen nachdrücklich geltend macht, nicht berücksichtigt. Konnten sie den

Stimmungszustand eines Nervenbezirkes ändern, so wirkt die kranke Stelle nicht selten ungleich, je nachdem sie selbst gereizt wird, oder nur zur Durchleitung der Erregung dient (§. 593.). Der Wechsel der Molecularbeschaffenheit, der in einer beschränkten Ausdehnung des Nerven durchgegriffen hat, vermag ungleiche Einflüsse auf den inneren und den äusseren Widerstand der Nervenmoleculë (§. 207.) auszuüben.

I. Mechanische Eingriffe.

§. 1054. Die mechanischen Verletzungen haben ihre zeitlichen und ihre räumlichen Grenzen der Wirkungslosigkeit, wie jede andere Art von Störung. Eine allzurache Nerventrennung erzeugt weder Bewegung, noch Empfindung. Dasselbe wiederholt sich, wenn die der Zeiteinheit entsprechende mechanische Wirkung klein bleibt. Man kann auf diese Weise einen Bewegungsnerven durch die sehr allmähliche Umschnürung mit einem Bande für den Willenseinfluss lähmen, ohne dass vorher die Muskeln zucken. Entwickeln sich Geschwülste, welche die Nervenstämme eines Menschen beeinträchtigen, so tritt auch die hierdurch allmählig herbeigeführte Lähmung ohne vorangegangenen Schmerz und ohne Krampfzuckungen auf, sowie die Dehnung und die Zerstörung mit einer sehr geringen Geschwindigkeit durchgreift. Das Gleiche lässt sich durch ein Versuchsverfahren erhärten, das wir noch zu anderer Belehrung gebrauchen werden und daher später nur kurz mit dem Namen der Dehnung des Hüftgeflechtes bezeichnen wollen.

§. 1055. Man enthirnt einen Frosch und trennt alle in der Nachbarschaft der beiden Hüftgeflechtes befindlichen Theile bis auf diese. Das Thier kommt dann auf die wagerechte Korkplatte der Schreibvorrichtung, die zum Aufzeichnen der Muskelcurven bei kreisförmiger Zeitabschisse (§. 322.) dient. Man befestigt die beiden Oberschenkel mit Nadeln, so dass sich die untere Körperhälfte nicht verrücken kann, setzt dagegen in die obere einen Haken, von dem eine über eine Rolle führende Schnur zu einer Wagschaale führt. Belastet man diese mit Gewichten, so wird die obere Körperhälfte von der unteren hinweggezogen und das Hüftgeflecht der Länge nach gedehnt. Legt man eine starke Beschwerung vorsichtig auf, so kann man es dahin bringen, dass ein durch das Rückenmark geleiteter elektrischer Strom wirkungslos bleibt, so lange die Dehnung anhält, nach dem Aufhören dagegen wiederum Zusammenziehungen der Hinterbeine erzeugt. Die Muskeln bleiben während der Dehnung

vollkommen ruhig. Dasselbe wiederholt sich, wenn man die Beschwerung allmählig verstärkt, bis die Hüftgeflechte reissen. Eine plötzliche Dehnung der Nerven oder der Muskelmasse wirkt schädlich ein. Die Hubhöhe eines Muskels nimmt schnell ab, er kann sogar seine Empfänglichkeit für immer einbüssen, wenn man das Belastungsgewicht rasch auflegt.

§. 1056. Der Schmerz und die Zuckung, welche die mit einer feinen Scheere vollführte Trennung eines gemischten Nervenstammes erzeugt, lehren schon, dass die mechanische Störung einer nur sehr kurzen Längsstrecke die Markmasse zu treffen braucht, um deren volle Wirksamkeit einzuleiten. Die Unterbindung beweist das Gleiche. Hat man z. B. den Hüftnerven einer Ratte mit einem kaum $\frac{1}{10}$ Millimeter dicken Seidenfaden fest umschnürt, so erhält man dieselben Lähmungserscheinungen, das fortwährende Zusammenhalten der Zehen (§. 1034.), das auch noch nach dem Tode fort dauert, den Verlust der Leistungsfähigkeit des peripherischen Nervenabschnittes, die Verminderung der Muskelreizbarkeit, den geringeren Widerstand gegen schädliche äussere Einflüsse und daher die Geschwüre in der Gegend der Ferse und des unteren Theiles der Fusssohle, endlich die gleiche Entartung des Markes, wie nach der Entfernung eines grösseren Nervenstückes. Die Unterbindung der beiden Halsvagi des Kaninchens mit Fäden von $\frac{1}{5}$ Millimeter Dicke wirkt wie die Durchschneidung. Die chemischen Störungen lehren aber, dass eine Primitivfaser, deren markiger Randtheil unthätig geworden, dessen ungeachtet noch die Erregungen mittelst ihres centralen Abschnittes fortleiten kann. Die Verödung eines vollständigen Querschnittes von einer selbst nur mikroskopischen Länge hebt dagegen die Wirkung auf. Man darf erwarten, dass das Gleiche für die mechanischen Eingriffe wiederkehrt.

§. 1057. Legt man einen Faden um den Hüftnerven eines Froschpräparates und schnürt ihn nach und nach immer fester zusammen, so erhält man eine Reihe von Zuckungen, weil dann die verschiedenen Bewegungsfasern nach einander angesprochen werden. Die hinreichend rasche successive Zerstörung einer Längsstrecke eines Bewegungsnerven durch ein Zahnrad oder durch den Tetanisator von HEIDENHAIN führt zu Starrkrämpfen und zwar aus denselben Gründen, aus welchen diese bei der elektrischen Tetanisation hervorgerufen werden (§. 339.).

§. 1058. Die Varicositäten der Nervenfasern (§. 55.) entstehen dadurch, dass sich die Markmasse anders, als gewöhnlich vertheilt,

dass sie mehr oder minder von den verschmälerten Stellen verdrängt und nach den erweiterten hinübergetrieben worden. Die Nachgiebigkeit der Hülle und des Neurilemms macht diese Querschnittsänderung möglich. Erschwert auch der Dichtigkeitsgrad des Markes oder die Beschaffenheit der übrigen Gewebe die Varicositätenbildung des lebenden peripherischen Nerven in höherem Grade als die des todten, so kann sie doch auch hier unter krankhaften Verhältnissen auftreten. Da aber die Verdrängung und die ungleiche Vertheilung der Markmoleküle die erste Wirkung mechanischer Eingriffe überhaupt bilden, so hat man hier im Wesentlichen die gleiche Erscheinung, wie bei der Erzeugung der Varicositäten der Nervenfasern.

§. 1059. Ein unendlich dünner Druck, der die Längsachse des Nerven senkrecht trifft, würde den entsprechenden Querschnitt zu verkleinern und ein anderer, der in einer jener Achse parallelen Richtung thätig ist, ihn zu vergrössern suchen. Ein schiefer liesse sich in diese beiden, wahrscheinlich auch physiologisch ungleichen Druckarten nach der Regel des Kräfteparallelogrammes auflösen. Die Versuche, die man an dem Menschen oder an Thieren anstellt und die uns zugänglichen Krankheitsfälle beziehen sich nur auf Drucke, die eine gewisse Summe von Primitivfasern umfassen. Die getroffenen Marktheilchen wirken der Länge und der Quere nach auf die ihnen benachbarten in jedem Falle ein. Die Unruhe pflanzt sich bis zu Endtheilen der Primitivfasern fort und erzeugt so die Empfindungs- oder die Bewegungserscheinungen. Wird auf diese Weise der Zusammenhang eines dünnen Querschnittes aufgehoben, so fügt dieses die spätere Lähmung der augenblicklichen Wirkung der Ortsverrückung hinzu.

§. 1060. Umschnürt man den Oberschenkel mit einem Tourniquet, so dass die umgebenden Weichgebilde den Hüftnerven drücken, so nimmt die Feinheit des Tastvermögens ab. Man hat bald darauf das Gefühl des Einschlafens, des Ameisenlaufens, des Prickelns und später des Stechens, seltener des Brennens in einzelnen Theilen des Fusses. Es bleibt auch in diesem am lebhaftesten, wenn selbst später die Empfindung gegen den Unterschenkel fortschreitet. Die Wiederkehr derselben Erscheinungen im Oberschenkelamputirten lehrt, dass nicht etwa irgend eine Störung in den peripherischen Endzweigen des Fusses oder die Tastübung die Ursache der Bevorzugung desselben bildet (§. 584.). Die Umschnürung hat zur Folge, dass die Hauptschlagadern des Gliedes beengt oder verschlossen werden. Der Blutlauf erzeugt daher eine Reihe von Stößen gegen

den gedrückten Nerven und gegen die durch das Band gepressten Theile. Die grössere Schwierigkeit der Rückkehr des Blutes aus den unterhalb der Umschnürungsstelle gelegenen Organen führt zu einer übermässigen Füllung. Sie ändert den Ernährungszustand derselben und den der entsprechenden Nervenabschnitte. Dieses macht es möglich, dass die sich mit jedem Pulsschlage wiederholenden Erregungen bewusste Empfindungen hervorrufen. Wir deuten die ihnen entsprechenden schwächeren Eindrücke als Ameisenlaufen und die stärkeren als Stechen, das seine Orte wechselt (§. 417.) Dieses kann nach dem plötzlichen Aufhören des Druckes im Anfange lebhafter werden, weil wahrscheinlich dann die Nervenmoleküle in grösseren Ausdehnungen nachschwingen, ehe sie zu ihrer Ruhelage allmählig zurückkehren. Die Tasteindrücke führen auch dann zu Schmerzen. Die Halblähmung der Willkürbewegung erhält sich neben dieser erhöhten Thätigkeit der Empfindungsnerven. Dieses bestätigt wiederum den Satz, dass die Zusammenziehung der Muskeln eine nachdrücklichere Nervenwirkung fordert, als das Auftreten der Empfindung. Die Erscheinung, dass ein mit grosser lebendiger Kraft versehener Druck, der nur kurze Zeit eingreift, also ein heftiger Stoss den Schmerz scheinbar in der Länge des Nerven dahinschiessen lässt, ist schon §. 585 beschrieben worden.

§. 1061. Die gestörte Tastempfindlichkeit und das unvollkommene Bewegungsvermögen eines Gliedes, das durch Druckwirkungen misshandelt worden, erzeugt ein gewisses Schweregefühl desselben. Oertliche Zuckungen, allgemeine Krämpfe und Ohnmacht können während oder nach den heftigeren mechanischen Eingriffen auftreten. Die Fähigkeit, Wärmeunterschiede zu erkennen, die ebenfalls gelitten hat, kehrt nach BASTIEN und VULPIAN am spätesten zurück.

§. 1062. HARLESS fand zuerst, dass man den Hüftnerven des Frosches bis zu seinen feineren Verästelungen aus den Muskeln mittelst eines kräftigen Zuges herausziehen kann. Die unteren Endtheile des Nerven enthalten dann oft einzelne gesonderte Primitivfasern. Man findet nicht selten das Gleiche, wenn eine in der Längsrichtung des Nerven wirkende und die Festigkeitsgrenze desselben überschreitende Dehnung zur Zerreissung führte. Es kann in beiden Fällen vorkommen, dass die Endtheile des Markes sogleich geronnen erscheinen. Die negative Beschaffenheit desselben (§. 73.) aber erhält sich auch unter diesen Verhältnissen. Es lässt sich nach diesen Erfahrungen annehmen, dass starke Zugwirkungen,

welche den Nerven nicht zerreißen, schon dadurch lähmen können, dass sie einen Molecularumsatz des Markes herbeiführen, der die sichtliche Gerinnung erzeugt, wenn er in vergrössertem Maassstabe auftritt. Die gewöhnliche Quertrennung eines Nerven bedingt keine Markgerinnung in einer irgend merklichen Ausdehnung.

§. 1063. Hat man einen Nerven rasch ausgedehnt, so findet man nicht selten, dass das Mark an einzelnen isolirten Stellen, die nicht von den Nadeln bei der Zerfaserung des Bündels berührt worden, zerrissen, die Hülle der Primitivfasern dagegen erhalten worden. Man macht dieselbe Erfahrung an Nervenbezirken, die man mit der Pincette zusammendrückt. Die marklosen Streifen verrathen sich dann schon oft dem freien Auge durch ihre grauweisse Farbe. Das polarisirte Licht gibt hier wiederum den besten Aufschluss. Untersucht man auf rothem Gypsgrunde (§. 73.), so erscheinen die marklosen Stellen nicht gelb, sondern je nach ihrer Dicke dunkelroth, violett oder blau, wenn die Längsachse der Nervenfaser und die Achsenebene des Gypses unter $\pm 45^\circ$ eingestellt worden. Die Endtheile des zerrissenen in der unversehrten Hülle eingeschlossenen Markes sind abgerundet oder unregelmässig begrenzt.

§. 1064. Hinreichend starke Druckwirkungen, die einen Abschnitt eines Bewegungsnerven in einer gewissen Ausdehnung seiner Länge und seines Querschnittes rasch treffen, zerstören den Markinhalt und erzeugen eine lebhafte Muskelverkürzung im Augenblicke der Einwirkung. Halten sie länger an, so verräth sich ihr lähmender Einfluss zuerst dadurch, dass die Reizung des Nerven oberhalb der Druckstelle Muskelcurven erzeugt, die geringere Hubhöhen und langsamere Aenderungen der Verrückungsgrössen, sowie eine minder rasche Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenirregung verrathen. Beobachtungen, die man am Menschen macht, lehren, dass zugleich der Willenseinfluss erschwert und unvollkommener wird. Greift jene Art des Druckes kräftiger durch, so hat man ähnliche Lähmungserscheinungen, wie nach der Nerventrennung.

§. 1065. Die Fontana'schen Bänder (§. 44.) der durchschnittenen Nervenstämme lehren schon, dass sich diese im Leben in einer gewissen Spannung gleich den Muskelfasern befinden. Man stösst jedoch auf manche untergeordnete Unterschiede. Wird eine Muskelfaser, die an einer oder an beiden Enden durchschnitten worden, kürzer, so rührt dieses von den nahezu scharfwinkeligen Zickzackbiegungen (§. 301.) her. Die Fontana'schen Bänder der Nerven

dagegen entstehen durch Wellenbiegungen, wie sie das Bindegewebe zeigt. Sie rühren von den ursprünglichen Veränderungen des Neurilemms, denen dann alle Bestandtheile der Primitivfasern nachfolgen, her. Das Mark schlängelt sich daher auch in entsprechender Weise. Die Durchschnittsränder der Muskelfasern besitzen häufig Umstülpungen, weil sich die äusseren Theile mehr als die inneren verkürzen. Die Endflächen zeigen die Querschnitte der Muskelfäden als Punkte. Sie geben meist unbestimmte Schatten und Lichter, in besonders günstigen Fällen dagegen auch ein verschobenes dunkles Kreuz oder zwei zusammenstossende Hyperbeln in polarisirtem Lichte. Die Nerven zeigen natürlich keine Punkte der Art. Eine concentrische Schichtung lässt sich nur nach künstlicher Erhärtung z. B. durch Chromsäure an den Querschnitten des Markes nachweisen.

§. 1066. Sind auch auf diese Weise die Nerven des lebenden Körpers der Länge nach ihrer Anheftung wegen in einem gewissen Grade ausgespannt und ändert sich oft genug die Grösse dieses Zuges mit dem Stellungswechsel der Theile, so lässt sich doch kein merklicher Einfluss dieser Beziehungen auf die Nerventhätigkeiten nachweisen. Schneidet man einen Nerven der Quere nach durch, so erhöht sich zwar häufig die Empfindlichkeit des Nachbarbezirkes der Trennungsstelle, wie wir schon §. 196. gesehen haben. Der Vergleich mit den Wirkungen der künstlichen Entspannung lehrt aber, dass der Unterschied zu gross ist, als dass man ihn nur aus dem Mangel der natürlichen Längsdehnung herleiten könnte. Man muss daher annehmen, dass die Quertrennung des Markes das Gleichgewicht der Molecüle nicht bloß augenblicklich stört, sondern auch eine grössere Beweglichkeit derselben zurücklässt. Da sich die Lage der Theilchen an der Durchschnittsstelle geändert hat und die Anziehung und die Abstossung der durch die Trennung entfernten Nachbarmolecüle fehlt, so hat man hier im Anfange die grösste Abweichung von den regelrechten Verhältnissen. Sie verkleinert sich mit der Entfernung. Erhält sie sich aber längere Zeit, so schreitet oft ihr Maximum allmählig von der Verletzungsstelle weiter fort.

§. 1067. Ich habe die Einflüsse der Längsdehnung der Nerven an den Muskelcurven von Froschpräparaten untersucht, die nach dem §. 1054. beschriebenen Verfahren hergestellt waren. Das Fig. 8. §. 175. abgebildete Uhrwerk sorgte für die Regelmässigkeit der Schliessungen und der Oeffnungen der Kette. Der erregende Strom durchsetzte das Rückenmark in der Gegend des dritten bis vierten Wirbels. Die Belastung des Wadenmuskels, der die Muskelcurve

lieferte, glich 8,5 Grm. Das zur Untersuchung dienende Hüftgeflecht wurde mit Froschhaut lose umwickelt, um es vor Verdunstung zu schützen. Ein Beispiel möge im Einzelnen anschaulich machen, wie sich solche Versuche gestalten. Ein mittelgrosser Frosch gab für absteigende Ströme:

Grösse des auf die Wagschale gelegten Dehnungs- gewichtes in Grm.	Schliessungszuckung.			Oeffnungszuckung.		
	Grösste Hubhöhe in Millimetern.	Dauer bis zu dem Maximum der Verkürzung in Secunden.	Dauer der Erschlaffung in Secunden.	Grösste Hubhöhe in Millimetern.	Dauer bis zu dem Maximum der Verkürzung in Secunden.	Dauer der Er- schlaffung in Secunden.
1. Eine Viertelstunde nach der Zerstörung des Gehirnes.						
0	3	0,08	0,21	3,2	0,06	0,14
10	3	0,06	0,27	1,8	0,08	0,14
50	2,3	0,09	0,32	1,9	0,06	0,27
100	1,3	0,05	Sehr langsam, nach 1,2 Secunden 1 Millimeter.	—	—	—
0	2,9	0,08	0,30	—	—	—
2. Drei Viertelstunden später.						
0	2,1	0,05	0,19	kaum 0,75	kurz	
50	1,5	0,06	0,30	kaum 0,66	dsgl.	
100	1,1	Nach 1,2 Secunden noch 0,7 Millimeter.		—	—	
3. Vier Stunden später.						
0	3	0,21 und dann auf gleicher Höhe 0,41	0,08	—	—	
50	2,3	0,13 und auf gleicher Höhe 0,18	0,12	—	—	
100	2,1	Sinkt nur sehr langsam		—	—	
0	3,1	0,65		—	—	

Die Dehnung, wie sie hier geübt wurde, verlängerte die Primitivfasern und verkleinerte die Querschnitte derselben. Die Hüllen drückten das weichere Mark von der Seite her zusammen. Diese Art von Zug und Druck erzeugte keine merklichen Unterschiede der Hubhöhen, so lange sie nicht eine gewisse Grösse überschritt. Der Mangel der Störung stimmt mit dem, was über die Spannung der Nerven im Leben §. 1065. fgg. angegeben worden. Wuchs dagegen die

Zugkraft mehr an, so nahmen die Hubhöhen um so nachdrücklicher ab, je grössere Dehnungsgewichte wirkten. Beide änderten sich jedoch nicht in einem genau umgekehrten Verhältnisse. Die Hubhöhen verkleinerten sich vielmehr in unserem Beispiele weniger, als sich die Zuggewichte vergrösserten. Dieses bildete auch die fast ausnahmslose Regel in allen anderen Versuchen, die ich angestellt habe.

Man sieht ferner, dass sich die Zeiten, welche die ganze Zusammenziehung und vorzugsweise die Erschlaffung in Anspruch nahm, mit der Zunahme der Dehnung verlängerten¹⁾. Die wachsende Verkürzung verlangsamte sich ebenfalls, aber in geringerem Maasse und unregelmässiger. Andere Versuche lehrten, dass sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenirregung verkleinerte, wenn die Dehnung die Nervenwirkung beeinträchtigte. Sie nahm verhältnissmässig mehr ab, als die Länge des Nerven vermöge der Ausspannung gewann.

§. 1068. Hat das Dehnungsgewicht nicht allzu lange gewirkt, so erholt sich der Nerv nach der Entspannung ziemlich rasch und zwar nicht bloss unmittelbar nach der Enthirnung, sondern auch mehrere Stunden nach derselben. Er erreicht eher das frühere Maximum seiner Hubhöhe, als die ursprüngliche Geschwindigkeit der Zusammenziehung. Man hat daher dann eine langsame, aber kraftvolle Gesamtverkürzung, bei der vorzüglich die Erschlaffung längere Zeit in Anspruch nimmt. Ist der Nerv so gestimmt, dass die grösste Hubhöhe während einer Reihe von Zeittheilen unverändert bleibt, so kann sich diese Erscheinung bei den verschiedensten Spannungsgraden erhalten. Der Gang der Erholung bleibt auch wesentlich derselbe, wenn der Nerv doppelte Verkürzungen im Anfange und nur Schliessungszuckungen des absteigenden Stromes in der Folge gibt.

§. 1069. Die Nachwirkung, die sich durch kleinere Hubhöhen und grössere Verkürzungszeiten verräth, hält im Allgemeinen um so länger an, je beträchtlicher die Nerven der Länge nach ausgedehnt wurden und je grössere Zeiträume hindurch das Zuggewicht thätig war. Die Erholung bleibt aber auch hier noch unter Verhältnissen möglich, die es theoretisch nicht erwarten liessen. Hat selbst die Längsdehnung den Nerven so sehr beeinträchtigt, dass er keine Zuckung mehr hervorrief, so kann er sich doch wiederum dieselbe Hubhöhe wie vor aller Dehnung nach einiger Ruhezeit liefern. Ein

¹⁾ Vgl. die Curve in der Bibliothèque universelle de Genève. Archives des sciences naturelles. Tome XX. 1864. p. 29.

Beispiel, das ein grosser vor Kälte erstarrter und daher sich träge bewegendes Frosch unter ähnlichen Nebenbedingungen, wie sie §. 1054. erwähnt wurden, lieferte, möge das Nähere erläutern:

Grösse des auf die Wag- schale gelegten Dehnungs- gewichtes in Grm.	Schliessungszuckung.			Nebenverhältnisse.
	Grösste Hubhöhe in Millimetern.	Dauer bis zu dem Maximum der Verkürzung in Secunden.	Dauer der Erschlaffung in Secunden.	
0	2,5	0,16	Noch $1\frac{3}{4}$ Mm. Hubhöhe nach 1,2 Secunden und plötzlich von ungefähr $\frac{2}{3}$ Mm. auf Null nach 2,1 Secunden herab- fallend.	
40	2,1	0,08	Bis auf 1,1 Mm. nach 0,20 Secunden herunter- gegangen.	Unmittelbar nach dem Auflegen des Dehnungs- gewichtes.
40	0,6	Sehr langsam.	Aeusserst langsam.	Nachdem die 40 Grm. 5 Minuten lang ununter- brochen gewirkt hatten.
100	Null.	—	—	—
100	Null.	—	—	Nachdem die 100 Grm. 5 Minuten lang anhaltend gewirkt hatten.
0	Null.			Unmittelbar nachdem die 100 Grm. fortge- nommen worden.
0	2,4	0,07	0,41	

Ich habe diesen Versuch ausgewählt, weil er noch in anderer Hinsicht belehrend ist. Die Erstarrung des Thieres führte im Anfange zu einer langsam steigenden Zusammenziehung und einer noch langsameren und unregelmässigen Erschlaffung. Die immer zunehmende Längsdehnung bewirkte, dass die Hubhöhen kleiner und zuletzt Null wurden. Die Wirkungslosigkeit erhielt sich noch eine Zeit lang nach der Entfernung einer jeden Belastung. Hatte sich das Thier in dem geheizten Zimmer etwas erwärmt und die einer Zusammendrückung ähnliche Entspannung des Nerven vielleicht ebenfalls eine merkliche Wärmemenge frei gemacht, so gab die Erholung fast dieselbe grösste Hubhöhe, aber eine bedeutend kürzere Dauer der steigenden und eine merklich kleinere, wenn auch ziemlich lange

der fallenden Verkürzung, als vor der Dehnung. Die Verbesserung schritt also hier auf doppeltem Wege fort.

§. 1070. Verräth der Hüftnerv eine krankhafte Stimmungsrichtung der vorangegangenen Misshandlungen wegen, so kann sich diese erhalten, wenn die Längsspannung die Leistungen desselben herabsetzt. Man trennt alle Weichtheile des Oberschenkels bis auf den Hüftnerven, durchschneidet das Oberschenkelbein, richtet den Versuch so ein, dass die Gewichte den Hüftnerven allein ausdehnen, und leitet die erregenden Ströme durch das Hüftgeflecht. Es kommt dann vor, dass der Nerv im Anfange nur Schliessungszuckungen, später dagegen eine stärkere Oeffnungszusammenziehung bei aufsteigendem und eine kräftigere Schliessungszuckung bei absteigendem Strome gibt, er mag durch mehr als 100 Grm. gedehnt werden oder sich theilweise oder gänzlich erholt haben. Die Abnahme der Hubhöhe und die längere Dauer der Gesamtverkürzung, vorzugsweise der Erschlaffung bleiben auch hier erhalten. Diese Ergebnisse lassen sich nach der §. 256. aufgestellten Annahme der Wirkungsursache der entgegengesetzt gerichteten Ströme erklären.

§. 1071. Gehen die Ströme durch die gedehnte Stelle selbst und schaltet man einen grossen Leitungswiderstand in den Kreis ein, um die durch die Verlängerung und die Querschnittsverkleinerung des Nerven bedingte Vergrösserung des Widerstandes unmerklich zu machen, so erhält man im Wesentlichen dieselben Wirkungen, wie wenn die der Länge nach ausgespannte Nervenstrecke nur zur Durchleitung der Erregung benutzt worden wäre.

§. 1072. Die mikroskopische Untersuchung möglichst ausgezogener Nervenfasern bietet in der Regel nichts Ungewöhnliches dar. Das Mark schien sich nur von der Hülle an einzelnen Punkten losgelöst zu haben, wenn die Zerrung den Nerven eben zu zerreißen anfang. Ein Theil der Fasern ist dann häufig getrennt und ein anderer unversehrt.

§. 1073. Die elektromotorischen Eigenschaften des Markes ändern sich unter dem Einflusse starker mechanischer Wirkungen. Man überzeugt sich zuerst, dass die natürliche Längsfläche und der künstliche Querschnitt des Hüftnerven eines Frosches einen kräftigen Nervenstrom, eine negative Schwankung und beide Phasen des Elektrotonus gibt. Dehnt man ihn hierauf der Länge nach aus oder zieht ihn gewaltsam aus den Muskeln hervor und prüft die natürliche Längsfläche und einen neuen Querschnitt, so findet man oft einen schwächeren Strom des ruhenden Nerven. Die Nothwendigkeit, den

Nerven von den Bäuschen des Galvanometers zu entfernen, um ihn der Länge nach zu dehnen, und der Gebrauch neuer Ableitungspunkte rauben diesem Ergebnisse alle nöthige Sicherheit. Da aber der gezernte Nerv keine negative Schwankung und selbst keinen Elektrotonus mehr in manchen Fällen darbietet, so lässt sich die störende Wirkung der Längsdehnung nicht bezweifeln.

§. 1074. Schlingt man ein Kautschukband um das Hüftgeflecht eines enthirnten Frosches und zieht dieses während der Zeit der grössten Reflexempfindlichkeit an, um die Nerven zu spannen, so überzeugt man sich, dass dieser Eingriff das Auftreten der Reflexbewegungen des entsprechenden Hinterbeines erschweren oder hindern kann. Die Versuche fallen aber der Natur der Sache nach weniger zuverlässig, als bei directer Reizung aus. Hat man das Hüftgeflecht eines Frosches subcutan unterbunden, so schleppt das Thier das Hinterbein Wochen lang vollkommen unthätig nach sich. Ein starker die gelähmte Zehe treffender Druck kann noch bisweilen Reflexbewegungen in den übrigen Gliedern des Körpers erzeugen. Lockert sich die Ligatur nach einer Reihe von Tagen, so stellt sich der Willenseinfluss auf die Muskeln des Hinterbeines in verhältnissmässig kurzer Zeit her.

§. 1075. Erschütterungen von hinreichender Stärke wirken zunächst erregend und dann lähmend, oder betäuben von Anfang an. Schlägt man einen Frosch heftig gegen die Tischkante, so verfällt er in der Regel in Starrkrämpfe, zu denen sich oft noch ein anhaltendes Zittern der Muskelbündel gesellt. Da dieser Zustand von dem centralen Nervensysteme ausgeht, so beruhigen sich die Glieder in der Regel, nachdem man die zu ihnen verlaufenden Nerven durchschnitten hat. Wirft man den Frosch kräftig zu Boden oder klopft man nach GOLTZ die Baueingeweide zu oft wiederholten Malen, so steht das Herz still. Sehr starke Erschütterungen können die Betäubung ohne jene Krampferscheinungen herbeiführen. Gesellen sich Zerreibungen und Blutergüsse hinzu, so erhält man noch die den Einflüssen der zerstörten Stellen entsprechenden Erscheinungen als Nebenwirkungen des mechanischen Eingriffes. Man kann die Muskeln eines Frosches durch heftiges Schlagen reizlos machen. Das enthauptete Thier wird zu diesem Zwecke in Leinwand gehüllt und geklopft. Die Muskelmassen zertheilen sich aber oft dabei in kleine Stücke, ehe sie ihre Empfindlichkeit vollständig einbüßen.

§. 1076. Man pflegt die subjectiven Sinneserscheinungen, welche Kopfcongestionen begleiten, von dem Drucke des Blutes auf die

Centralwerkzeuge der Sinnesorgane herzuleiten. Eine nähere Betrachtung lehrt indess, dass man hier noch andere Bedingungen berücksichtigen muss. Die Sinnestäuschungen beziehen sich in der Regel nur auf das Auge und das Ohr und höchstens noch auf die Tastwerkzeuge. Man hat Schwarzsehen, seltener Flimmern vor den Augen, Ohrenklingen und nur noch hin und wieder Gefühle des Einschlafens oder des Ameisenlaufens in den Gliedern. Subjective Geruchs- oder Geschmacksempfindungen werden nicht angegeben. Die Centralwerkzeuge oder die Nerven dieser beiden Sinnesorgane müssen die schädlichen Einflüsse mit geringerer Feinheit beantworten. Ein stärkerer Blutdruck des Aortensystemes kann mehr Blut in das Gehirn einzupressen und dafür eine grössere Menge von Lymphe und Cerebrospinalflüssigkeit aus der unnachgiebigen Schädelkapsel des Erwachsenen zu verdrängen suchen (§. 1026.). Man muss aber noch die hierbei erzeugten Ernährungsstörungen ausser der Druckwirkung des Blutes berücksichtigen. Der starke Gefässdruck begünstigt die Ausschwitzung, wie der ödematöse Zustand des Gehirnes bei Urämie (§. 1050.) am deutlichsten zeigt. Wirkte der blosse Druck auf die centralen Enden des Sehnerven, so liesse sich nach der Analogie mit der bald zu erwähnenden Druckfigur der Netzhaut erwarten, dass Funkensehen und keine Verdunkelung des Gesichtsfeldes auftreten würde. Diese zeigt sich auch bei Ohnmachten, am Anfange der Aether- oder der Chloroformbetäubung, mithin unter Verhältnissen, in denen Ernährungsstörungen, nicht aber eine Druckerhöhung des Schlagaderblutes eingreift.

§. 1077. Die von PURKINJE¹⁾ zuerst beschriebene Druckfigur des Auges lehrt am deutlichsten, dass mechanische Erregungen der Netzhaut subjective Lichterscheinungen hervorrufen. Dasselbe erhärten die Phosphene, welche bei raschen Drehungen des Auges nicht selten auftreten²⁾. Diese Wirkungen haben ein doppeltes Interesse. Vergleicht man die beschränkte Druckstelle der Netzhaut mit dem Orte der Feuererscheinungen, so sieht man, dass sie ihr in jeder Hinsicht entgegengesetzt liegt. Das Phosphen wird daher innen und oben gesehen, wenn man unten und aussen drückt. Diese Thatsache zeigt unmittelbar, wie wir die Gesichtseindrücke nach

¹⁾ J. PURKINJE, Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Bd. I. Prag 1823. 8. S. 22—35.

²⁾ Das Nähere aller dieser Erscheinungen siehe bei RUETE, Lehrbuch der Ophthalmologie. Zweite Auflage. Bd. I. Braunschweig 1853. S. S. 158—163, und HELMHOLTZ, Physiologische Optik. S. 195—200.

den sogenannten Richtungslinien (§. 518.) nach aussen versetzen. Die Druckfiguren haben aber noch eine besondere Wichtigkeit für den Augenarzt. Handelt es sich darum zu sehen, ob die Netzhaut thätig ist oder nicht, so kann der Gebrauch elektrischer Schläge leicht täuschen, weil möglicher Weise nur die Netzhaut, nicht aber die peripherischen und die centralen Sehnervenfasern gelähmt sind und die Ströme einen Theil derselben ebenfalls durchsetzen. Die Druckfigur gibt hier ein sicheres Erkenntnissmittel. Die Verlegung nach aussen kann zugleich unterrichten, ob der der physiologischen Normen unkundige Kranke sich die Feuererscheinung nur einbildet oder sie wahrhaft sieht. Fehlt aber das Flammenbild, wenn die Netzhaut gedrückt wird, so kann es immer noch nach MARTINET unter dem Einflusse elektrischer Erregungen zum Vorschein kommen.

§. 1078. Drücke ich meine Nasenflügel zusammen und lasse sie plötzlich losschnellen, so habe ich eine subjective Geruchsempfindung bei meinem fast krankhaft feinen Riechorgane. Heftiges Niesen erzeugt mir einen weit stärkeren und anhaltenderen Eindruck anderer Art. Es gelingt mir dagegen nicht Geschmacksempfindungen durch das Zusammendrücken der Zungenwurzel oder durch einen kalten über die Oberfläche der Zunge dahingehenden Luftstrom zu erzeugen.

§. 1079. Geschwülste oder andere Fremdkörper, welche einzelne Bezirke des centralen Nervensystemes drücken, erzeugen unvollkommene oder vollkommene Lähmungserscheinungen, wie uns schon die Betrachtung der Empfindungs- und der Bewegungsnerven in mehrfachen Beispielen lehrte. Da wir aber nicht mit Sicherheit mit unseren gegenwärtigen Hilfsmitteln beurtheilen können, welche Wirkungsgrösse und welche Ausdehnung einem solchen Drucke zukommt und wie die Thätigkeitsstörung auf Umwegen vorzugsweise im Gehirn ausgeglichen zu werden vermag, so geben oft genug die Leichenöffnungen die unsichersten Aufschlüsse über die während des Lebens beobachteten Krankheitszeichen. Man hat aber aus solchen Fällen mit Unrecht schliessen wollen, dass ganz andere Normen das centrale Nervensystem des Menschen, als das der Thiere beherrschen.

2. Wärmeänderungen.

§. 1080. Die Wirkungen der thermischen Erregungen hängen eben so gut von der Abgleichungsgeschwindigkeit, wie die der anderen Reize ab. Legt man ein Stück Eis auf den Hüftnerven eines eben getödteten Frosches, so dass sich das Volumen seiner

Markmasse rasch verkleinert, oder lässt man auf ihn einen Tropfen heissen Wassers fallen und erzeugt hierdurch eine schnelle örtliche Umfangsvergrösserung, so ziehen sich die Muskeln des Unterschenkels und des Fusses zusammen. Eine Schliessungs- und eine Oeffnungszuckung zeigen sich unter günstigen Verhältnissen. Hebt das Eis oder das heisse Wasser die Leistungsfähigkeit der getroffenen Markstelle nicht für immer auf, so kann man den Versuch einige Male mit demselben Erfolge wiederholen. Dieses gelingt bisweilen in Froschpräparaten mit Wasser von ungefähr 45° bis 50° C., nicht aber mit wärmerem. Das Rückenmark und die Nerven des Frosches erzeugen nach PICKFORD Muskelverkürzungen häufiger, wenn eine starke plötzliche Abkühlung, als wenn eine mässige schnelle Wirkung eingreift. Pflanzte sich in ihnen der Wärmewechsel allmählig fort, so können Krämpfe zum Vorschein kommen.

§. 1081. Wirken niedere oder höhere Wärmegrade langsamer, so bleiben alle Zuckungen aus. Die unvollkommene oder vollkommene Lähmung bildet sich ohne alle sichtliche Unruhe aus, weil die Geschwindigkeit der Aenderung der Markbeschaffenheit die zur Verkürzungs-erregung nöthige Grösse nicht erreicht. Solche Wärmeversuche weisen übrigens nach, dass die Molecularbeschaffenheit der Nerven und der Muskeln der kaltblütigen Thiere von der der warmblütigen Geschöpfe abweicht. Die Innentheile des Menschen und der Säugethiere besitzen eine Eigenwärme, die zwischen $37^{\circ},5$ und 41° C. liegt. Die Vögel liefern etwas höhere Werthe. Die Nerven und die Muskeln der warmblütigen Thiere arbeiten bei dieser Temperatur am lebhaftesten. Wasser oder Wasserdämpfe desselben Wärmegrades dagegen versetzen die Froschmuskeln in denjenigen Zustand, den man die Kochung oder die Wärmestarre nennt und der ihnen ihre Leistungsfähigkeit für immer raubt. HARLESS fand, dass sich der Wadenmuskel bei 30° bis 35° C. beträchtlich zu verkürzen anfängt. Dieses nimmt bis 40° immer mehr zu. Eine Verlängerung soll bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkte auftreten. Die geringste Wärme, welche eine Längenabnahme der kleineren Kaninchenmuskeln in Folge der Aenderung der inneren Beschaffenheit erzeugt, ist 44° bis 46° C. Sie liegt also merklich höher, als die Eigenwärme des lebenden Geschöpfes und die Grade des günstigsten Wärmeeinflusses. Arbeitet man an einer Reihe von Froschpräparaten, so sieht man, dass die zerstörende Wärmegrösse und die Zeit, die zur vollen Herstellung dieses Einflusses nöthig ist, mit der Verschiedenheit der Mischung der Nerven und der Muskeln

wechselt. Hat man sich auch gegen alle Täuschungen, welche die Mittheilung der Wärme erzeugen kann, gesichert, so findet man doch, dass die Wärme, welche die Starre vollständig herbeiführt, zwischen 37° und 44° C. nach Verschiedenheit der Präparate liegen kann. Die Nerven verlieren ihre Kräfte bei Temperaturgrößen, die sich denen nähern, welche die Wärmestarre der Muskeln herbeiführen. Die bei dem kleineren Volumen raschere Durchwärmung kann es bewirken, dass die Leistungsfähigkeit des Hüftnerven des Frosches schon bei 35° bis 36° C. aufhört. Die individuelle Beschaffenheit gestattet aber auch hier einen in weiten Grenzen wechselnden Spielraum.

§. 1082. Ein Frosch, dessen Unterleibshöhle mit Eisklumpen gefüllt ist, erholt sich nicht selten vollständig im geheizten Zimmer. Säugethiere und Menschen dagegen gehen am Erfrierungstode zu Grunde, wenn sich selbst noch keine Eismassen in den Körperhöhlen erzeugt haben. Bilden sie sich im Gehirn, so zerreißen die Krystalle bei dem Anschiesen die Nervengewebe, so dass diese wie breiig erweicht, nach dem späteren Aufthauen erscheinen. Frösche können sich auch nach durchgreifenden, durch höhere Wärmegrade erzeugten Störungen leicht erholen. Bindet man nach KUNDE einen Frosch in Leinwand, lässt den Kopf frei und berührt das Schädeldach mit warmem Sande, so verlieren sich allmählig die Hautempfindlichkeit, die Reflex- und die willkürlichen Bewegungen, der Schlag des Blutgefässherzens und der Lymphherzen. Der Aufenthalt in Wasser von gewöhnlicher Wärme vermag wiederum das scheinotode Thier vollkommen herzustellen.

§. 1083. Will man vorwurfsfreie Ergebnisse über die Einflüsse, welche anhaltende ungewöhnliche Temperaturgrade auf die Nerven ausüben, gewinnen, so muss man sie nur den Wirkungen kalter oder warmer Luft aussetzen und dafür Sorge tragen, dass diese für alle Wärmegrade mit Wasserdampf gesättigt bleibt. Ein durchsichtiger, fest verschliessbarer Behälter, auf dessen Boden eine geringe Wassermenge geschichtet ist und der in Schnee, eine Kältemischung oder in warmes Wasser versenkt werden kann, erfüllt diesen Zweck am einfachsten. Berührt man eine Stelle des Nerven mit Eis, mit kaltem oder mit warmem Wasser, so gesellt sich die chemische Wirkung zur thermischen. Die feineren Folgen, vorzugsweise die Zunahme der Empfänglichkeit, verlieren sich rascher. Die Lähmungserscheinungen verrathen sich daher unmittelbar nach dem Eingriffe des störenden Wärmegrades.

§. 1084. Die Versuche, die man an Froschpräparaten oder an frischgetödteten Säugethieren anstellt, lehren, dass sich eine geringere oder eine grössere Beweglichkeit der Nerven- und der Muskelmoleküle aus dem unmittelbaren Einflusse der Kälte oder der Wärme auf das Mark erzeugen kann. Eine doppelte Wirkung macht sich hier geltend. Man hat zunächst die Abnahme des Umfanges, welche jede Abkühlung und die Zunahme, die jede Erwärmung begleitet. Die zarte Mischung des Nervenmarkes und der Muskelfasern ändert sich überdiess durchgreifend und zwar, wie es scheint, in höherer Wärme rascher als in niederer. Wirkt die Kälte oder die Wärme auf das lebende Thier, so kommen noch die Folgen des Wechsels der Blutbewegung hinzu. Drei Seiten, die Wirkung der Temperatur auf die hydraulischen Bedingungen des Kreislaufes, die auf die Athmung und die auf die Verkürzungserscheinungen des Herzens und der Gefässwände können sich hier geltend machen.

§. 1085. Die Hindernisse, die sich dem Durchgange einer Flüssigkeit durch Röhren, zu deren Wänden sie eine Anziehung hat, z. B. dem von Wasser durch Glasröhren, entgegensetzen, nehmen in der Kälte zu und in der Wärme ab. Der Unterschied macht sich um so mehr geltend, je kleiner der Querschnitt des Rohres ist. Der Temperaturwechsel ändert daher den Blutlauf der Haargefässe am nachdrücklichsten. Die Verengerung der kleineren Schlagadern bewirkt zuerst, dass die Haut des Menschen in der Kälte erblasst. Die Langsamkeit des Blutdurchganges durch die Haargefässe hat aber bald zur Folge, dass mehr Blutkörperchen als gewöhnlich in den Haargefässen bleiben. Die Theile röthen sich daher. Sie werden blau, so wie die Stöckung das Blut zu dunkelroth machte. Die schnellere Bewegung, welche die Hitze bedingt, führt nur zu einer stärkeren Röthe der Wangen oder anderer zarthäutiger Theile, so lange keine Verbrennung oder keine Athmungsstörungen eingreifen. Der Abschnitt, in dem wir die Einflüsse des Blutes betrachteten (§. 1032. fgg.), zeigte aber, wie rasch die Nerven- und die Muskelthätigkeit mit den Aenderungen des Capillarblutlaufes wechselt, weil ihre zarte Mischung von den Ernährungsverhältnissen wesentlich abhängt. Greift also eine der bald zu betrachtenden Ursachen, welche die Nerven und die Muskeln eines lebenden Thieres abkühlt, ein, so hat man zweierlei gleichzeitig thätige Störungen, die unmittelbare Wirkung der Kälte auf die Moleküle des Markes und der Ganglienkugeln und die mittelbare durch die veränderten, in jedem Augenblicke nöthigen Ernährungseinflüsse.

§. 1086. Das Volumen der Lungen verkleinert sich, wie das aller übrigen Körper, in der Kälte. Die Hitze vergrössert dasselbe. Die Luftmenge, welche die Athmung abwechselnd ein- und ausführt, sinkt daher bei niederer und wächst in höherer Temperatur. Der Verlust, der die Kälte erzeugt, wird durch einen anderen Gewinn mehr als ausgeglichen. Da sich die Atmosphäre mit der Abnahme der Wärme verdichtet, so enthält dann die gleiche Volumenseinheit eine grössere Gewichtsmenge von Sauerstoff. Der Umfang der Gase wechselt unter dem Einflusse der Temperatur stärker, als der der flüssigen und der festen Körper. Der lebende Organismus gewinnt daher durch die Einfuhr der reichlicheren Sauerstoffmenge mehr, als er durch die Volumensabnahme der Athmungswerkzeuge einbüsst. Die Kälte wird desshalb im Allgemeinen zu einem Kräftigungs- und die Hitze aus ähnlichen Gründen zu einem Erschlaffungsmittel. Das Phlegma und die Zähigkeit der Nord- und die Lebhaftigkeit der Südländer hängen mit diesen Verhältnissen zusammen.

§. 1087. Man kann die Eigenwärme der Innentheile eines Säugethieres durch verschiedene Mittel herabsetzen. Die Wirkungen auf die Lebensthätigkeiten der Nerven und der Muskeln hängen dann von den Ernährungsverhältnissen derselben und daher von der Sauerstoffzufuhr wesentlich ab. Zwei Beispiele können zeigen, wie verschieden die Erfolge demgemäss ausfallen.

Die Athmung und der von ihr zum Theil abhängige Verbrennungsprocess sind in den winterschlafenden Murmelthieren so sehr gesunken, dass die Innentheile die Temperatur der kühlen Umgebung nur um wenige Grade übertreffen. Sie fühlen sich daher kalt, wie ein Organ eines kaltblütigen Geschöpfes an. Gelangen auch nur kleine Sauerstoffmengen der seltenen Athmung wegen in der Zeiteinheit in den Körper, so erscheint dessenungeachtet das Schlagaderblut hellroth und das Venenblut minder dunkelroth, als in dem wachen Thiere. Die Nerven und die Muskeln zeigen während des Winterschlafes eine durch die Kälte bedingte Abnahme der Leistungsfähigkeit, der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nerven-erregung und der Schnelligkeit der Muskelzusammenziehung. Die Lebesenseigenschaften beider erhalten sich aber verhältnissmässig lange nach dem Tode, weil das hellrothe, langsamer strömende und oft in den Zwischenpausen der Herzschläge stillstehende Blut zur Ernährung jener Gebilde, deren Ruhe während des Winterschlafes einen nur geringen Stoffumsatz fordert, hinreicht. Eine kalte Umgebung setzt die Eigenwärme der Innentheile eines Kaninchens in

ähnlicher Weise herab. Sie kann dann nach WALTHER noch bis auf 9° C. in den Muskeln sinken, ohne dass diese ihre Empfänglichkeit einbüßen. Die Reizbarkeit derselben und die der Nerven erhalten sich wiederum längere Zeit nach dem Tode, als in einem Kaninchen, dessen Innentheile die gewöhnliche Eigenwärme im Augenblicke des Todes besessen haben.

Ein zweites Verfahren, die Innentheile abzukühlen, hat diesen Erfolg nicht. Bestreicht man die Gesamthfläche der Haut eines Kaninchens mit einem luftdichten Firniss, so sinkt die Eigenwärme des Mastdarmes nach und nach auf 20° C. oder noch mehr. Die Reizbarkeit der Muskeln und der Nerven hält nicht lange nach dem Tode an. Der Grund des Unterschiedes liegt darin, dass die Unterdrückung der Hautausdünstung die Athmung herabsetzt, mithin ein sauerstoffärmeres Blut die Theile versorgt. Das Thier nimmt lange vor seinem Tode bedeutend weniger Sauerstoff auf und haucht geringere Kohlensäuremengen in der Zeiteinheit aus. Hat dieses eine Zeit lang gedauert, so kann es sich nicht mehr auf den Beinen erhalten. Es liegt auf der Seite matt oder selbst scheintodt da. Bringt man es in diesem Zustande in eine Wärme von 35° bis 40° C., so stellt es sich nach einiger Zeit auf und macht die gewöhnlichen Willkürbewegungen. Der Aufenthalt in warmer Luft ist aber nicht im Stande, die tödtliche Wirkung der fortdauernden vollständigen Unterdrückung der Hautausdünstung aufzuheben.

§. 1088. Die dritte Wirkungsweise der Temperatur bezieht sich auf die Muskelmassen, die bei dem Kreisläufe thätig sind. Die Kälte vermindert die Häufigkeit der Schläge des ausgeschnittenen Herzens. Eine passende Wärme vergrössert dieselben. Man findet demgemäss in erstarrten Murmelthieren, dass das Herz für längere Zeit, oft Minuten lang ruht und sich nur von Zeit zu Zeit langsam zusammenzieht. Wird die Tiefe des Winterschlafes gestört, so nehmen auch die Zahl der Herzschläge und der Athemzüge und die Eigenwärme zu. Hat man eine Explorationsnadel in das Herz gestochen, so sieht man bisweilen, dass dieses eine Reihe von Schlägen macht, ehe eine Athmung eingreift, dass also erst der Wechsel des Blutes in den Haargefässen des verlängerten Markes oder die dadurch bedingte Ernährungsveränderung den regelrechten Gang der Athmung einleitet. Diese verzögernden Wirkungen der Kälte verrathen sich in den wachen Säugethieren und dem Menschen nur während der Vorboten des Erfrierungstodes. Die beschleunigenden der Wärme dagegen kommen häufiger vor.

§. 1089. Die zu starke Abkühlung oder eine zu bedeutende Erwärmung der Theile verengert die Schlagadern, so dass sich die Reibungshindernisse des Blutdurchganges vergrössern. Eine geringere Menge Blutes strömt daher den Organen zu, wenn nicht die Nebenbedingungen eine ausgleichende Druckerhöhung erzeugen. Dieser Umstand erhöht die Wirkungen der durch die Kälte herbeigeführten Verlangsamung. Er verkleinert dagegen die Folgen der Beschleunigung, welche die Wärme begleitet. Die örtliche Anwendung der Kälte kann daher einen mit kreisendem Blute überfüllten Theil zu den regelrechten Verhältnissen zurückführen. Die Vortheile, welche der Gebrauch der warmen und feuchten Luft für die Heilung grösserer Wunden, wie der der Amputationsstümpfe darbietet, erklärt sich daraus, dass mässige Blutmengen die Theile rascher durchsetzen, als dieses bei gewöhnlichen Wärmegraden der Fall wäre und die Neubildung, gleich der embryonalen Entwicklung, in der Brutwärme der Umgebung, bei der die Eigenwärme des Menschen fast Nichts durch Wärmeleitung verliert, am lebhaftesten vor sich geht.

§. 1090. Die Misshandlung, welche der Hüftnerv bei der Herstellung der gewöhnlichen Froschpräparate erleidet, verstimmt ihn so, dass er die Wirkung schwacher absteigender Ströme nur mit einer Schliessungs-, die aufsteigender dagegen bloss mit einer Oeffnungszuckung beantwortet. Bringt man ein solches Präparat in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum, der von Schnee oder einer Kältemischung umgeben ist, so sinkt zunächst die Geschwindigkeit und die Grösse der Muskelverkürzung, die ein den Hüftnerven durchsetzender galvanischer Strom hervorruft. Man erhält sie im Anfange nur bei dem Schlusse des absteigenden und der Oeffnung des aufsteigenden Stromes, wenn dieser keine doppelten Wirkungen erzeugt (§. 139.). Kühlt sich aber der Nerv stärker ab, so bemerkt man häufig die umgekehrte Stimmungsrichtung. Der Schluss des absteigenden Stromes gibt eine Oeffnungs- und die Oeffnung des aufsteigenden eine Schliessungszuckung. Greift die Kälte noch mehr durch, so beantwortet der Nerv keine Art von elektrischer Reizung. Seine Kräfte verlieren sich für immer, wenn eine allzu niedere Temperatur nur kurze oder eine weniger tiefe längere Zeit gewirkt hat. Sie können aber durch die Rückkehr zu höheren Wärmegraden wiedererscheinen. Erholt sich auf diese Weise der Nerv, so hat man den umgekehrten Gang. Man erhält wiederum einen Stimmungszustand, unter dessen Einfluss ein schwacher absteigender Strom

nur eine Oeffnungs- und ein aufsteigender bloss eine Schliessungszuckung gibt. Die umgekehrte gewöhnliche Stimmungsrichtung kehrt erst später zurück. Die Zusammenziehungen werden um so rascher, je mehr die Erwärmung durchgreift. Frösche, die längere Zeit in Wasser von 2° bis 5° C. aufbewahrt worden, bewegen sich nicht bloss träger, sondern liefern auch oft eine stärkere Oeffnungszuckung bei ab- und eine kräftigere Schliessungszuckung bei aufsteigendem Strome, wenn man ihren lebenden Hüftnerven, das Hüftgeflecht oder das Rückenmark elektrisch reizt. Da sich dieser Stimmungszustand auch in den galvanischen Froschpräparaten erhalten kann, so hatte wahrscheinlich RITTER solche, die aus stark abgekühlten Thieren bereitet waren, vor sich, als er zu der Ansicht gelangte, dass jener, dem der gewöhnlichen Präparate entgegengesetzte Stimmungszustand den Wirkungen des lebenskräftigen unversehrten Nerven am nächsten steht.

§. 1091. Man kann diese Erscheinungen genauer verfolgen, wenn man die Verkürzungscurven des Wadenmuskels aufschreiben lässt. Die Abkühlung wird am einfachsten herbeigeführt, indem man den Oberschenkel des enthirnten Thieres mit einem sehr dünnen Guttaperchablatte und dann mit Baumwolle umgibt, in welche die Kugel eines kleinen Thermometers versenkt worden. Die Verdunstung des Aethers, den man auf die Baumwolle tropft, setzt die Wärme unter den Gefrierpunkt und selbst auf — 15° C. schnell herab, wenn die Luftwärme 15° bis 20° C. beträgt. Die auf diese Weise erhaltenen Muskelcurven zeigen, dass die Verlangsamung der Zusammenziehung in Folge der Abkühlung früher eintritt und verhältnissmässig grösser ausfällt, als die Abnahme der grössten Hubhöhe¹⁾. Die Zeit kann sich drei Mal vergrössern, während das Verkürzungsmaximum nur ein Dritttheil verliert. Befeuchtet man die Baumwolle mit warmem Wasser, so erholen sich wiederum die Nerven und die Muskeln. Die Schnelligkeit der Zusammenziehung und die Hubhöhen vergrössern sich. Beide fallen unter günstigen Verhältnissen beträchtlicher, als bei gewöhnlichen Wärmegraden aus, vorzugsweise wenn sich die Temperatur des Wassers der näherte, welche die Nervenwirkungen aufhebt. Die Aenderung verräth sich aber auch wiederum in der Geschwindigkeit der Verkürzung nachdrücklicher, als in dem grössten Werthe der Hubhöhe. Diese wuchs z. B. von 1,9 auf 2,0 Mm.,

¹⁾ Siehe das Nähere: Die Zuckungsgesetze des lebenden Nerven und Muskels. Leipzig und Heidelberg. 1863. 8. S. 100 fgg.

wenn man die Arbeit bei $+ 16^{\circ}$ C. und die bei $+ 32^{\circ}$ C. verglich. Die zur Erreichung des Verkürzungsmaximums nöthige Zeit glich aber in dem ersteren Falle 0,65 und die, welche der zweite forderte, 0,07 Secunden oder weniger als $\frac{1}{9}$ des früheren Werthes. Es kann sogar bei Wärmegraden, die sich der Zerstörungsgrenze nähern, vorkommen, dass die Hubhöhe beträchtlich ab-, die Schnelligkeit der Zusammenziehung dagegen ausserordentlich zunimmt.

§. 1092. HELMHOLTZ fand schon, dass sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenerrregung um mehr als das Zehnfache verkleinern kann, wenn man ein Stück Eis auf den Hüftnerven eines Froschpräparates gelegt hat (§. 173.). Die Reizungsstelle braucht dann nicht einmal innerhalb des Bezirkes zu liegen, der von der Eismasse berührt worden. Sie kann sich zwischen diesem und der Einsenkungsstelle des Hüftnerven in den Wadenmuskel befinden, so dass die dem Versuche unterworfenen Nervenlänge nur durch die Leitung der niederen Temperatur verändert worden. Frösche, die seit einiger Zeit in einem ungeheizten Zimmer in Wasser von ungefähr 5° C. lebten, gaben nur 2,9 bis 4,2 Meter Secundengeschwindigkeit für die Fortpflanzung ihrer Nervenerrregung, wenn ich den Hüftnerven und das Hüftgeflecht des lebenden, aber enthirnten Thieres mit schwachen Inductionsströmen, die nur Oeffnungszuckungen lieferten, untersuchte. Wir werden übrigens bei den elektrischen Misshandlungen sehen, dass sie vielleicht jene geringeren Werthe auch in höherer Wärme geliefert haben würden. Die Dauer der verborgenen Erregung (§. 172.) nimmt durch die Kälte ebenfalls zu.

§. 1093. Reizt man den Nerven eines Froschpräparates mit dem Schlittenmagnetelektromotor, so macht es eine geringe passende Erwärmung möglich, dass man die Inductionsrolle weiter von der inducirenden entfernen kann, ohne dass die Zusammenziehung ausbleibt. Es gelingt im ganzen seltener, die Stufe der vergrößerten Empfänglichkeit durch niedere Wärmegrade hervorzurufen. Sie erscheint auch in dem Menschen und den lebenden Thieren häufiger, wenn sich die Eigenwärme aus irgend einem Grunde merklich erhöht, als wenn sie durch Kälte herabgesetzt wird. Soll diese überhaupt merkliche Erfolge nach sich ziehen, so muss die Wärme des Wirkungskörpers weit mehr von der der thierischen Theile abweichen, als dieses für höhere Wärmegrade nothwendiger Weise der Fall ist. Ein vollkommen gelungener Kälte- oder Wärmeversuch soll zuerst eine Erhöhung, dann eine Abnahme der Empfänglichkeit, hierauf die Leistungsunfähigkeit und zuletzt die Erholung in

Folge der Erwärmung oder der Abkühlung liefern. Greift diese tiefer ein, so muss sich noch die eigenthümliche Erscheinung darbieten, dass sich Nachwirkungen des früheren Stimmungszustandes verrathen, also z. B. die Gesamtverkürzung oder nur die Erschlaffung bei der späteren Erwärmung des abgekühlten Nerven länger dauert, während schon wiederum die Hubhöhe ihre frühere Grösse erreicht hat. Der allgemeine Gang aller dieser Erscheinungen muss derselbe bleiben, die Kälte oder die Wärme möge auf die Nerven oder auf die Muskeln unmittelbar wirken. Prüft man die Reflexbewegungen in solchen Untersuchungen, so findet man, dass die Reizung der Haut leichter beantwortet wird, als die der Nervenstämme.

§. 1094. Diese Erscheinungen erklären die trägen Bewegungen eines Frosches, der in sehr kaltem Wasser aufbewahrt worden, oder der stark abgekühlten Theile der warmblütigen Thiere und des Menschen, die Schwierigkeit und Langsamkeit der mimischen und der anderen Körperbewegungen, sowie des zum Sprechen nöthigen Gebrauchs der Lippen, die anfängliche Schmerzhaftigkeit und die spätere Unempfindlichkeit der Theile in heftiger Winterkälte, die Abstumpfung des Geruches bei dem Einathmen sehr kalter Luft und die der Tast- und der Geschmacksempfindlichkeit der Zunge, wenn sie eine Zeit lang mit Eis in Berührung geblieben, die Leichtigkeit aller Bewegungen und Empfindungen und das Wohlsein in angenehmer Sommerwärme und die Abnahme der Muskelkräfte in erschlaffender Hitze.

§- 1095. Die Längsdehnung der Nerven kann die durch höhere Wärmegrade erzeugte stürmische Wirkung ausgleichen. Man richtet sich einen Frosch auf die §. 1055. geschilderte Weise vor, umgibt das Hüftgeflecht mit Baumwolle und benetzt diese mit warmem Wasser. Die Muskelcurven werden von Zeit zu Zeit aufgezeichnet. Hat die Hubhöhe gegen früher abgenommen, sind aber die Zuckungen stürmisch geworden, so kann man diese letztere Eigenthümlichkeit beseitigen, die Hubhöhe dagegen noch mehr verkleinern, wenn man das Hüftgeflecht der Länge nach ausdehnt, indem man die Wagschale des Dehnungsfadens mit Gewichten beschwert. Entfernt man diese, so kehrt oft die frühere stürmische Wirkung mit der Vergrösserung der Hubhöhe zurück, wenn auch indess die Wärme der Baumwolle z. B. von 25° C. auf 23° C. gesunken ist.

§. 1096. Günstige Versuche lehren, dass es einen Grad des Wärmeeinflusses auf das Hüftgeflecht gibt, bei dem es nicht gleich-

gültig ist, ob die elektrischen Ströme auf dieses oder auf das Rückenmark wirken. Man hat zwar eine Abnahme der Hubhöhen in beiden Fällen. Die stürmischen Zuckungen zeigen sich jedoch nur bei unmittelbarer Ansprache des Hüftgeflechtes. Es gibt also eine krankhafte, durch die Wärme erzeugte Beweglichkeit der Nervenmoleküle, die sich nur dann in merklichem Grade geltend macht, wenn diese selbst erregt werden, wenn also ihr innerer Widerstand (§. 207.) in Betracht kommt, nicht aber, wenn sie zur Durchleitung dienen oder der äussere Widerstand in Anspruch genommen wird.

§. 1097. Die abwechselnde rasch eingreifende Wirkung von Erwärmung und Abkühlung erzeugt dieselben Stimmungsänderungen, wie die mechanische Misshandlung. Sie kann auch in dem lebenden Frosche bewirken, dass der aufsteigende Strom eine Oeffnungszuckung oder gar keine Wirkung und der absteigende eine Schliessungsverkürzung liefert. Diese Stimmungsänderung erhält sich oft mit grosser Zähigkeit, wenn selbst der Nerv die gewöhnliche mässige Wärme der umgebenden Luft einige Zeit vorher angenommen hat. Es gelingt selten, den bei vorsichtiger Abkühlung als Regel auftretenden Fall, dass der aufsteigende, den thermisch veränderten Nerven durchsetzende Strom eine Schliessungs- und der absteigende eine Oeffnungszuckung erzeugt, mittelst der Erwärmung bis zur Zerstörungsgrenze mit oder ohne nachfolgende Abkühlung herbeizuführen. Der richtige Nervenstrom kehrt sich dann häufig um. Wir haben aber schon §. 154. fgg. gesehen, dass seine gewöhnlichen Leistungen dessenungeachtet möglich bleiben.

§. 1098. Da die Hornmasse der Oberhaut zu den schlechten Wärmeleitern gehört, so bestimmt die Dicke und der Grad der Verhornung derselben, mit welcher Geschwindigkeit Kälte oder Wärme von aussen eindringt oder von den Innentheilen zur äusseren Umgebung geht. Wir beurtheilen aber die Temperatur eines berührten Körpers nach der Schnelligkeit, mit der er uns die Wärme in der Zeiteinheit entzieht oder mittheilt. Ein Eisstück wirkt daher kräftiger auf den Bezirk des Ellenbogengelenkes, in dem der Ellenbogennerv verläuft, als auf den Handballen oder die Fingerspitzen. Die dünne Oberhaut der Lippen oder der Zungenspitze arbeitet in dieser Hinsicht noch empfindlicher. Das Unterhautfettgewebe bildet nicht bloss ein elastisches Polster, sondern auch einen zweiten schlechten Wärmeleiter. Magere Leute frieren daher im Allgemeinen leichter als fette und diese leiden durch die Hitze mehr, weil die durch die Wasserverdunstung der Haut bedingte Abkühlung schwächer

und langsamer zu den Innentheilen vordringt. Die Fusssohle zeichnet sich dadurch aus, dass ihre Fersengegend die dickste Oberhaut und ihre ganze Länge ein starkes Fettpolster besitzt. Der mechanische Nutzen, den diese Einrichtung für die Dämpfung des Druckes der Körperlast gewährt, verbindet sich auch hier mit thermischen Beziehungen. Die Sohle erträgt die Kälte im ganzen besser und die äussere Form, die Stärke der Oberhaut und die Dicke des Fettpolsters bedingen gemeinschaftlich, dass wir früher an den Zehen als an der Ferse frieren. Der Unterschied der Oberhautdicke und in geringerem Grade der der Nerventhätigkeit betheiligen sich dabei, wenn die grobe Hand eines Schmiedes ein heisses Eisen, das ein unerträgliches Wärmegefühl in einer zarten Damenhand erregen würde, ohne unangenehme Empfindung berühren kann.

§. 1099. Das Kunststück, die Hand in eine geschmolzene Metallmasse für kurze Zeit einzutauchen oder ein rothglühendes Eisen mit nackten Füßen zu betreten, erklärt sich aus dem Leidenfrost'schen Versuch oder dem sphäroidalen Zustande des Wassers, der auch dieses in Eis innerhalb eines glühenden Platintiegels verwandeln kann. Eine Dampfschicht, die sich zwischen der heissen Masse und den Wassertropfen oder jener und der Oberhaut bildet, hindert die Wärmeleitung und wirft zugleich die strahlende Wärme zu einem grossen Theile zurück. Sie verhütet daher die schmerzzerzeugende Austrocknung oder Verbrennung der Thiergewebe während der kurzen Zeit, die hier in Betracht kommt. Die Anwesenheit von Schweiss oder die Benetzung der Haut sichert daher vor den schädlichen Einflüssen.

§. 1100. Die Stärke der Empfindung und die Dauer der Nachwirkung eines thermischen Eingriffes hängen nicht bloss von dem Leitungsvermögen, sondern auch von der Wärmecapacität des Berührungskörpers und der thierischen Zwischengewebe ab. Die Summe von Wärme oder die Zahl der Wärmeeinheiten, welche die Volumenseinheit jeder dieser Massen um eine Gradeseinheit erwärmen kann, kommt hier wesentlich in Betracht. Die Einflüsse des Leitungsvermögens und der specifischen Wärme können sich dabei gegenseitig unterstützen oder in verschiedenen Richtungen thätig sein. Quecksilber kommt uns seiner guten Wärmeleitung wegen kälter als Wasser von gleicher Temperatur vor. Der Mangel zuverlässiger Angaben über das Strahlungsvermögen, die Wärmeleitung und die specifische Wärme der Thiergewebe und den Wechsel derselben mit Verschiedenheit der Ernährungszustände hindern vorläufig,

die Abhängigkeit der Vertheilung der Eigenwärme von allen diesen Bedingungsgliedern genauer zu verfolgen. Man weiss nur im Allgemeinen, dass viele Thiergewebe die Wärme mit ungleicher Geschwindigkeit in verschiedenen Richtungen leiten. Die Nerven und die Muskeln besitzen diese thermische Doppelbrechung, eine Erscheinung, die sich auch in den Hölzern und in vielen Krystallen des nicht regulären Systemes wiederholt ¹⁾.

§. 1101. Jede tiefere, durch Kälte oder Wärme erzeugte Molecularstörung des Markes führt zu lebhaften Schmerzen. Wir deuten sie als Brennen, wenn sie selbst aus dem Einflusse niederer Wärme-grade hervorgegangen ist. Taucht man die Ellenbogengegend in Eis oder in eine Kältemischung, so kann eine sehr langsame Wirkung eine Stufe erhöhter Empfindlichkeit und Beweglichkeit nach M. ROSENTHAL hervorrufen. Der bald entstehende Schmerz, den die Volumensänderung des Markes erzeugt, zieht sich eine Strecke weit von der Berührungsstelle nach abwärts. Unangenehme Empfindungen in dem kleinen Finger, dem Ringfinger und dem Mittelfinger, mithin in denjenigen Theilen des Endgliedes, in dessen Haut sich die Fasern des Ellenbogensnerven verbreiten, eine eigene Art von Kriebeln, später das Gefühl von Taubheit und endlich dumpfe Schmerzen, eine schmerzhaft zusammenziehende der Finger und selbst der Hand, Abnahme der Tastempfindlichkeit, Erblässen der Haut und Erniedrigung der Eigenwärme, der auch eine vorübergehende Röthung und Erhöhung der Temperatur als Reactionsversuch vorangehen kann, gesellen sich in der Folge hinzu. Diese krankhaften Empfindungen können das Gefühl der Kälte in den Hintergrund drängen oder gänzlich unterdrücken. Unterbricht man den Versuch, so kehrt sich im Allgemeinen die Reihenfolge der Erscheinungen der Zeit nach um. Röthe und Schmerz bleiben oft bis acht Tage zurück. Allzustarke Wirkungen können zu brandigen Zerstörungen führen. Versenkt man den Ellenbogen in Wasser, das über 40° bis 45° erwärmt ist, so zieht sich das Brennen ebenfalls längs des Stammes des Ulnarnerven hin und erscheint später in den Fingern wieder. Eine Stufe erhöhter Empfindlichkeit verräth sich hier in der Regel, ehe das Tastvermögen abnimmt. Wirkt Eis oder Wasser von 40 bis 42° C. auf die Zunge, so können alle Thätigkeitsrichtungen, der Geschmack, die Tast- und die Kälte- oder Wärmeempfindung verloren gehen.

¹⁾ HENLE und PFEUFER'S Zeitschrift. Dritte Reihe. Bd. XIV. 1862. S. 155. 156.

§. 1102. Werden die thierischen Theile einem ungewöhnlichen Temperaturgrade ausgesetzt, so dauert es eine gewisse Zeit, bis die Leitung oder die Strahlung eine bedeutende Aenderung der Gewebe herbeigeführt hat. Die Dicke der isolirenden Oberhaut macht hierbei ihren Einfluss auf das nachdrücklichste geltend. Man kann daher im Allgemeinen sagen, dass die durch ungewöhnliche Wärmegrade erzeugten Störungen der Nerven- und der Muskelthätigkeit, der Flimmerbewegung und ähnlicher Erscheinungen, in geradem Verhältnisse zu der Wirkungsdauer der Temperatur und des Leitungsvermögens der thierischen Zwischengewebe stehen. Wir sind im Stande, den Finger in Wasser von 80° C. ohne wesentlichen Nachtheil eine Secunde lang einzutauchen. Heisses Wasser führt rascher zu dem Gefühle unerträglichen Brennens an dem dünnhäutigen Ellenbogen, als an den feiner tastenden, aber mit dickerer Oberhaut versehenen Fingerspitzen. Derselbe Unterschied wiederholt sich für andere Arten schmerzerregender Wirkungen.

§. 1103. Die Beschaffenheit der Nerven entscheidet über die subjectiven Empfindungen. Wir fühlen ungewöhnlich kalte oder warme Nahrungsmittel längs der Speiseröhre und nur kurze Zeit oder gar nicht im Magen. Kalte Klystiere werden im Mastdarme deutlicher als im unteren Theile des Grimmdarmes wahrgenommen. Die Molecularveränderung des Markes, welche die Wärme und besonders die Kälte erzeugt, kann die Thätigkeiten desselben unterdrücken. Die Gefässverengerung, die Hautblässe, der kalte Schweiss, die bei der Angst, dem Ekel, dem Erbrechen und einzelnen Hirnleiden auftreten, der Fieberfrost, der sich trotz der Zunahme der Eigenwärme geltend macht, bilden nur äussere Zeichen der krankhaften Molecularbeschaffenheit der Nervengewebe.

3. Elektrische Misshandlungen.

§. 1104. Das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven (§. 136.) lehrt, dass mässig starke elektrische Ströme oder, richtiger ausgedrückt, weder zu grosse noch zu kleine Abgleichungsgeschwindigkeiten ¹⁾ (§. 113.) nur Schliessungs- und keine Oeffnungszuckungen

¹⁾ Die Norm, dass nur die Aenderung des elektrischen Zustandes, nicht aber ein beständiger Werth dieselben Zuckungen zu erzeugen pflegt, war schon VOLTA bekannt. (Siehe Collezione delle opere del Cav. Alessandro Volta, Patricio Comasco. Firenze. 1816. S. Tomo II. P. I. p. 65. 66. §. 18.) und wurde auch später von NOBILI angedeutet. Man findet überhaupt bei VOLTA viele Dinge, die einzelne nachfolgende Forscher als neu beschrieben. Er nahm schon das Hüftgeflecht und den Hüftnerven der Froschpräparate,

bei ab- wie bei aufsteigender Richtung ihres Durchflusses liefern. Die Bewegung des Stromes durch die Muskelmasse liefert das gleiche. Grössere Abgleichungsgeschwindigkeiten, vorzugsweise die, welche durch das Wachsthum der Stromstärken erzeugt werden, führen zu doppelten Wirkungen, zu Schliessungs- und zu Oeffnungszuckungen bei beiden Stromesrichtungen. Eine nähere Betrachtung leitet zu dem Wahrscheinlichkeitsschlusse, dass diese Wirkung den ersten Ausdruck einer krankhaften Nerventhätigkeit bildet (§. 252 fgg.).

§. 1105. Der Einfluss der Elektrolyse (§. 224.) und der der Triebkraft des Stromes (§. 237.) machen sich für die bewegliche Masse des Nervenmarkes nachdrücklich geltend, wenn auch der Strom eine nur kurze Zeit durchgeht. Die grosse Elasticität (§. 205.)

um mit einem längeren Nervenstücke zu arbeiten (T. II. P. I. p. 86.), kannte den Wirkungsunterschied der Elektrizität auf die quergestreiften und die einfachen Muskelfasern (T. II. P. I. p. 115. Vgl. auch p. 150. 211. T. II. P. II. p. 41.), bestätigte den von FONTANA beobachteten Einfluss des Galvanismus auf das Herz (Ebendas. p. 213.), gab einige der Hauptbedingungen, Zuckungen ohne Metalle zu erzeugen, richtig an (T. II. P. I. p. 256.), leitete aber im Anfange die Zusammenziehung von Zerrungen des Nerven her (T. II. P. I. p. 227), erklärte das galvanische Froschpräparat für das empfindlichste Rheoskop (Ebendas. p. 232. T. II. P. II. p. 237. 272.), entdeckte die Geschmackswirkung des elektrischen Stromes, ohne die frühere Beobachtung von SULZER zu kennen (T. II. P. I. p. 163. 180.) und wies nach, dass der saure Geschmack auch auftritt, wenn eine alkalische Flüssigkeit die Zunge umspült (T. II. P. II. p. 5. 6.). VOLTA fand ferner, dass der Schmerz auch während der Dauer des Kettenschlusses anhält (Ebd. p. 118 u. 221.), die Lebhaftigkeit des subjectiven Blitzes (jenseit einer gewissen Grenze) bei dem Gebrauche einer stärkeren Batterie nicht zunimmt (Ebd. p. 125.) und der Galvanismus auch subjective Gehörempfindungen erzeugt (Ebd. p. 126. 127.), eine Erscheinung, die er zu anderen Zeiten in Abrede gestellt hatte (T. II. P. I. p. 180.). Die Anweisung, die er CONFIGLIACHI für die Untersuchung der Zitterrochen gab, enthält schon den Vergleich der elektrischen Werkzeuge dieser Thiere mit einer aufgeschichteten galvanischen Säule (Ebd. p. 129—31. 233. 234.), betont die Zusammensetzung derselben aus Leitern zweiter Ordnung (Ebd. p. 193.), vergleicht den Schlag des Thieres unter Wasser mit den Seitenströmen, welche die in ein Wasserbecken eintauchenden Hände eines Menschen empfangen (Ebd. p. 113.) und räth die Bauchseite und die Hinterseite (schiena) des Thieres mit seinem Elektroskope zu prüfen (Ebd. p. 256. 257.) und das rheoskopische Froschpräparat für Schläge, die ihrer Schwäche wegen nicht mehr gefühlt werden, zu benutzen (Ebd. p. 272.). VOLTA kannte schon den grossen Leitungswiderstand des aus feuchten Geweben bestehenden menschlichen Körpers (Ebd. p. 248.), suchte die nach ihm genannten Abwechselungen nicht bloss für die Bewegungs-, sondern auch für die Empfindungsnerven nachzuweisen (Ebd. p. 219—221.), kam dem Gedanken, specifische Energien für die verschiedenen Nervenarten anzunehmen, sehr nahe (T. II. P. I. p. 95.) und beschrieb die Reflexwirkungen der Muskeln des enthaupteten Frosches (Ebd. p. 244.). Es war ihm und seinen Zeitgenossen entgangen, dass schon PROCHASKA den allgemeinen Weg der Reflexthätigkeit naturgemäss erläutert hatte.

des lebenden Nerven kann den hierdurch erzeugten, oft nur durch die Aenderung der Lebenswirkungen kenntlichen Molecularumsatz rasch beseitigen. Greift aber die Wirkung der Elektrizität abermals ein, während noch eine ungewöhnliche Mischung des Markes vorhanden ist, so vermag eine Oeffnungszuckung aufzutreten, wenn sie bei einer minder regelwidrigen Beschaffenheit des Markes fehlen würde. Manche lebende Frösche bleiben daher auch dem Zuckungsgesetze des lebenden Nerven treu, wenn die stärksten Battereien wirken. Andere dagegen liefern schon doppelte Wirkungen bei langsamen Abgleichungen (§. 136.). Die Uebergangsform, dass die Oeffnungszuckung bei jeder Stromesrichtung schwächer als die Schliessungszuckung ausfällt, und die umgekehrte Wirkungsweise, nachdem eine Anzahl von Strömen durch den Nerven geleitet oder dieser sonst misshandelt worden, zeugen ebenfalls für die Ansicht, dass die Oeffnungszuckung einer nicht ganz regelrechten Zusammensetzung des Markes entspricht. Wir haben schon §. 248. fgg. gesehen, welche Schwierigkeiten der Mangel derselben in dem lebenden Nerven der theoretischen Auffassung entgegensetzt.

§. 1106. Die Hartnäckigkeit, mit der sich das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven erhält, wenn örtliche Misshandlungen nicht eingreifen, bestätigt diese Auffassungsweise der Bedeutung der Oeffnungszuckung. Es verharret, wenn die Kräfte des Nerven im Winterschlaf der Murmelthiere sinken. Das allmähliche Absterben derselben nach dem Tode lässt es bis zu den letzten Resten der Empfänglichkeit fortdauern. Die heftigsten betäubenden Gifte vernichten das Leben, nicht aber das blosse Auftreten von Schliessungszuckungen bei mässigen Abgleichungsgeschwindigkeiten des elektrischen Stromes. Mechanische, thermische, elektrische und chemische Eingriffe dagegen, welche die Lagen und die Formen der Moleküle der Nervengewebe durchgreifend ändern, lassen sogleich die Oeffnungszuckungen zum Vorschein kommen. Nur die örtlich veränderte Stelle oder sie und ein längerer oder kürzerer Nachbarbezirk bieten dann die Abweichung von dem Zuckungsgesetze des lebenden Nerven dar. Die vergleichende Prüfung des durch Zerrungen misshandelten Hüftgeflechtes und des in dem unversehrten Oberschenkel enthaltenen Hüftnerven mit eingestochenen Elektrodennadeln weist diese beiden Wirkungsarten am häufigsten nach.

§. 1107. Greift die elektrische Misshandlung tiefer ein, so liefert auch der lebende Nerv ähnliche von der Stromesrichtung abhängige Wirkungen, wie der durch die Herrichtung veränderte des

galvanischen Froschpräparates. Beide pflegen dann mässige absteigende Abgleichungsgeschwindigkeiten nur mit Schliessungs- und aufsteigende mit Oeffnungszuckungen zu beantworten. Man hat aber hier alle möglichen Uebergänge von dem Zuckungsgesetze des lebenden Nerven zu dieser Wirkungsweise. Die doppelten Wirkungen fallen ungleich aus. Die Oeffnungszuckung erscheint zuerst bei dem aufsteigenden Strome grösser, als bei dem absteigenden. Nur eine der beiden Stromesrichtungen liefert später noch zweifache Erfolge. Es hängt von der Mischung des Nervenmarkes ab, ob die Oeffnungszuckung des absteigenden oder, was häufiger vorkommen scheint, die Schliessungszusammenziehung des aufsteigenden Stromes früher verloren geht. Verfolgt man die Erscheinungen, wie sie sich im Laufe des Fortschreitens der Markzerstörung zeigen, so findet man häufig, wie WUNDT schon für Froschpräparate hervorgehoben hat, dass die Schliessungszuckungen des einen und die Oeffnungszusammenziehungen des entgegengesetzten Stromes gleichzeitig, wenn auch nicht in demselben Maasse steigen. Der Wechsel der Ströme oder Erholungspausen zwischen den einzelnen Erregungen begünstigen die Schliessungszuckungen. Noch durchgreifendere Zerstörungen des Markes durch den Einfluss der Ströme können die eine Stromesrichtung völlig unwirksam machen, so dass z. B. der absteigende Strom erfolglos bleibt, während der aufsteigende eine Oeffnungsverkürzung liefert.

§. 1108. Die umgekehrte Stimmungsrichtung, dass der absteigende Strom nur eine Oeffnungs- und der aufsteigende eine Schliessungszuckung erzeugt, kommt im Leben wie nach dem Tode seltener vor. Wir haben schon §. 1090. gesehen, dass man sie durch Kälte künstlich erzeugen kann und wesshalb sie wahrscheinlich RITTER und viele seiner Nachfolger für die natürliche und die entgegengesetzte, die in Froschpräparaten als Regel bemerkt wird, für eine künstlich aufgedrungene Wirkungsweise hielten. LONGET, MATTEUCCI und SCHIFF ¹⁾ bemerkten, dass die blossgelegten vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven eine Schliessungszusammenziehung bei dem aufsteigenden und eine Oeffnungszuckung bei dem absteigenden Strome geben, wenn sie nicht mehr nach der Norm des Zuckungsgesetzes des lebenden Nerven antworten. Dasselbe soll für die vorderen Rückenmarksstränge nach den beiden erstgenannten Forschern wiederkehren.

¹⁾ SCHIFF, Physiologie S. 82.

§. 1109. Man hat sich bemüht, sogenannte Erregbarkeitsstufen anzugeben, die der Nerv während des Lebens und in Folge des Absterbens nach und nach durchlaufen sollte. Lassen wir die von RITTER aufgestellten Normen¹⁾ welche den Gegensatz der Beuger und der Strecker mit diesen Verhältnissen in Beziehung brachten, unberücksichtigt, so betrachtete NOBILI die doppelten Wirkungen bei beiden Stromesrichtungen als die erste Stufe der Wirkungsart. Die zweite lieferte eine vorherrschende Schliessungszuckung bei absteigendem und nur eine Oeffnungszuckung bei aufsteigendem Strome, die dritte diese und nur eine Schliessungszusammenziehung bei dem Absteigen des Stromes. Man pflegt diese Wirkungsweise mit dem Namen des Marianini'schen oder auch des Ritter-Pfaff'schen Gesetzes zu bezeichnen. Die Schliessung des absteigenden Stromes allein wirkt noch auf der vierten Stufe der Erregbarkeit. HEIDENHAIN glaubte annehmen zu müssen, dass man eine Stufe, auf welcher der absteigende Strom eine Oeffnungs- und der aufsteigende eine Schliessungszuckung gibt, an die Spitze der Nobili'schen Reihe stellen sollte, weil diese Wirkungsart der des unversehrten Lebens am nächsten stehe (§. 1090.). Wer sich viel mit den Wirkungen der galvanischen Erregung misshandelter Nerven beschäftigt hat, wird die Ueberzeugung gewonnen haben, dass ein doppeltes Missverständniss dem Bemühen, solche Normen aufzustellen zum Grunde liegt. Geht die Oeffnungszuckung aus einer krankhaften Veränderung des Nerveninhaltes hervor, so kann keine andere Norm, als die der Schliessungszuckung bei beliebiger Stromesrichtung den regelmässigen Lebenswirkungen zum Grunde liegen. Es ist aber eben so wenig gerechtfertigt, die angegebenen Stufen auf das Absterben zu beziehen. Der vollkommen regelrechte Nerv gehorcht dem Zuckungsgesetze des lebenden Nerven bis zu den letzten Augenblicken seiner Leistungsfähigkeit. Nur Misshandlungen, die zu einer anderen Molecularbeschaffenheit führen, erzeugen Wirkungen, die von jener Norm abweichen. Da sie nicht allein oder auch überhaupt nicht von der Zeit des Absterbens, sondern von der Art des Molecularumsatzes abhängen, so verrückt nur ein jedes Bemühen, die zeitlichen Veränderungen ausschliesslich im Auge zu behalten, den richtigen Standpunkt. Hätte man sich die aus dem Hüftnerve und den entsprechenden Muskeln bestehenden Präparate aus Säugethieren

¹⁾ Eine tabellarische Zusammenstellung derselben findet sich bei DU BOIS, Untersuchungen über thierische Elektrizität. Bd. I. 1848. S. S. 319.

thieren und nicht aus Fröschen bereitet, so würde der Irrweg der Erregbarkeitsstufen nicht betreten worden sein, weil jene das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven selbst nach der Sonderung und Trennung des Hüftnerven zu geben pflegen. Die Herstellung galvanischer Froschpräparate oder der Durchfluss allzustarker Ströme durch den lebenden Nerven der Säugethiere und der Frösche ändert das Mark in der grössten Zahl der Fälle in der Art, dass sich das Marianini'sche Gesetz geltend macht. Eine jede andere Wirkungsweise dagegen bleibt zu allen Zeiten möglich, weil sie nicht von diesen, sondern von dem künstlich hervorgerufenen oder dem krankhaften Wechsel der Markbeschaffenheit abhängt.

§. 1110. Es ist möglich, dass die durch die Muskelmasse geleiteten Ströme nur Schliessungszuckungen bei jeder Durchgangsrichtung liefern, die Erfolge dagegen nach Maassgabe der Verschiedenheit der Stromesrichtungen wechseln lassen, so wie sie den Nerven durchsetzen. Das Hüftgeflecht und der Hüftnerv können einen ähnlichen Unterschied darbieten. Es kommt bisweilen in Säugethiern vor, dass man eine sogenannte spätere Stufe der Empfänglichkeit an einem centraleren und eine frühere an einem peripherischen Bezirke des blossgelegten Nerven bemerkt. Man hat diese Erscheinungen als einen Beweis angegeben, dass die Nervenstämme ihre Lebenskräfte in absteigender Richtung verlieren. Eine nähere Betrachtung lehrt aber wiederum, dass hier alles von der Molecularbeschaffenheit der von dem Strome durchflossenen Strecke, mithin von der Wirkung der vorangegangenen Misshandlung abhängt.

§. 1111. Die Ergebnisse wechseln oft genug nach Maassgabe dieser Beziehungen. Die an den Nerven erstarrter Murmelthiere angestellten Beobachtungen (§. 153.) lehrten, dass man einen richtigen Nervenstrom in einem ersten Querschnitte und einen umgekehrten in einem benachbarten zweiten haben kann. Dasselbe wiederholt sich im Verlaufe der Fäulniss, wenn zuerst der regelrechte Nervenstrom immer schwächer wird und sich später nach dem Durchgange durch den Nullpunkt des Gegensatzes umkehrt. Leitet man einen Bezirk der Längsfläche und einen des Querschnittes am Galvanometer ab, so erhält man die Summe der Wirkungen der dazwischen liegenden Nervenmassen, es mögen alle in gleichem Sinne oder ein Theil in dem einen und ein anderer in dem entgegengesetzten wirken. Dasselbe wiederholt sich für die Verkürzungseinflüsse. Die Molecularbeschaffenheit des Markes, die das Auftreten des Zuckungsgesetzes des lebenden Nerven und die, welche eine andere Wirkungsnorm

in dem misshandelten Marke bestimmt, kann auf die kleinsten Ausdehnungen beschränkt bleiben. Die Erfolge wechseln daher auch bisweilen auf das mannichfachste mit der Oertlichkeit der angesprochenen Nervenstelle.

§. 1112. Hatte ich die Bauchaorta eines kräftigen Kaninchens nach der Spaltung der Bauchdecken unterhalb des Abganges der Nierenschlagadern unterbunden und die beiden Elektrodennadeln in die Oberschenkelgegend des Hüftnerven oder in den Wadenmuskel gestochen, so bewährte sich wiederum die Zähigkeit des Zuckungsgesetzes des lebenden Nerven. Die willkürliche Bewegung und die Empfindlichkeit der Hinterbeine verloren sich nach kurzer Zeit. Die galvanische Erregbarkeit wurde immer geringer. Sie schwand aber nicht gänzlich während der Viertelstunde, während der ich die Aorta geschlossen liess. Man hatte dann nur eine Schliessungszuckung oder diese und eine sehr schwache Oeffnungszuckung zu allen Zeiten des Versuches. Die Stärke der Wirkung nahm nur mit der Dauer der Unterbrechung des Kreislaufes ab und mit der Wiederkehr desselben zu. Blutlaugensalz, das in eine Wunde des linken und Strychnin, das in eine solche des rechten Hinterbeines gebracht worden, wurden nicht merklich aufgesogen, so lange der Kreislauf der hinteren Körperhälfte stockte. Die Beschleunigung der Athmung stellte sich sogleich, die erhöhte Reizempfänglichkeit ungefähr sechs und der Tod unter einem heftigen Krampfanfalle sieben Minuten nach der Oeffnung der Aortenunterbindung ein. Wir haben schon §. 1033. gesehen, dass die Muskeln der Hinterbeine, besonders des Unterschenkels die heftigen Schläge des Magnetelektromotors nicht beantworten, wenn der Blutlauf derselben seit einer hinreichend langen Zeit durch die Aortenunterbindung aufgehoben worden. Die Einspritzung von Blut in ein losgelöstes Glied dagegen kann die Zusammenziehungen von Neuem verstärken.

§. 1113. Lässt man die Muskelcurven aufschreiben, so ereignet sich nicht selten, dass der Stift nicht ganz zur Abscisse während der Dauer des Kettenschlusses zurückkehrt¹⁾. Dieses kann von einer zu grossen Reibung desselben, also von einem Täuschungsergebnisse oder davon herrühren, dass die Schliessungszuckung so langsam sinkt, dass sie zur Zeit der Oeffnung der Kette noch nicht unmerklich geworden. Wir haben dagegen schon §. 128. die Be-

¹⁾ Siehe z. B. solche Curven in: Die Zuckungsgesetze des lebenden Nerven und Muskels. Leipzig und Heidelberg 1863. 8. S. 26. Fig. 4. S. 33. Fig. 6. S. 34. Fig. 7.

dingungen kennen gelernt, unter denen die Curarevergiftung des Frosches zu einer auch während des Kettenschlusses fortdauernden, allmählig abnehmenden und mit der Oeffnung plötzlich aufhörenden Zusammenziehung führt.

§. 1114. Hatte PFLÜGER die Polarisationsstörungen des Stromes durch den Gebrauch von Platinelektroden und rauchender Salpetersäure möglichst beseitigt, so fand er, dass es von der Stromstärke abhängt, ob die Muskelzusammenziehung während des Geschlossenseins der Kette fort dauert oder nicht. Sehr schwache Ströme führen nie zu einem Starrkrampf, der während jenes Zeitraumes anhält. Er beginnt dagegen bei Strömen, die ungefähr von gleicher Ordnung, wie der Muskelstrom des Wadenmuskels des Frosches zu sein scheinen, vergrößert sich mit Zunahme der Stromstärke, erreicht bald sein Maximum und sinkt später zu Null, so dass alle kräftigeren Ströme keinen Starrkrampf mehr während der Dauer des Geschlossenseins der Kette hervorrufen. Man stösst nach PFLÜGER auf lebhaftere Wirkungen bei auf- als bei absteigendem Strome. Sie wachsen rasch mit der Länge der durchflossenen Nervenstrecke. Die Beobachtungen von FICK¹⁾ bestätigten ebenfalls, dass die durch Nervenreizung erregten Zuckungen während der Dauer des Geschlossenseins der Kette auftreten können.

§. 1115. Verfolgte WUNDT die Längenänderungen eines ausgeschnittenen Froschmuskels mit dem Fernrohr (§. 311.), so fand er, dass dieser um eine geringe Grösse während der Wirkung eines beständigen Stromes kürzer blieb, als nach der Beendigung der Schliessungszuckung. Der Unterschied glich sich sehr langsam, erst nach einer Reihe von Minuten aus. Oeffnet man die Kette, so erhält man entweder eine Oeffnungszuckung und findet hierauf den Muskel verlängert, oder das Letztere tritt plötzlich ein, ohne dass früher eine Zusammenziehung zum Vorschein kam. Man bemerkt den zweiten Fall am häufigsten bei aufsteigendem Strome, unter dessen Einflusse auch die dauernde Verkürzung bedeutender auszufallen pflegt. Der absteigende liefert in der Regel eine eingeschaltete Oeffnungszuckung.

§. 1116. REMAK²⁾ hat eine Reihe von Erfahrungen mitgeteilt, in denen stärkere beständige Ströme anhaltende Zusammenziehungen

¹⁾ AD. FICK, Beiträge zur vergleichenden Physiologie der irritablen Substanzen. Braunschweig 1863. 4. S. 21.

²⁾ REMAK, Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten. Berlin 1858. 8. S. 63.

während der Dauer des Geschlosseneins der Kette erzeugten. Er deutet sie jedoch schon selbst so, dass sie nicht mit den §. 1113 bis 1115. erwähnten Erfahrungen zusammengestellt werden können. Hebt man das obere Augenlid eines Kaninchens in die Höhe und leitet den Strom von zwei bis drei Daniell'schen Elementen durch die Bindehaut, so sieht man die fibrillären Zuckungen des geraden oberen Augenmuskels durchschimmern. Ein Strom von fünf oder mehr Elementen erzeugt einen Starrkrampf, der keine Verkürzungsschwankungen mehr, selbst unter der Lupe verräth. Zittern die Tasthaare des Kaninchens aus irgend einem Grunde anhaltend, so stehen sie an der einen Seitenhälfte des Gesichtes still und die Lippen verziehen sich nach dieser Richtung, wenn man durch sie einen Strom von zehn Elementen leitet. Mag dieser, wie er wolle, durchgehen, so verfallen die blossgelegten Gesichtsmuskeln in Starrkrampf bei grösserer und in fibrilläre Wechselkrämpfe bei gringerer Empfänglichkeit. Nur diese zeigen sich in den Kaumuskeln und den Muskeln der Gliedmaassen. Versuche, die REMAK¹⁾ am Menschen machte, führten ihn zu dem Schlusse, dass meistens Ströme von 20 bis 30 Daniell'schen Elementen hinreichen, eine tonische Zusammenziehung an dem Arme während der Dauer des Geschlosseneins der Kette hervorzurufen. Sie erscheint jedoch erst bei dem Gebrauche einer Batterie von 40 bis 50 Daniell in manchen Personen. Man vermisst sie immer bei der Anwendung schwächerer Ströme und erhält sie, man mag den kräftigeren Strom durch ein kürzeres oder ein längeres Nervenstück gehen lassen. Sie kann fehlen, wenn auch der Strom einen unerträglichen Schmerz erzeugt und auftreten, wenn sein Durchgang durch die Muskelmasse keine Schliessungszuckung zur Folge hat. Zeigt sie sich nicht bei dem ersten Ansätze des Stromgebers, so erscheint sie bei dem zweiten oder einem folgenden, nachdem der beständige Strom die Muskelmasse eine Zeit lang durchkreist hat. Der Wille kann dem Starrkrampfe bis zu einem gewissen Grade entgegenwirken. REMAK²⁾ selbst sucht die Ursache dieser Erscheinungen in kleinen Stromesschwankungen, die aus mechanischen Ursachen oder aus der Polarisaton bei dem Gebrauche starker Batterien hervorgehen. Nebenschleifen so starker Ströme können auch klonische oder tonische Zusammenziehungen von Muskeln erregen, die von dem getroffenen Nerven nicht abhängen.

¹⁾ REMAK, Ebendasselbst. S. 57—59.

²⁾ REMAK, Ebendasselbst. S. 68—69 und S. 88 fgg.

§. 1117. Der Einfluss, den der Durchgang eines galvanischen Stromes auf den Nerven ausübt, kann sich nach dreierlei Richtungen hin geltend machen. Die Molecüle des Nerven werden in einer ungewöhnlichen Stellung erhalten. Die elektromotorischen Beziehungen der natürlichen Längsfläche und des künstlichen Querschnittes ändern sich daher. Diese Erscheinung verräth sich am Galvanometer in der Form des Elektrotonus (§. 142.). Wir haben schon §. 243 fgg. gesehen, dass ein rascher und bedeutender Wechsel dieser Wirkungsbeziehung nicht nothwendiger Weise eine Zusammenziehung des Muskels erzeugt. Die Triebkraft des Stromes sucht einzelne Bestandtheile des Muskels von einem Pole zum anderen zu verschieben. Die Elektrolyse endlich besteht in einer so durchgreifenden Aenderung der Molecularbeschaffenheit, dass sich diese schon unseren verhältnissmässig stumpfen physikalischen und chemischen Prüfungsmitteln verräth. Die vielseitige Wirkungsweise macht es möglich, dass der beständige Strom die Eigenschaften der Bewegungsnerven für immer oder nur vorübergehend ändert. Der Erfolg hängt aber nicht von ihm allein, sondern von dem Widerstande, den die Nervenmolecüle der augenblicklichen oder bleibenden Umlagerung entgegensetzen, ab. Das Mark ist um so elastischer (§. 204.), je lebenskräftiger der Nerv und je weniger er misshandelt worden. Der umsetzende Einfluss des Stromes stösst daher im Allgemeinen auf grössere Schwierigkeiten in gesunden und nervenstarken Geschöpfen, als in kranken und nervenschwachen, in lebenden, als in getödteten Thieren, in nicht durchschnittenen Nerven, die sich in ihrer natürlichen Lage befinden und sich der Vortheile des Blutlaufes erfreuen, als in gesonderten, mechanisch, thermisch, elektrisch oder chemisch misshandelten.

§. 1118. Greift die elektrolytische Zerstörung mächtiger Ströme kraftvoll durch, so wechselt die Moleculargruppierung des Markes von Augenblick zu Augenblick mit solcher Geschwindigkeit und Unregelmässigkeit, dass eine Reihe bald steigender und bald fallender Zuckungen während der Dauer des Geschlossenseins der Kette zum Vorschein kommt. Die von den Seitenströmen unmittelbar durchflossenen Oberschenkelmuskeln des Frosches liefern sie früher, als der von dem Hüftnerven beherrschte Wadenmuskel, wenn man die Elektroden in dem Oberschenkel längs des Verlaufes jenes Nerven befestigt hat. Die Zersetzung des Markes erreicht allmählig einen so hohen Grad, dass die Leistungsfähigkeit immer mehr sinkt und endlich vollkommen verloren geht. Da sie nicht in allen Fasern

desselben Nervenstammes mit gleicher Schnelligkeit eingreift und sich auch der elektrische Widerstand des Nervenmarkes mit der Beschaffenheit desselben und der Faserbreite ändert, so ruhen einzelne Muskelbündel, während andere zittern, ehe die Lähmung alle Theile des Nerven ergriffen hat. Die von dem Strome unmittelbar durchflossene Nervenstrecke verliert ihre Leistungsfähigkeit früher, als die äusseren Bezirke. Sind auch diese unthätig geworden, so kann immer noch der Strom Verkürzungen erzeugen, wenn er die Muskelmasse selbst durchsetzt. Alle diese Veränderungen treten in dem lebenden Nerven selbst bei starken Batterien schwerer auf, als in dem misshandelten Hüftnerve des galvanischen Froschpräparates.

§. 1119. Antwortet dieses in gewöhnlicher Weise oder nach der Vorschrift des Marianini'schen Gesetzes (§. 1109.) und lässt man einen verhältnissmässig nicht zu kräftigen Strom in aufsteigender Richtung durch den Hüftnerve gehen, so ergreift oft ein heftiger unregelmässiger Starrkrampf den Wadenmuskel unmittelbar nach dem Oeffnen der Kette. Man nennt diesen den Ritter'schen Oeffnungstetanus. Die Muskelmasse bleibt zwar fortwährend mehr oder minder zusammengezogen. Sie zuckt aber häufig, weil die Verkürzungsgrösse von Zeit zu Zeit sprungweise wächst, nachdem sie vorher rascher oder langsamer abgenommen hat. Dieser unregelmässige Gang deutet an, dass die Nachschwingungen der Moleküle, die in ihre frühere Gleichgewichtslage aus ihrer durch den Stromdurchgang erzeugten ungewöhnlichen Stellung zurückzukehren suchen, nicht gleichförmig abnehmen, sondern plötzlich Steigungen und Senkungen darbieten. Es wäre möglich, dass verstärkende und schwächende Interferenzen der Bewegung der Nervenmoleküle (§. 212.) die Hauptursache der Schwankungen der Muskelzusammenziehung bildeten. Schliesst man die Kette von Neuem in aufsteigender Richtung, so hört in der Regel der Starrkrampf auf. Er verstärkt sich dagegen bisweilen in merklichem Grade, wenn man einen absteigenden Strom durch den Nerven treten lässt. Dieser erzeugt zwar seltener den Ritter'schen Oeffnungstetanus. Allein die Erfahrungen von ROSENTHAL, WUNDT und mir lehrten, dass er auch bei dieser Stromesrichtung möglich ist, nur dann minder häufig zum Vorschein kommt und schwächer auszufallen pflegt. PFLÜGER fand noch hierbei einen eigenthümlichen Unterschied. Hat man den Oeffnungsstarrkrampf durch einen absteigenden Strom erzeugt, so hört er auf, wenn man den Nerven in der Mitte der Strecke, die von dem Strome

durchsetzt war, trennt. Er erhält sich aber nach der Durchschneidung dieser Stelle und schwindet nach der etwas unterhalb des früheren Berührungspunktes der positiven Elektrode, wenn er durch einen aufsteigenden Strom hervorgerufen worden.

§. 1120. Die grössere Elasticität der lebenden Nerven bedingt es, dass man hier in der Regel den Oeffnungsklonus statt des Ritter'schen Starrkrampfes hat. Leitet man einen aufsteigenden nicht zu schwachen Strom durch den Hüftnerven eines enthirnten Frosches, so besteht oft die Oeffnungszuckung aus mehreren Zusammenziehungen, die durch Erschlaffungen von einander getrennt werden oder unmittelbar in einander übergehen, indem die zweite Erhebung beginnt, ehe die erste vollständig geschwunden ist¹⁾. Diese Erscheinung hängt von dem Stimmungszustande des Nerven wesentlich ab. Die Zerstörung des Gehirnes oder des Rückenmarkes des Frosches erhöht die Beweglichkeit der Nervenmoleküle. Der Oeffnungsklonus entsteht daher unmittelbar nach diesem Eingriffe leichter, als einige Zeit später. Merkliche Zwischenzeiten der Ruhe schalten sich häufig zwischen den einzelnen Zuckungen ein. Wir werden sehen, dass viele örtliche chemische Reize und manche Vergiftungen die gleichen Wirkungen hervorrufen.

§. 1121. Geht ein hinreichend starker, aber noch nicht lähmender Strom durch den Hüftnerven eines Froschpräparates, so ändert sich nach und nach die Stimmung der Bewegungsfasern desselben in eigenthümlicher Weise. Die Empfänglichkeit für die Oeffnung desselben Stromes und die Schliessung des entgegengesetzten nimmt zu, die für den Schluss dagegen und für eine neue Einwirkung des gleichgerichteten Stromes überhaupt ab. Da man früher die Erscheinungen, die den Kettenschluss begleiten, vorzugsweise berücksichtigte, so sagte man auch, dass die anhaltende Durchleitung eines galvanischen Stromes in einer Richtung die Empfänglichkeit des Nerven für diese Stromesrichtung abstumpft und die für die entgegengesetzte erhöht. Wir werden sogleich sehen, dass diese Bezeichnungsweise für manche Fälle richtiger ist, als jene erstere Darstellung. Man nennt die Erscheinung die Voltaische und bisweilen auch die Ritter'sche Alternative.

§. 1122. Die Auffassung derselben nach den Grundanschauungen, die uns bei der Betrachtung des Oeffnungstetanus oder des Oeffnungsklonus geleitet haben, kann die Verhältnisse von einem allgemeineren

¹⁾ Die Zuckungsgesetze des lebenden Nerven. S. 27. Fig. 5.

Standpunkte aus klar machen. Der Strom sucht die Nervenmolecüle in seinem Sinne zu richten. Schnellen diese nach dem Oeffnen zurück und schwingen hierauf hinreichend weit und rasch, aber unregelmässig nach, so hat man den Oeffnungstetanus bei geringerem und den Oeffnungsklonus bei grösserem elastischem Widerstande des Nervenmarkes. Kommen sie nach dem Oeffnen nicht mehr in ihre frühere Lage, sondern bewahren mehr oder minder die Stellung, die dem durchgetretenen Strome entspricht, so hat ein neuer gleich starker Strom derselben Richtung wenig oder nichts mehr zu verrücken. Einer der entgegengesetzten Richtung aber kann eine grössere Bewegung der Molecüle erzeugen, als wenn sich diese in der regelrechten Gleichgewichtslage befunden hätten. Man erhält daher die Voltaische Alternative. Sie wird ohne eine verstärkte Oeffnungswirkung vorkommen, wenn die Nervenmolecüle bei dem Oeffnen der Kette in ihrer Stellung verbleiben oder zu wenig oder zu langsam zurückschnellen. Man beobachtet daher auch oft die Voltaische Alternative ohne Oeffnungskrämpfe, ja nach dem Aufhören aller sichtlichen Zusammenziehung, vorzugsweise bei absteigendem Strome. Nur die zweite §. 1121. gegebene Ausdrucksweise und nicht die erste passt daher für diese Fälle. Die Grösse der zurückbleibenden Verückung bestimmt es, ob später der gleichgerichtete Strom schwächer oder gar nicht wirkt. Dieser Umstand und die noch mögliche Bewegung der Molecüle im Sinne des entgegengesetzten Stromes entscheiden über den Erfolg desselben.

§. 1123. Man kann diese Einflüsse der beständigen Ströme in dem gesonderten Hüftnerven der gewöhnlichen Froschpräparate leicht nachweisen, wenn man sie selbst nicht in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume aufbewahrt und daher die Wirkungen des Eintrocknens neben denen des galvanischen Stromes einhergehen. Sticht man dagegen die Elektrodennadeln unmittelbar in den Oberschenkel eines enthaupteten Frosches, so erhält sich häufig das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven mit grosser Hartnäckigkeit, nachdem auch mässige Ströme längere Zeit durchgegangen sind. Die Ernährungsflüssigkeit kann hier in ähnlicher Weise wiederherstellend wirken, wie bei einem durch seine übermässige Thätigkeit erschöpften Nerven eines Froschpräparates. Enthirnt man nur den Frosch, lässt man also den Blutlauf fortbestehen, so nimmt im Allgemeinen der Widerstand gegen das Auftreten der Voltaischen Alternative noch mehr zu. Gelingt es auch Wirkungen, die ihnen ent-

sprechen, herzustellen, so fallen sie doch meist unregelmässiger aus und halten nur kürzere Zeit an.

§. 1124. Dringt der beständige Strom eine andere zurückbleibende Stimmungsrichtung dem Marke auf, so lässt sich dieses mit der dauernden Elasticitätsveränderung eines Körpers durch allzugrosse Dehnung vergleichen. Dieser Erfolg tritt aber im Allgemeinen in einer Masse, für welche die Grenzen der vollkommenen Elasticität weiter aus einander liegen, schwerer auf. Der geschonte lebende Nerv befindet sich in diesem Falle. Er unterliegt daher minder leicht, als der misshandelte des unversehrten Thieres oder des Froschpräparates. Der tiefer durchgreifende Molecularumsatz, den stärkere Ströme nach kürzerer oder schwache nach längerer Zeit erzeugen und den wir als Elektrolyse bezeichnen, verkleinert zwar in der Regel die Leistungsfähigkeit der Nerven früher oder später. Sie kann aber für die eine Erregungsweise stärker, als für eine andere sinken. Man findet dann, dass die absteigende, nicht aber die aufsteigende Stromesrichtung zu Zuckungen führt oder umgekehrt.

§. 1125. RITTER und seine Nachfolger haben häufig angenommen, dass der aufsteigende Strom erregend, der absteigende dagegen erschöpfend wirkt, weil jener den Oeffnungstetanus (§. 1119.) in den gewöhnlichen Froschpräparaten erzeugt und es bei der Herstellung der Voltaschen Alternative häufig vorkommt, dass später die Wirkungen des absteigenden Stromes selbst nach dem Durchgange eines aufsteigenden ausbleiben, die Oeffnungszuckung des letzteren dagegen immer noch verharret. Die selten vorkommenden Froschpräparate, welche die dem Marianinischen Gesetze entgegengesetzte Stimmung darbieten und daher bei dem Schlusse des aufsteigenden und der Oeffnung des absteigenden Stromes zucken, weisen diese Auffassung zurück. Die anhaltende Wirkung des aufsteigenden Stromes ist hier nachtheiliger als die des absteigenden ¹⁾. Nicht die Stromesrichtung, sondern die Molecularbeschaffenheit des Markes bestimmt den Erfolg. Man kann im Allgemeinen behaupten, dass der dauernde Durchfluss derjenigen Stromesrichtung, welche die Schliessungszuckung herbeiführt, ungünstiger wirkt. Sie entspricht der absteigenden in den gewöhnlichen und der aufsteigenden in den seltener vorkommenden umgekehrt antwortenden Präparaten.

¹⁾ Siehe das Nähere: Lehrbuch der Physiologie. Zweite Auflage. Bd. II. Abth. II. Braunschweig 1848. S. S. 644.

§. 1126. Die Schliessungszuckung geschwächter Nerven schwindet leichter unter dem Einflusse der anhaltenden Wirkung derjenigen Stromesrichtung, die sie erzeugt hat. Sie stellt sich im Allgemeinen durch die Thätigkeit eines entgegengesetzt gerichteten Stromes eher, als die Oeffnungszuckung her. Dieser Doppelsatz gilt nicht bloss für die Froschpräparate, sondern auch für den lebenden Nerven, wenn ihn elektrische Misshandlungen durchgreifend änderten.

§. 1127. Hat der fortgesetzte Durchfluss eines Stromes die frühere Stimmung des Nerven beseitigt und die Leistungsfähigkeit desselben herabgesetzt, so erhöht sich oft nur die letztere während der späteren Ruhezeit. Es kommt in selteneren Fällen vor, dass auch die frühere Stimmungsrichtung sogleich zurückkehrt. Liefert der absteigende Strom keine Schliessungszuckung mehr, so kann die Erholung bewirken, dass später die Empfänglichkeit für diese Stromesrichtung steigt und die für die aufsteigende sinkt. Man findet sogar, dass Froschpräparate, die im Anfange das Marianinische Gesetz lieferten und später für eine Stromesrichtung durch die anhaltende Wirkung desselben unempfindlich geworden, den Fall nach der Erholung darbieten, dass sie bei dem Schlusse des auf- und der Oeffnung des absteigenden Stromes zucken und diese eigenthümliche Wirkungsweise zwei bis drei Stunden beibehalten.

§. 1128. Die durch den Strom aufgezwungene Richtung der Moleküle besteht natürlich am vollständigsten, nachdem eben die Kette geöffnet worden. Man sieht daher häufig, dass der entgegengesetzt gerichtete Strom eine Schliessungszuckung, die er sonst nicht liefern würde, um so eher erzeugt, je rascher er auf die Oeffnung des früheren Stromes folgt.

§. 1129. Ging der Strom eine Zeit lang durch den Hüftnerven des Froschpräparates und schwächte die Empfänglichkeit desselben für seine Richtung, so kann man nicht selten wiederum Verkürzungen hervorrufen, wenn man ihn zu wiederholen, rasch auf einander folgenden Malen schliesst und öffnet. Gelingt der Versuch vollkommen, so erscheinen die ersten Reizungen erfolglos. Die Zusammenziehungen, die später auftreten, steigen bis zu einem gewissen grössten Werthe und nehmen in der Folge von Neuem ab, um zuletzt gänzlich auszubleiben. Man findet dabei nicht selten, dass einzelne der Schliessungs- oder der Oeffnungszuckungen, die sich in vorangehenden und in späteren Versuchen zeigen, fehlen und sich die Stimmung überhaupt in den mannichfachsten Zwischenstufen ändert, als befänden sich die hin- und hergestossenen Nervenmoleküle

in einem unregelmässigen Wirbel, dessen Wirkungen von einem Male zum anderen mit den Stellungen der Theilchen und den Interferenzen der Bewegungsantriebe wechseln.

§. 1130. Wie die starke Elektrolyse zu Muskelzittern führt (§. 1118.), so kann dieses auch umgekehrt durch den Einfluss anhaltender Ströme beseitigt werden. Man findet bisweilen an enthauppteten Fröschen, dass die enthäuteten Muskeln eines Gliedes fortwährend zittern. Diese Erscheinung rührt nicht immer von einer unmittelbaren Wirkung auf die Muskeln, sondern, wenn ich mich so ausdrücken darf, von Schwingungen der Nerven Elemente des Rückenmarkes oder eines Bezirkes der peripherischen Stämme her. Man kann oft das Verkürzungsspiel durch die Trennung des Achselnerven oder des Hüftgeflechtes aufheben. Elektrische Ströme leisten bisweilen das gleiche. Kommt es hierbei vor, dass nur eine Stromesrichtung hemmend wirkt, so wird man schliessen, dass dann die Bewegung der Molecüle in dem Sinne der entgegengesetzten Stromesrichtung Statt fand. Die anhaltende Richtung der Theilchen, welche die Stromeswirkung begleitet, ist aber nicht mehr im Stande, die Unruhe der Muskeln zu beseitigen, wenn sie eine gewisse Grenze überschreitet oder von den Muskelmassen selbst ausgeht. Man kann auch bisweilen die selbstständigen Zuckungen in den Gliedmaassen der Frösche durch Erregungen unterdrücken, die zuerst Starrkrämpfe hervorrufen. Es kommt nicht selten vor, dass Muskeln, die sich früher ruhig verhielten, erst zu zittern anfangen, nachdem vorher irgend eine galvanische Erregung auf sie eingewirkt und nachdrücklichere Erfolge für den Augenblick herbeigeführt hat. Ist die Erscheinung unter dem Einflusse eines aufsteigenden Stromes entstanden, so findet man nicht selten, dass sie dieselbe Stromesrichtung verstärkt und die entgegengesetzte vermindert oder aufhebt. Es kommt vor, dass nur eine Stromesrichtung und zwar, wie es scheint, vorzugsweise die aufsteigende das Zittern erzeugt. Es hört häufig nach der Zerstörung des Rückenmarkes auf. Man kann es auch oft dadurch hervorrufen, dass man zuerst die eine Stromesrichtung längere Zeit und dann die entgegengesetzte möglichst rasch nachher ein oder mehrere Male wirken lässt. Die Muskeln zittern endlich bisweilen während der Dauer des Geschlosseneins der Kette, nicht aber nach dem Oeffnen derselben bei dem Gebrauche der einen Stromesrichtung und zeigen das Umgekehrte bei dem der entgegengesetzten.

§. 1131. Sind die Zeiten, während deren ein elektrischer Kettenstrom wirkt, sehr kurz, so hat die Dauer des Durchganges einen

wesentlichen Einfluss ausser der Reizstärke. Es wurde schon §. 139. bemerkt, dass die Muskelzusammenziehungen erst beginnen, wenn die Erregungsstärke einen gewissen endlichen Werth erreicht hat, dann nahezu proportional mit der Zunahme der Erregungsgrösse steigen und endlich ein Maximum erreichen. Liess FICK¹⁾ die Verkürzungshöhen des Wadenmuskels von Froschpräparaten, deren Hüftnerv er mit absteigenden Strömen während 0,003 Secunden reizte, an dem Myographion aufschreiben, so erschien der Maximalwerth plötzlich und nicht erst nach vorangegangener Annäherung. Die grösste Hubhöhe zeigt sich schon bei einer Durchflussdauer von 0,002" und weniger, wenn man die nöthigen Stromstärken gebraucht. Hat man sie auf diese Weise erhalten, so kann man sie vergrössern oder eine übermaximale Zuckung hervorrufen, wenn man die Zeitdauer des Stromdurchganges verlängert²⁾. Das Wachsen erfolgt aber absatzweise, so dass immer ein und dieselbe Zuckungshöhe einer und derselben endlichen Zeitgrösse entspricht. Nimmt man aufsteigende statt absteigender Ströme, so stösst man auf die eigenthümliche Erscheinung, dass die Zuckungshöhe bei wachsender Stromstärke, wenn diese weder zu lange noch zu kurze Zeit wirkt, zuerst wiederum kleiner, als das Maximum wird und selbst allmählig bis auf Null herabgeht und später abermals zu einer grossen Höhe steigt³⁾. Geht immer die Erregungswelle von dem negativen Pole oder dem katelektrotonischen Bezirke aus (§. 240.), so hat sie den Widerstand der anelektrotonischen zu überwinden (§. 262.). FICK sucht daher jene Erscheinung davon herzuleiten, dass die anelektrotonische Gegenwirkung im Anfange weniger, hierauf mehr und endlich wiederum weniger, als die Kraft der Erregungswelle zunimmt.

§. 1132. Der elektrische Strom setzt im Allgemeinen die Nerventhätigkeit um so mehr herab, je kräftiger er eingreift, je längere Zeit er den Nerven durchfliesst und je grösser und nachgiebiger die Nervenstrecke selbst ist. Die Quantität der Leistungen pflegt daher im Laufe der Zeit abzunehmen. Man hat dann eine lähmende Stromeswirkung. Es ergibt sich aber aus dem Früheren, dass diese nicht bloss Null sein, sondern auch ihr Zeichen unter gewissen Bedingungen umkehren, der Strom also kräftigen und beleben kann. Das Absterben

¹⁾ AD. FICK, Untersuchungen über elektrische Nervenreizung. Braunschweig 1864. 4. S. 21.

²⁾ FICK, Ebendas. S. 25 — 39.

³⁾ FICK, Ebendas. S. 40 — 51.

der Markmasse und viele andere schädliche Eingriffe führen zu einer schwereren Beweglichkeit der Markmoleküle. Kann dieser Uebelstand durch das Rütteln des elektrischen Stromes theilweise beseitigt werden, so wird er auch die Nervenleistungen erhöhen. Da er die Moleküle in seinem Sinne zu richten sucht, so kommt es nicht selten vor, dass er für eine Stromesrichtung vortheilhaft und für eine andere nachtheilig wirkt. Die von RITTER, HEIDENHAIN, SCHIFF und mir beobachteten belebenden Wirkungen des galvanischen Stromes und ein Theil der Heilkräfte desselben bei Lähmungen erklären sich auf diese Weise. Man muss auch hier wiederum die gegebene Stimmungsrichtung des Nerven immer im Auge behalten. Die Zuckungen der gewöhnlichen nach dem Marianinischen Gesetze antwortenden Froschpräparate gewinnen im Allgemeinen durch den absteigenden Strom weniger, als durch den aufsteigenden. Leitet man aber den Strom durch die Muskelmasse, wenn sie durch das Absterben bedeutend geschwächt worden, so kann sie bei jeder beliebigen Stromesrichtung gewinnen, weil hier immer ein Theil der in ihr verlaufenden Nervenfasern in günstiger Richtung getroffen wird.

§. 1133. Die grosse Empfindlichkeit der unversehrten und der misshandelten oder der absterbenden Nerven für die Einflüsse der Elektrizität macht es möglich, dass sich die Folgen der eben geschilderten Normen verrathen, wenn selbst der galvanische Kreis nur kurze Zeit geschlossen blieb, sich aber seine Wirkungen rasch nach einander wiederholten. Man erreicht dieses am einfachsten für Kettenströme, wenn man einen Stromwender, eine Wippe oder den Fig. 22. §. 363. abgebildeten Disjuncter zur Schliessung gebraucht und das Ganze so anordnet, dass der Strom die gleiche Richtung beibehält. Die Unempfindlichkeit für dieselbe Stromesrichtung tritt dann erst später, als bei ununterbrochenem Durchgange des Stromes ein, weil die wenn auch sehr kurze Zwischenzeit, die sich zwischen der Oeffnung und dem folgenden Schlusse einschaltet, zu einem gewissen Grad der Rückkehr der Moleküle, also der Erholung hinreicht. Hatte ich ein Froschpräparat, das eine schwache Oeffnungszuckung bei absteigendem Strome gab, in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume eingeschlossen und wiederholte den Kettenschluss nach einer durchschnittlichen Zwischenzeit von 1,1 Secunden, so lieferte erst die 637ste Schliessung für kurze Zeit den Fall, dass der absteigende Strom wirkungslos blieb. Machte ich hierauf den Versuch mit dem aufsteigenden Strome, so erschien der Wirkungsmangel erst mit dem 665sten Kettenschlusse. Solche

Versuche, in denen ein fortwährendes Wechselspiel der Verschiebung der Molecüle durch den Strom und des Zurückschnellens derselben nach dem Oeffnen der Kette hergestellt wird, können im Anfange die Empfänglichkeit erhöhen und sie später herabsetzen. Die Vergrösserung der Empfindlichkeit für Ströme der gleichen Richtung lässt sich selbst im lebenden Nerven nachweisen.

§. 1134. Die Inductionsströme zeichnen sich vor den Kettenströmen dadurch aus, dass sie keinen dem Geschlossenein der Kette entsprechenden Zeitraum darbieten, sondern die Stromstärke in einer anhaltenden merklichen Veränderung, in Steigen oder Fallen begriffen ist. Ihre kurze Dauer und die steile Abgleichungcurve, vorzugsweise des Oeffnungsstromes, wie ihn die gewöhnlichen Magnetelektromotoren durch den Einfluss des Extrastromes liefern (§. 125.), bilden eine zweite Eigenthümlichkeit. Es ergibt sich hieraus, dass die Inductionsströme verhältnissmässig kräftige Zuckungserreger sind. Will man den Einfluss, den sie auf die Veränderung der Erregbarkeit ausüben, genauer kennen lernen, so muss man sich einer Vorrichtung bedienen, die nur die dem inducirenden Strome entgegengesetzt gerichteten Schliessungsschläge oder die ihm gleichgerichteten Oeffnungsströme durch den thierischen Theil leitet. Der Gebrauch des Fig. 22. §. 363. abgebildeten Disjunctors kann diese Bedingungen erfüllen. Man sieht hier wiederum in den vollständigsten Versuchen, dass sich die Empfänglichkeit für dieselbe Stromesrichtung in den Nerven des Froschpräparates und selbst in dem lebenden Nerven unter dem Einflusse der Inductionsschläge zuerst erhöht und später erniedrigt, während das Umgekehrte für den entgegengesetzten Strom Statt findet (§. 371.). WUNDT nennt den seltener zu beobachtenden Fall, in welchem dieselbe Stromesrichtung die Empfänglichkeit vergrössert, die secundäre und den gewöhnlichen, in dem sie sie herabsetzt, die primäre Modification der Erregbarkeit durch elektrische Ströme.

§. 1135. Die gewöhnlichen Magnetelektromotoren liefern einen fortwährenden Wechsel eines Schliessungs- und eines Oeffnungsinductionsstromes oder einer dem inducirenden Strome entgegengesetzt und einer ihm gleichgerichteten elektrischen Strömung. Da der Schliessungsstrom einen geringeren physiologischen Einfluss, als der Oeffnungsstrom besitzt, so erzeugt dieser allein die merklichen Wirkungen bei sehr geringen Stromstärken. Sie hängen von ihm in vorherrschendem Maasse bei grösseren ab (§. 364. und §. 371.). Fände dieses nicht Statt, so würde die Behandlung mit dem Magnet

elektromotor immer nur erschöpfen und keinen Wirkungsunterschied für die beiden einander entgegengesetzten Stromesrichtungen herbeiführen, wenn nicht der Wechsel der Molecularbeschaffenheit des Nerven eine andere Art von Erwiederung für jede derselben bedingt. Das Vorherrschen des Oeffnungsstromes kann einen einseitigen Einfluss begünstigen. Hat man es durch die Helmholtz'sche Nebenschliessung verkleinert (§. 125.), so nimmt auch dieser Einfluss ab. Er tritt aber nie so nachdrücklich hervor, als wenn man nur eine und dieselbe Art von Inductionsschlägen durch den Nerven leitet. Die Leistungsfähigkeit verliert sich nicht selten, ehe sich ein merklicher Grad von Begünstigung einer einseitigen Stromesrichtung zu verathen anfängt.

§. 1136. Es wurde schon §. 338. fgg. dargestellt, wie die rasche Wiederholung der elektrischen Schläge die Wirkung erhöht, weil eine neue Erregung hinzutritt, ehe die frühere abgelaufen ist. Entsteht auf diese Art eine anhaltende Zusammenziehung, so darf man zwei Punkte nicht übersehen. Der Starrkrampf selbst besteht oft genug aus einer Reihe sichtlicher Schwankungen, weil eine neue wachsende Verkürzung eingreift, nachdem die vorangehende schon zu sinken anfangt oder nicht. Die Muskelmoleküle bewegen sich überdiess langsamer, als die Theilchen des Nervenmarkes. Diese können daher breitere auf- und niedergehende Schwankungen für dieselbe Zeitgrösse darbieten, als jene. Die Unterschiede des wahren und des scheinbaren Starrkrampfes sind schon §. 341. erläutert worden.

§. 1137. Wir haben §. 259 fgg. diejenigen Wirkungen des beständigen Stromes kennen gelernt, die PFLÜGER mit dem Namen des intra- und des extrapolaren Kat- und Anelektrotonus bezeichnete. Es wurde dabei hervorgehoben, dass diese Aenderungen der Empfänglichkeit Aufschlüsse über die feinere Beschaffenheit des Nerven liefern können. Die lebenskräftigsten geben eine Erhöhung der Empfänglichkeit zu beiden Seiten des positiven, wie des negativen Poles bei jeder der zwei Hauptrichtungen des Stromes. Minder kräftige lebende und fast alle misshandelte Nerven der Froschpräparate liefern die Reizbarkeitszunahme in der intrapolaren und in der extrapolaren Nachbarschaft des negativen Poles (Katelektrotonus) und eine Erniedrigung in der des positiven (Anelektrotonus). Misshandelte Nerven endlich können das entgegengesetzte oder noch den Fall darbieten, dass eine Herabsetzung der Leistungsfähigkeit in der Umgegend beider Pole bemerkt wird. Diese Erscheinungen

stimmen insofern mit dem Elektrotonus (§. 142.) überein, als sie sich nicht auf die von dem Strome durchflossene Nervenstrecke beschränken, sondern sich auch noch beiderseits ausserhalb derselben ausdehnen, mit der Entfernung von den Berührungsstellen der Elektroden an Stärke abnehmen und daher zuletzt unmerklich werden. Man hat aber auch diese beiden Arten von Molecularwirkungen einander gleichgestellt. Die Einzelverhältnisse unterstützen diese Auffassungsweise keineswegs.

§. 1138. Der Elektrotonus hat zwei einander entgegengesetzte Phasen, weil die von dem durchfliessenden Strome erzeugte säulenartige Polarisation die Stärke des von den elektromotorischen Eigenschaften der Molecüle abhängigen Nervenstromes an der einen Seite vergrössert und an der anderen herabsetzt (§. 142.). Die Reizbarkeit dagegen wächst nach beiden Seiten in den kräftigsten Nerven des lebenden Frosches und in sehr seltenen Ausnahmen sogar in dem Hüftnerven des Froschpräparates. Die misshandelten lebenden Nerven können eine beiderseitige Erniedrigung der Empfänglichkeit darbieten. Mag auch die Zu- oder die Abnahme derselben zu Seiten des einen Poles grösser oder kleiner als zu der des anderen in den meisten lebenden oder absterbenden Nerven ausfallen, so hat man doch den wesentlichen Unterschied, dass die Reizbarkeit gleich- oder ungleichsinnig, der Elektrotonus dagegen nur in entgegengesetzter Weise nach beiden Seiten hin wechseln kann. Steigt die Empfänglichkeit an dem einen Polbezirke und fällt sie an dem anderen, so verrathen der misshandelte lebende Nerv und der des Froschpräparates als Regel, dass die Gegend des negativen Poles oder des Katelektrotonus der der Reizbarkeitserhöhung und die des positiven Poles oder des Anelektrotonus der der Erniedrigung entspricht. Man kann aber aus Fig. 8. §. 142. ersehen, dass der Elektrotonus das Umgekehrte darbietet, dass die vergrössernde positive Phase zu Seiten des positiven Poles und die verkleinernde zu der des negativen fällt. Eine genügende Parallele von Elektrotonus und Reizempfänglichkeit ist nur in dem nur ausnahmsweise vorkommenden Falle möglich, in welchem der positive oder anelektrotonische Bezirk die Zu- und der negative oder der katelektrotonische die Abnahme der lebendigen Nerventhätigkeit zur Folge hat. Wir haben schon §. 264. gesehen, dass vielleicht die elektropositiven und die elektronegativen Abscheidungserzeugnisse der Elektrolyse eine wesentliche Rolle für die Lebenswirkungen des Nerven übernehmen. Die Thatsache, dass der Katelektrotonus und

der Anelektrotonus, der Oeffnungstetanus und die §. 1119. dargestellte Aufhebung desselben durch die Nerventrennung bei polarisirbaren, wie bei unpolarisirbaren Elektroden vorkommen, kann gegen jene Bedeutung der Zersetzungsproducte des Nervenmarkes nicht zeugen.

§. 1139. Die Reflexbewegungen des enthaupteten Frosches und des erstarrten Murmelthieres und das Schreien der Froschmännchen kann lehren, dass schwache Ströme nur bei dem Schlusse und nicht bei der Oeffnung oder während der Dauer des Geschlossenseins der Kette Schmerz erregen ¹⁾. Hat man das Hammerwerk eines Schlittenmagnetelektromotors gesperrt, so dass nur ein einziger Schliessungs- oder Oeffnungsschlag nach einer längeren Zwischenzeit wirkt, so findet man, dass man die beiden Rollen näher zusammenschieben muss, um eine Reflexbewegung, als um eine unmittelbare Zusammenziehung hervorzurufen, dass also jene eine stärkere Erregung als diese fordert. Lässt man die Curve des Wadenmuskels des Frosches aufschreiben, so erhält man nicht selten eine langsamere oder selbst eine asymptotische Erschlaffung in dem ersteren Falle.

§. 1140. Man kann ähnliche Erfahrungen am Menschen machen. Ist der Kettenstrom schwach genug, so empfindet man nur die Schliessung, nicht aber die Oeffnung, wenn man die befeuchtete Haut oder selbst die Zungenspitze mit den Leitungsdräthen berührt. Die Zunge liefert oft noch eine während der Dauer des Geschlossenseins anhaltende Empfindung. Man hat das Gleiche an der Haut für stärkere Kettenströme. Die Wirkung gleicht der, die wir für die mit Curare vergifteten Muskeln (§. 128.) kennen gelernt haben. Diese geben eine Schliessungszuckung, bleiben während des Geschlossenseins der Kette zusammengezogen und verkürzen sich nicht stärker bei dem Oeffnen, sondern erschlaffen dann plötzlich. Der galvanische Strom wird in ähnlicher Weise bei dem Schlusse und während des Geschlossenseins empfunden. Der Eindruck hört dagegen bei dem Oeffnen plötzlich auf. Man fühlt in der Regel keinen besonderen verstärkten Oeffnungsschlag. Will man den Versuch rein anstellen, so muss man jede Möglichkeit der Verrückung der Elektroden und des hierdurch erzeugten Wechsels der Stromesabgleichung sorgfältig vermeiden. Da die Empfindungsnerven feiner als die Bewegungsfasern antworten, so können hier schon unbedeutende Schwankungen, wie sie der Blutlauf und die Athmung herbeiführen, irre leiten.

¹⁾ Siehe die Zuckungsgesetze S. 35. 37.

§. 1141. Die Schliessungsempfindung übertrifft oft an Stärke den Eindruck, der während der Dauer des Geschlossenseins der Kette auftritt. Erzeugt der galvanische Strom lebhafte Schmerzen, geht er durch krankhaft empfindliche oder wund Stellen, so vermehrt sich oft noch der Schmerz eine Zeit lang, wenn der Strom anhaltend durchtritt. Die ätzende Wirkung der elektrolytischen Erzeugnisse spielt hier wahrscheinlicher Weise eine wesentliche Rolle. Starke Ketten erzeugen die Hautempfindungen bei dem Schlusse und bei der Oeffnung des Kreises. Der Schliessungsschmerz ist aber bedeutend lebhafter als der Oeffnungseindruck, so dass sich das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven noch deutlich verräth. Schlagen die Schmerzen vorzugsweise in den Gelenken durch, so kann dieses von dem grösseren Leitungswiderstande, dem der Strom hier begegnet, herrühren. Die Nerven werden dann von dichteren Strömen durchsetzt. Die Annahme von MARIANINI und MATTEUCCI, dass der Schmerz vorzugsweise bei dem Schlusse des aufsteigenden und der Oeffnung des absteigenden Stromes eintrete, wenn man stärkere Ketten gebraucht, lässt sich zwar nicht in Fröschen und in Säugethieren mit aller nothwendigen Sicherheit nachweisen. Wir werden aber bald sehen, dass die Thätigkeit des Sehnerven für dieselbe spricht.

§. 1142. Hat man den Fig. 23. §. 428. abgebildeten elektrischen Tastcirkel so eingestellt, dass man die beiden Spitzen desselben nicht mehr als zwei gesonderte Punkte mit der Zungenspitze wahrnimmt, so erkennt man wiederum die zwei Berührungspunkte gesondert, wenn man einen elektrischen Strom durchleitet. Die Schmerzempfindung spielt hierbei eine Hauptrolle. Man kann schon in vergleichenden Tastversuchen, die man mit gedeckten und mit freien Cirkelspitzen anstellt, sehen, dass diese kleinere Abstände der noch gesondert erkennbaren Punkte, als jene anzeigen. Leitete SUSLOWA den Strom zweier Bunsen'schen Elemente in der Richtung der Längsachse des Vorderarmes durch die Haut und prüfte die Empfindlichkeit in der Nähe der beiden Pole mittelst eines Pinsels oder durch Kältewirkungen, so soll sich eine Erniedrigung derselben an der Anode und eine Erhöhung an der Katode bei jeder Stärke und jeder Richtung des Stromes verrathen haben. Die räumliche Unterscheidung sei an der Katode krankhaft gesteigert und an der Anode herabgesetzt. Schwache Inductionsströme, welche die Hautnerven nicht reizen, liessen die durch das Streichen eines Haares erzeugte Empfindung nicht aufkommen.

§. 1143. Die grosse Empfänglichkeit der Netzhaut für die Wirkungen der elektrischen Ströme führte SULZER zu der Entdeckung des subjectiven Blitzes, den man bei der Wirkung eines galvanischen Kreises auf die Zunge wahrnimmt, lange vor Galvani's Entdeckung. Die spätere von RITTER, PURKINJE, MOST, HELMHOLTZ, AUBERT, BRUNNER, SCHELSKE¹⁾ und mir angestellten Beobachtungen machen es möglich, dass man hier auf die Einzelheiten des galvanischen Stromes genauer eingehen kann, als bei den übrigen Sinneswerkzeugen.

§. 1144. Das Auge scheint im Allgemeinen für die Schliessung und die Oeffnung von Kettenströmen empfindlicher, als für die von Inductionströmen zu sein. Diese können lebhaften Schmerz erzeugen. Jene führen dagegen schon leicht bei dem Schlusse zu subjectiven Lichterscheinungen, wenn noch die Schmerzempfindung unbedeutend bleibt. Die Geschwindigkeit der Abgleichung übernimmt wiederum eine Hauptrolle in allen Fällen.

§. 1145. Geht man von den niedersten Stromstärken oder richtiger gesagt von den kleinsten Abgleichungsgeschwindigkeiten zu immer grösseren über, so findet man, dass die subjective Lichterscheinung zuerst nur bei dem Schlusse der Kette bemerkt wird, der Strom möge wie er wolle gerichtet sein. Das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven bewährt sich also auch für die Fasern des Sehnerven. Stärkere Ströme liefern auch einen Oeffnungsblitz. Derselbe Strom, der nur ein Schliessungslicht erzeugte, wenn man zwei Metalle, wie Zink und Silber, in den Mund nahm und sie hierauf zur wechselseitigen Berührung brachte, führt ausserdem noch zu einer Oeffnungswirkung, sowie man immer eines der Metalle gegen je ein Augenlid des geschlossenen Auges stemmt, weil dann Ströme von grösserer Dichtigkeit die Netzhaut durchfliessen. Verstärkt man die elektrische Reizung, so zeigen sich auch die subjectiven Gesichterscheinungen während der Dauer des Geschlosseneins der Kette. Sie sind jedoch meist schwächer, als im Augenblicke des Schlusses. Es versteht sich von selbst, dass man genauere Untersuchungen nur im Finstern bei geschlossenen Augenlidern anstellen darf. Da das ausgeruhte

¹⁾ Siehe PURKINJE, Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Bd. I. Prag. 1819. 8. S. 50. und Bd. II. Berlin 1825. 8. HELMHOLTZ, physiologische Optik. S. 203—207. J. B. BRUNNER. Ein Beitrag zur elektrischen Reizung des Nervus opticus. Leipzig. 1863. 8. H. AUBERT, Physiologie der Netzhaut. Breslau 1864. 8. R. SCHELSKE, Centralblatt der medicinischen Wissenschaften. 1864. 8. S. 263—65.

Auge am empfindlichsten ist, so liefern die Morgenstunden unmittelbar nach dem Aufstehen die günstigsten Bedingungen, um die feineren Verhältnisse dieser Lichterscheinungen zu verfolgen.

§. 1146. Der hohe Empfindlichkeitsgrad der Netzhaut bedingt es, dass Stromstärken, die immer nur Schliessungszuckungen des Frosches erzeugen, auf das Auge des Menschen je nach Verschiedenheit der Stromesrichtungen ungleich wirken. Die Lichterscheinung fällt dann nach PFAFF und HELMHOLTZ bei dem Schlusse des aufsteigenden und der Oeffnung des absteigenden Stromes lebhafter aus. Man hätte also hier dieselbe Norm für die Netzhaut, wie sie MARIANINI und MATTEUCCI für die Empfindungsnerven angenommen haben (§. 1141.). Der aufsteigende Strom soll die Erkennbarkeit lichtschwacher Gegenstände herabsetzen, weil er die Netzhaut für das subjective Licht empfänglicher macht und der absteigende dieselbe seiner entgegengesetzten Wirkung wegen erhöhen. Jener hellt auch das dunkle Gesichtsfeld mit weisslich violetterm Lichte bei dem Gebrauche schwacher Ströme auf, so dass nach HELMHOLTZ nur die Eintrittsstelle des Sehnerven als schwarze Kreisscheibe erscheint. Der absteigende Strom dagegen verdunkelt nach ihm das früher subjectiv erhellte Gesichtsfeld mit röthlichem Lichte, während die ganze Eintrittsstelle des Sehnerven oder nur die der Mitte des Gesichtsfeldes zugewandte Hälfte als helle blaue Kreisscheibe gesehen wird. Da die elektrischen Ströme die Blendungsnerven und die Regenbogenhaut durchfliessen, so verkleinert sich oft die Pupille bei beiden Stromesrichtungen. Der Anpassungszustand des Auges kann sich, so weit er von dem Spanner der Aderhaut oder anderen Muskelmassen abhängt, ebenfalls ändern. Die Angabe von RITTER, dass man die Gegenstände bei aufsteigendem Strome kleiner und bei absteigendem grösser sehe, liesse sich aus einer Einrichtung des Auges für die Ferne in dem ersteren und einer solchen für die Nähe in dem letzteren Falle erklären. Diese Wirkungsweise würde der Annahme entsprechen, dass diese Anpassungsweise von Muskelkräften, jene dagegen von den elastischen Zuständen der Theile herrühre. Die Thatsache selbst ist aber noch nicht mit Sicherheit festgestellt.

§. 1147. Stärkere, aber verhältnissmässig nicht allzukräftige Stromeswirkungen lehren deutlicher als schwächere, dass die Farbe des subjectiven Gesichtsfeldes mit der Stromesrichtung wechselt und in die Ergänzungsfarbe bei dem Oeffnen der Kette umschlägt. Die Erfahrungen von RITTER, PURKINJE und BRUNNER stimmen

darin überein, dass der aufsteigende Strom im wesentlichen Blaugrün oder Blau, der absteigende dagegen Gelbroth oder Gelb erzeugt. Betrachtete SCHELSKE ruhende farbige Flächen oder einen sich drehenden Farbenkreisel während er einen aufsteigenden Strom durch sein Auge leitete, so mischte sich Blau zu dem objectiven Eindrücke. Ein absteigender Strom erzeugte eine Beimengung von Gelb. Der Sättigungsgrad der Farben nimmt in allen diesen Versuchen mit der Stromstärke bis zu einem Maximum zu. Er erscheint oft im Augenblicke des Schlusses grösser, als während der Dauer des Geschlossenseins. Die Begünstigung der Wirkung des aufsteigenden Stromes verräth sich durch ein subjectives Licht von grösserer und der minder vortheilhafte Einfluss des absteigenden Stromes durch ein solches von kleinerer Schwingungszahl. Greifen zu starke Ströme ein, so ändern sich die Farben rasch und in unregelmässiger Weise. Man hat daher dann gewissermaassen das Seitenstück der wechselnden Schmerzensempfindungen bei dem Durchflusse starker Ströme durch die Tastnerven oder der krampfhaften Zuckungen bei kräftiger Elektrolyse der Bewegungsnerven. Die allzu nachdrückliche oder die zu oft wiederholte Reizung der Netzhaut durch elektrische Ströme kann eine Ueberempfindlichkeit oder eine Lähmung der Gesichtsthätigkeit eben so gut zurücklassen, als die Anstrengung durch zu lichtstarke Bilder oder die anhaltende Erzeugung lebhafter Nachbilder.

§. 1148. Der Hörnerv ist nicht so empfindlich für elektrische Ströme, als die Netzhaut. Viele Menschen vernehmen nichts, wenn auch die Elektroden ziemlich starker Ströme an beide äussere Ohren gelegt oder in die äusseren Gehörgänge mit oder ohne befeuchtete Pfröpfe eingeführt werden¹⁾. Erhält man eine subjective Empfindung, so zeigt sich wiederum, dass die Inductionsströme schwächer, als die galvanischen Ketten wirken. RITTER²⁾ hat eine Scale der verschiedenen Erfolge, die nach Maassgabe der beiden Stromesrichtungen auftreten sollten, für die Gehörs-, die Geruchs- und die Geschmackswerkzeuge angegeben. Der Schall, den man vernimmt, wäre hiernach in jedem Falle im Augenblicke des Schlusses stärker als in dem der Oeffnung. Man hätte also wiederum den Ausdruck des Zuckungsgesetzes des lebenden Nerven. Der aufsteigende Strom

¹⁾ Siehe z. B. R. WAGNER, Lehrbuch der speciellen Physiologie. Dritte Auflage. Leipzig 1845. 8. S. 373.

²⁾ Siehe DU BOIS, Untersuchungen. Bd. I. S. 342—344.

erzeuge aber einen tieferen Ton während des Geschlossenseins und einen höheren nach der Oeffnung als der absteigende. KATOLINSKY, der 89 Taubstumme und 7 Normalhörige untersuchte, gibt an, dass der beständige Strom Töne und Metallklingen, der Inductionsstrom dagegen nur unbestimmte Geräusche hören lässt. Die subjectiven Empfindungen sollen bei gesunden Gehörwerkzeugen nie mangeln und mit grösserem Nachdrucke bei aufsteigendem als bei absteigendem Strome vernommen werden. Sie fanden sich dagegen nur in drei von den untersuchten 89 Taubstummen. Die Ansicht von KATOLINSKY, dass alle nervösen Taubheiten, welche diese Wirkungsweise liefern, durch die Anwendung der Elektrizität sicher geheilt werden, bedarf der Bestätigung durch künftige Erfahrungen.

§. 1149. RITTER gab zwar an, dass der Schluss des aufsteigenden Stromes einen sauren und der des absteigenden einen ammoniakalischen Geruch erzeuge. Es ist aber späteren Beobachtern nicht gelungen, subjective Riechempfindungen überhaupt durch elektrische Ströme hervorzurufen. Bringt man die Elektroden in die Mundhöhle, so finden sich Geschmackseindrücke binnen kurzem ein. Der Schluss des aufsteigenden Stromes sollte nach RITTER einen stark sauren und der des absteigenden einen bitteralkalischen Geschmack erzeugen. Die Erzeugnisse der Elektrolyse können natürliche Geschmackswirkungen objectiver und nicht subjectiver Natur hervorrufen. Sie sind im Stande, mannichfache Geschmackseindrücke zu liefern, je nachdem die sauren oder alkalischen Zersetzungs-körper verschiedene Punkte der Zungenoberfläche ausschliesslich oder vorherrschend berühren. ROSENTHAL leitete den Strom von einem bis vier Daniell'schen Elementen durch Zinkelektroden in zwei Gefässe, die eine Lösung von schwefelsauerem Zinkoxyd enthielten, damit hier die Polarisation vermieden würde. Eines von diesen verband sich durch eine mit Flüssigkeit gefüllte Röhre mit einer Kochsalzlösung, in die der Beobachter seine Hand tauchte und das andere in ähnlicher Weise mit destillirtem Wasser, aus dem ein Filtrirpapierbausch hervorragte. Berührte ihn ROSENTHAL mit seiner Zungenspitze, so zeigte sich ein saurer Geschmack, wenn der Strom hier eintrat oder aufsteigend verlief und ein schwächerer alkalischer, sowie er an dieser Stelle austrat. Lakmuspapier dagegen erlitt keine Veränderung. Dieser Versuch beweist zwar, dass das Reagenspapier weniger empfindlich als die Nerven wirkte, nicht aber, dass alle Spur elektrolytischen Einflusses beseitigt war.

§. 1150. Bedenkt man, dass die elektronegativen Säuren an dem positiven und die elektropositiven Alkalien an dem negativen Pole aus-
geschieden werden und die elektrischen Ströme immer nur den Eindruck
des Sauerer oder des Alkalischen, nie aber den des Gesalzenen oder
die reinen Geschmacksempfindungen des Süssen oder des Bitteren
erzeugen, so wird man nicht alle Zweifel aufgeben, dass das, was
man bis jetzt als subjective Thätigkeit der Geschmacksnerven be-
zeichnet hat, aus einer objectiven Wirkung der elektrolytischen Er-
zeugnisse hervorgegangen ist. Ein anderer Umstand unterstützt
diese Auffassungsweise. Da nicht der absolute Werth der Strom-
stärke, sondern die auf die Zeit bezogene Grösse derselben die ent-
sprechende Nervenleistung vorzugsweise bestimmt, so kann man sich
in den Kreis einer starken Batterie ohne alle Empfindungswirkung
einschleichen, wenn auch die plötzliche Schliessung den heftigsten
Schlag ertheilen würde. Dieses gelingt an der Zunge nicht. Der
Eindruck des Sauerer oder des Alkalischen wird in allen Fällen
wahrgenommen. Er verstärkt sich oft genug, während die Kette ge-
schlossen bleibt.

§. 1151. Es lässt sich erwarten, dass der Hörnerv, der Ge-
ruchs- und der Geschmacksnerv wie der Sehnerv subjectiv wirken,
wenn ein passender elektrischer Strom eine hinreichend starke und
rasche Unruhe ihrer Theilchen anregt. Bleiben aber die Empfin-
dungen schwach, so werden sie durch andere Eindrücke, vorzugs-
weise auch die lebhaften Schmerzense Gefühle, die der Strom erzeugt,
und die Wirkung der elektrolytischen Erzeugnisse auf die Zunge
gleichsam übertäubt und für die bewusste Auffassung verdrängt.
Wir haben §. 1147. gesehen, dass ein aufsteigender Strom, der den
Sehnerven trifft, ein subjectives Sehen von Blau, also von kürzeren
Wellen oder von häufigeren Schwingungen und der absteigende ein
solches von Roth oder Gelb erzeugt. Jener müsste demgemäss den
Eindruck eines höheren und dieser die Empfindung eines tieferen
Tones hervorrufen. Weder die Angaben von RITTER, noch die von
KATOLINSKY (§. 1148.) stimmen hiermit überein. Wäre der saure
Geschmack, den der aufsteigende Strom bedingt, ein wahrhaft sub-
jectiver, so würde die Analogie mit dem Sehnerven zu der Ver-
muthung führen, dass er einer rascher wiederholten Erregung ent-
spricht, als der alkalische. Man sieht aber, dass dieses ganze Ge-
biet einen viel zu unsicheren Boden darbietet, als dass man be-
stimmte Schlüsse überhaupt gewinnen könnte.

§. 1152. Es wurde schon §. 174. bemerkt, dass der Elektrotonus die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenregung nach den Untersuchungen von BEZOLD verkleinert. Die Hemmung der Leitung durch den beständigen Strom setzt sie natürlich auf Null herab. Wie sich der Elektrotonus nach beiden Seiten hin ausserhalb der unmittelbar durchflossenen Strecke ausdehnt und mit der Entfernung von den Berührungspunkten der Leitungsdräthe schwächer wird, so wiederholt sich das Gleiche für die Verlangsamung der Mittheilung der Erregung. Der Verlust an Geschwindigkeit kann aber mit der Dauer des Stromesdurchganges wachsen. Da BEZOLD die vergrösserte Langsamkeit in dem katodischen extrapolaren Bezirke eben so gut als in dem anodischen, selbst in den gewöhnlichen Froschpräparaten bemerkte, so hat man hier weder eine vollkommene Uebereinstimmung mit den Aenderungen des Nervenstromes durch den Elektrotonus, noch mit dem Unterschiede der beiderseitigen Empfänglichkeitsgrössen der Lebensleistungen (§. 1138.). Jener Forscher fand noch, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit innerhalb des intrapolaren Nervenbezirkes in der unmittelbaren Nachbarschaft der Poldräthe am meisten und von da nach der Mitte hin immer weniger abnimmt. Dieses stimmt nicht mit der Empfänglichkeit für die Verkürzungserscheinungen, wahrscheinlich aber mit dem Elektrotonus. Die Aenderung der Geschwindigkeit, mit der die Unruhe von Molecül zu Molecül im Nerven weiter geht, hängt nicht bloss von der Stärke und der Wirkungskdauer des Stromes, sondern auch von der ursprünglichen Beschaffenheit des Markes ab. Sie fällt z. B. nach BEZOLD in kalten Nerven verhältnissmässig grösser als in warmen aus. Hat sie der Einfluss eines beständigen Stromes verlangsamt, so schwindet die Verzögerung nicht sogleich mit der Oeffnung der Kette, sondern hört erst allmählig nach derselben auf. Leitet man den Strom durch die Muskelmasse, so kann die Geschwindigkeit der Erregung bis auf Null innerhalb des durchflossenen Bezirkes sinken. Die extrapolaren Stellen verrathen nach BEZOLD keine Veränderung.

§. 1153. Der Elektrotonus erhält die Marktheilchen in einer durch die Richtkraft des Stromes (§. 237.) erzeugten Spannung (§. 144.). Er verkleinert zugleich die Schnelligkeit, mit der die Unruhe der Molecüle fortschreitet (§. 1152.). Andere Ursachen, wie die Kälte, das Absterben, die Aetherisation können die gleiche Aenderung herbeiführen. Ein munterer grosser Frosch, an dem alle Theile des Unterschenkels bis auf die Achillessehne durchschnitten

worden, gab 25,2 Meter als Secundengeschwindigkeit der Nerven-
erregung, wenn ich das unversehrte Hüftgeflecht und den Hüftnerven
mit starken Inductionsschlägen behandelte. Hatte ich ihn dann tief
ätherisirt, so lieferte er nur 9,4 Meter unter den gleichen Neben-
bedingungen. Sterben die Thiere durch zu lange Fortsetzung der
Versuche oder leidet der blossgelegte Wadenmuskel im Laufe der
Zeit, so erhält man ebenfalls grössere gegenseitige Entfernungen der
Curvenanfänge (§. 172.).

§. 1154. Wir haben §. 247. fgg. gesehen, dass die Molecular-
veränderung des Markes, welche die galvanometrischen Wirkungen
bedingt, mit der, welche die Lebensthätigkeiten erzeugt, nicht immer
zusammenfällt. Es liegt daher die Vermuthung nahe, dass die Fort-
pflanzungsgeschwindigkeit dieser beiden Arten von Unruhe nicht in
allen Fällen übereinstimmen. Das §. 172. erläuterte Untersuchungs-
verfahren bezieht sich nur auf diejenige Bewegung der Theilchen,
die zuletzt als Muskelzusammenziehung oder als Empfindung durch-
schlägt. Man darf aber diese den Lebenserscheinungen angehörende
Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nerven-erregung
der elektrischen der Nerven oder derjenigen Schnelligkeit
nicht gleichstellen, mit der sich der elektrische Zustand ausserhalb
des intrapolaren Bezirkes verbreitet. Bemerkt man den Elektro-
tonus in den für die stärksten Schläge des Magnetelektromotors un-
empfindlichen Nerven eines mit Curare vergifteten Frosches
(§. 246.), so folgt, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der
Nerven-erregung Null sein kann, wenn noch die elektrische einen
positiven und möglicher Weise selbst einen grösseren Werth als ge-
wöhnlich hat, vorausgesetzt, dass die Wirkungslosigkeit nicht von
dem Mangel der Uebersetzung der Nerven-erregung in Muskelver-
kürzung herrührt. Ein elektrotonischer Bezirk, in dem sich die Fort-
pflanzungsgeschwindigkeit der Nerven-erregung verkleinert hat, kann
kräftigere Zusammenziehungen als gewöhnlich erzeugen (§. 1152.).
Wurde dagegen die Mittheilung der Unruhe unter dem Einflusse der
Kälte verlangsamt, so pflegen sich die Hubhöhen zu verkleinern.
Die Geschwindigkeitsabnahme kann also mit einer Erhöhung oder
einer Erniedrigung der Lebenswirkungen verbunden sein.

§. 1155. Nicht bloss die schon §. 175. hervorgehobenen sich
immer wiederholenden Uebelstände, sondern auch noch manche
andere hin und wieder auftretende Erscheinungen machen die Ver-
gleichung der einzelnen für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der
Nerven-erregung gefundenen Werthe unsicher. Die Ermittlung dieser

Grösse setzt voraus, dass die Uebersetzung der Nerven-erregung in Zusammenziehung in dem ersten mit der entfernteren Nervenstelle gemachten Versuche eben so viel Zeit als in dem zweiten mit der näheren angestellten in Anspruch nimmt. Da sie wahrscheinlich bei stärkerer Erregung rascher zu Stande kommt, so wird man eine nur annähernde Gleichheit selbst in dem günstigsten Falle haben. Die Anfangstheile der beiden Muskelcurven und selbst nicht selten eine beträchtliche Strecke der abfallenden Stücke der zwei Abschnitte gehen oft, wie es scheint, ganz parallel, als sei nur dieselbe Curve um eine gewisse Strecke der Zeitabszisse verschoben worden. Bieten dagegen die beiden Curven verschiedene Gestalten schon im Anfange dar, so ist der Verdacht begründet, dass der auf der Abszisse gemessene Unterschied der Anfangspunkte nicht ausschliesslich von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nerven-erregung, sondern auch von der Aenderung der zur Uebersetzung derselben nöthigen Zeitdauer herrührt. Man sieht dieses oft, wenn das Thier viel Blut verloren hat und abstirbt, der entblösste Waden-muskel von zahlreicheren blutgefüllten Gefässen durchzogen erscheint oder sehr schwache elektrische Erregungen einwirken. Gelungene Versuche scheinen dessenungeachtet nachzuweisen, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nerven-erregung bei kräftigeren elektrischen Reizungen grösser als bei schwächeren ausfällt. Starke Inductionsschläge führen nicht selten in lebenden Fröschen von mittlerer Grösse zu dem Secundenwerthe von 24 bis 25 Meter. Schiebt man aber die inducirende und die Inductionsrolle auseinander oder nimmt man nicht allzukräftige Kettenströme, so erhält man kleinere Werthe. Sie fallen auch im Allgemeinen bei der Benutzung von Ketten geringer aus als bei der von Inductionsspiralen, weil diese schnellere Abgleichungen liefern. Die Zahlen können selbst bis auf $\frac{1}{5}$ der früheren Grössen herabgehen, wenn man die Abgleichungsgeschwindigkeit des geschwächten Stromes so sehr verkleinert, dass man sich an der Grenze der Wirksamkeit befindet. Man darf nach dieser Erfahrung auch erwarten, dass sich kleinere Abcissen-unterschiede einfinden werden, wenn man längere Nervenstücke zur Reizung benutzt. Rechnet man noch hinzu, dass nicht bloss die äusseren Bedingungen, sondern auch die augenblickliche Beschaffenheit des Markes von wesentlicher Bedeutung sind, so ergibt sich, dass die Angabe einer bestimmten Grösse der Fortpflanzungsgeschwindigkeit erst dann einen Werth hat, wenn man alle Nebenbedingungen kennt, unter denen sie gewonnen worden.

§. 1156. Die Vermuthung, dass eine kräftigere Reizung eine kürzere Zeit für die Uebersetzung in Muskelzusammenziehung fordert, lässt sich aus Vergleichsversuchen herleiten. Die Dauer der verborgenen Reizung (§. 172.) hängt von drei Bedingungsgliedern ab, von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nerven-erregung, der zu der Uebersetzung in Muskelverkürzung nöthigen Zeit und derjenigen Zeitgrösse, während welcher die Zusammenziehung von Null bis zu ihrem ersten merklichen Werthe ansteigt. Die letztere macht sich natürlich nur wegen der Unvollkommenheit unserer Sinne geltend. Man kann daher nichts im Allgemeinen über sie aussagen und glaubt sich berechtigt, sie als gleich für alle Versuche derselben Reihe annehmen zu können. Blicke die für die Uebersetzung der Nerven-erregung in Zusammenziehung nöthige Zeit in allen Fällen dieselbe, so müsste der Unterschied der einzelnen Werthe der latenten Erregung von dem der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten allein abhängen. Es ist aber im Ganzen unwahrscheinlich, dass eine sehr schwache elektrische Reizung, die incongruente und verhältnissmässig weit verschobene Muskelcurven liefert, dieselbe Uebersetzungsgrösse als eine starke mit congruenten und wenig verschobenen Linien liefern wird. Hält man sich an die §. 104. angegebene Auffassung, so würde der Uebersetzungswerth von zwei Bedingungsgliedern abhängen, von denen sich jeder bis zu einem gewissen Grade selbstständig ändern kann, der Uebersetzung der Nerven-erregung in die Zusammenziehung der benachbarten Muskelschicht und der Fortpflanzung des Verkürzungszustandes von einem unendlich dünnen Muskelquerschnitt zum ändern.

§. 1157. Ist die Ansicht begründet, dass der negative Pol eine stärkere Erregungswirkung als der positive ausübt (§. 658.), so darf man erwarten, dass der absteigende Strom eine kürzere Dauer der latenten Reizung als der aufsteigende unter sonst gleichen Verhältnissen haben wird, weil die Nervenbahn um die intrapolare Strecke in dem letzteren Falle verlängert ist. Die Schwierigkeit, alle Nebenbedingungen in zwei Versuchen vollkommen gleich zu machen, setzt unüberwindliche Hindernisse dem sicheren Entscheid dieser Frage entgegen. Die scheinbar gelungensten Versuche, die ich in dieser Hinsicht an lebenden Fröschen anstellte, gaben mir allerdings eine kürzere Dauer der verborgenen Reizung für den ab- als für den aufsteigenden Strom.

§. 1158. Hat man den Unterschenkel bis auf die Achillessehne durchschnitten, so erhält man in der Regel nur Curven, die zuerst

stetig steigen und eben so später fortwährend fallen. Wird aber der Frosch während der kurzen Zeit der Drehung des berussten Cylinders unruhig, so zeichnet er bisweilen eine Curve auf, deren steigender Theil zuerst gegen die Abscisse concav und hierauf convex ist. Die Zusammenziehung steigt also zuerst mit ab- und später mit zunehmender Geschwindigkeit (§. 321.). Der Wille kann unregelmässiger als der elektrische Strom arbeiten, selbst wenn die Thätigkeit beider nur kurze Zeit dauert. Man hat in jenen Versuchen einen augenblicklichen elektrischen Schlag (§. 126.), der einförmig wirkt, und einen etwas länger anhaltenden Willenseinfluss, der sich in kleinen Bruchtheilen einer Secunde verschieden abstuft.

§. 1159. Die mannichfachen Aenderungen der Wirkungsweise der elektrischen Ströme, die man durch die Misshandlung des Nerven der Thiere künstlich herbeiführen kann, kommen wahrscheinlich in den verschiedenen Nervenkrankheiten des Menschen ebenfalls vor. Wie aber der Physiolog viele feinere Unterschiede nicht bemerken würde, wenn er die Ströme durch die Haut des unversehrten Thieres leitete und die Muskelzuckungen nicht aufschreiben liesse, so wiederholt sich das Gleiche für die ärztliche Erkenntniss. Man sollte daher, wo es irgend geht, frisch amalgamirte Nadeln in die Gegend des kranken Nerven des wachen oder des ätherisirten Menschen einstechen und die bei Gelegenheit der Ausmessung der Nerven-thätigkeit angegebenen Prüfungsmittel (§. 384. fgg.) zu Hilfe ziehen, um die Erkenntniss und daher auch die Heilung des Leidens auf möglichst sicherer Grundlage aufzubauen.

§. 1160. Die Wechselströme, welche die Elektromotoren liefern, haben schwächere elektrolytische Wirkungen, weil jeder von ihnen nur kurze Zeit dauert. Ihre fortwährend abwechselnde Richtung lässt keine irgend starken einseitigen Polarisationserscheinungen auftreten. Die Masse der Nerven und der Muskeln zerlegt sich aber so leicht, dass die Thätigkeit des Magnetelektromotors eine merkliche Zersetzung in kurzer Zeit trotz jener der Elektrolyse ungünstigen Bedingungen herbeiführt. Die Untersuchung der Einwirkung der Muskelmasse auf die umgebende Atmosphäre liefert die deutlichsten Belege dieser Wirkungsweise. Wir haben schon §. 364. gesehen, dass die Wechselströme nicht bloss die Nerven und die Muskeln anregen, sondern auch deren Thätigkeit weniger schwächen als wenn die Stromesrichtung unverändert bliebe.

§. 1161. Die beständigen Ströme greifen in anderer Weise ein. Sie erzeugen keine fortwährend von Null bis einer bestimmten

Grösse steigende oder von dieser auf jene hinabfallende Abgleichungen und mithin unmittelbar keine so kräftigen und raschen Erregungen der Muskel- und der Nerventhätigkeit. Sie zerlegen dafür die Gewebe, die sie durchsetzen, nachdrücklicher und ändern wahrscheinlich nicht bloss die Grösse der endosmotischen Aequivalente, sondern auch bisweilen die Richtung der Diffusion. Da das Aequivalent mit der Beschaffenheit der in Betracht kommenden Flüssigkeiten, der Concentration der Lösungen und dem Wärmegrade wechselt, sich aber alle diese Bedingungsglieder mit der Einwirkung des beständigen Stromes ändern, so folgt, dass dieser den Ernährungserscheinungen eine ganz andere Richtung zu geben vermag, wenn er mit hinreichender Kraftgrösse durchgreift. Dazu kommt noch, dass die elektrolytische Zersetzung die Beschaffenheit der Nerven und der in den Wänden der Blutgefässe und der Saugadern enthaltenen Verkürzungsgewebe umgestalten, andere Bedingungen des Blutlaufes auf diese Weise herstellen und überdiess noch die Zusammensetzung des Blutes und der Lymphe ändern kann. Die Erwärmung der Gewebe endlich wird die Widerstände, so weit sie von dem Flüssigkeitsgrade des Blutes oder der Lymphe und der Reibung abhängen, herabsetzen und den Durchgang der Körpersäfte durch feine Röhren oder Spalten verhältnissmässig am meisten beschleunigen. Es kann daher nicht befremden, dass kräftige beständige Ströme¹⁾ die Aufsaugung von Ausschwitzungen begünstigen, Unregelmässigkeiten des Blutlaufes beseitigen, Ernährungsstörungen der Nerven und der Muskeln entfernen, Lähmungen heben und Krämpfe beruhigen können, wenn die Wechselströme eine geringere Wirkung ausüben oder vollkommen erfolglos bleiben.

§. 1162. Der Gebrauch der Magnetelektromotoren und der des beständigen Stromes wird aber nicht für alle Fälle, mit denen sich der Elektrotherapeut zu beschäftigen hat, genügen. Es gibt wahrscheinlich Nervenleiden, die sich nur dann bessern, wenn die elektrischen Schläge immer in einer und derselben Richtung durchgeleitet werden. Man wird daher auch Disjunctoren nach Art des Fig. 22. §. 363. abgebildeten oder andere ähnliche Unterbrechungsvorrichtungen gebrauchen müssen, um nur aufsteigende oder nur absteigende Ströme in rascher Aufeinanderfolge durch den Nerven zu leiten. Man darf

¹⁾ REMAK, Galvanotherapie. S. 268. fgg., und O. H. R. HOLLMANN, De nervorum in nutritionem efficacitate a physiologica et pathologico-therapeutica parte spectata. Bero-
lini 1863. 8. p. 15—29.

erwarten, dass bloss solche und nicht die gewöhnlichen Wechselströme der Magnetelektromotoren einzelne Arten von Krämpfen beruhigen, manche Hyperästhesieen mildern und gewisse Lähmungsformen heilen können. Die gemeinschaftliche Grundbedingung aller hierher gehörenden Fälle wird darin bestehen, dass das Leiden aus einer krankhaften Veränderung der Markmolecüle in dem Sinne einer Stromesrichtung (§. 256.) hervorgeht. Die entgegengesetzte wird dann den Zustand verbessern.

4. Chemische Eingriffe.

§. 1163. Körper, deren Berührung die Molecularbeschaffenheit des Markes ändert, können unter günstigen Bedingungen die Beweglichkeit der Theilchen und mit ihr die Empfänglichkeitsgrösse für äussere Erregungen zuerst erhöhen und dann erniedrigen. Verrieth sich nur die lähmende Wirkung, so sind zwei Fälle möglich. Der heftige Eingriff zerstört zu rasch, als dass die zur Erkenntniss der allmählichen Wirkungsänderung nöthige Zeit übrig bliebe oder der Zustand wechselt allzu langsam, die Erhöhung erreicht keinen merklichen Grad zu irgend einer Zeit, die Lähmung dagegen macht sich geltend, sowie die Summe der kleinen Veränderungen zu einem gewissen endlichen Werthe angeschwollen ist.

§. 1164. Man kann drei verschiedene Arten von Erfolgen haben. Es kommt vor, dass wenig verdünnte Mineralsäuren den Bewegungsnerven, den sie berühren, zu allen Leistungen unfähig machen, ohne dass eine Muskelzuckung im Augenblicke der Berührung oder zu irgend einer anderen Zeit der Markzersetzung eintritt. Taucht man den Nerven eines frischen galvanischen Froschpräparates in sogenannte concentrirte Schwefelsäure, so bleibt alles ruhig. Bringt man die Säure auf die Muskelmasse, so zieht sich diese und zwar vorzugsweise durch den kräftigen chemischen Einfluss und weniger durch eine selbstständige Lebenswirkung zusammen. Man hat hier das Gleiche, wie wenn der rasch durchschnittene Nerv die von ihm abhängigen Verkürzungsgebilde in Ruhe lässt (§. 1054). Verdünntere Säuren, Lösungen von Alkalien, von ätzenden Salzen oder anderen zur Markgerinnung führenden Körpern, wie Weingeist oder Glycerin, erzeugen häufig eine Zusammenziehung, die den Ausdruck der Erregung bildet, im ersten Augenblicke und lassen dann die Leistungsunfähigkeit unmittelbar nachfolgen. Man hat mit Unrecht behauptet, dass sich der dem Einflusse des Blutlaufes entzogene Nerv eines Froschpräparates nicht mehr erholen kann, wenn

einmal die Verkürzung im ersten Augenblicke der Wirkung eingetreten ist. Sie bildet nur den Ausdruck der plötzlichen Molecularverrückung und kein Zeichen der unverbesserlichen Abtödtung. Nicht bloss die Grösse, sondern auch die Geschwindigkeit der durch den Eingriff erzeugten Veränderung bestimmen es, ob sie erscheint oder nicht. Eine nicht allzu starke chemische Erregung kann eine Zuckung bei der ersten Berührung hervorrufen und die Empfänglichkeit für eine gewisse Zeit vernichten, eine spätere vollständige Erholung dagegen selbst in dem Froschpräparate gestatten. Der Einfluss des Blutlaufes erleichtert die Rückkehr der Lebensleistungen in dem lebenden Nerven. Die dritte mögliche Wirkungsform endlich besteht darin, dass sich die Empfänglichkeit nach und nach verliert, ohne dass Zusammenziehungen als Nebenwirkungen auftreten. Das Absterben des Nerven nach dem Tode liefert den einfachsten Fall der Art. Die Reizbarkeit geht hier allmählig zu Grunde. Man findet zuletzt die gesammte Markmasse geronnen. Eine hierdurch bedingte Muskelverkürzung hat sich aber zu keiner Zeit verrathen, weil sich die Beschaffenheit des Markes allzu langsam ändert. Da der Nerv in peripherischer Richtung abstirbt und sein Stamm die negative Schwankung des richtigen Nervenstromes und beide Phasen des Elektrotonus zeigen kann, wenn er von den von ihm abhängigen todtenstarrten Muskeln allseitig umschlossen wird, so folgt, dass die Molecularveränderung, welche die Leichenstarre erzeugt, von keinem durch das Absterben der Nerven bedingten Einflusse, sondern von einem selbstständigen Beschaffenheitswechsel der Muskelmasse herrührt.

§. 1165. Eine reizende Flüssigkeit kann den Nerven allmählig durchdringen. Sie trifft daher die oberflächlichen Primitivfasern früher als die tieferen und ändert nach und nach immer andere Stellen derselben Fasern. Man erhält dann eine Reihe von Zuckungen und bei hinreichender Schnelligkeit der Wirkungen starrkrampfähnliche Zusammenziehungen mit einzelnen auf- und niedergehenden Gesamtverkürzungen oder einem anhaltenden Zittern der verschiedenen Muskelbündel. Es kommt dabei in Froschpräparaten vor, dass die Fussmuskeln früher als der Wadenmuskel zu zittern anfangen. Hat einmal ein chemischer Eingriff den Bezirk eines lebenden Nerven zerstört, so bleiben zwei Wege der Wiederherstellung offen. Eine nicht allzu starke Veränderung des Markes kann in die für die Leistungsfähigkeit nothwendige Beschaffenheit allmählig übergehen. Tiefere Zerstörungen dagegen fordern die Entfernung des entmischten

Bezirktes auf dem Wege der Eiterung oder der Kunsthilfe und die Wiederherstellung der Lücke durch Wiedererzeugung, wenn die Lähmung und deren Folgen aufhören sollen.

§. 1166. Die der Unthätigkeit vorangehende Zunahme der Empfänglichkeit nach örtlichen, meechanischen, thermischen oder elektrischen Misshandlungen des Nerven und die allmähliche Verbreitung der grösseren Erregbarkeit von der Eingriffsstelle zu anderen Nervenbezirken deuten an, dass solche Störungen nicht bloss die gegenseitige Entfernung der Markmolecüle, sondern auch die auf die chemische Zusammensetzung bezogene Gruppierung der Theilchen ändern, dass man also jede Art von Reizung als eine chemische im weitesten Sinne des Wortes ansehen kann. Dasselbe wiederholt sich für die durch den Blutlauf erzeugten Schwankungen der Ernährungszustände der Nervengewebe. Das Athemspiel bildet auf diese Art die Folge der chemischen Reizung der Athmungscentra des verlängerten Markes (§. 873.). Eine chemische Zerlegung der Massen der Ganglienkugeln, des Markes und der Muskelsubstanz begleitet jede Empfindung und jede durch Nerveneinfluss erzeugte Muskelbewegung.

§. 1167. Die Absorption von Gasen oder von Dämpfen durch die Ernährungsflüssigkeit macht diese zu einer Mischung, welche die Zusammensetzung der benachbarten Gewebe ändern kann. Die Dämpfe der Salz- oder der Salpetersäure erhöhen auf diese Art zuerst die Empfänglichkeit des Nerven eines Froschpräparates, ehe sie sie herabsetzen. Wird das Gas mit dem lebenden Blute den verschiedenen Körpertheilen zugeführt, so treten vermöge seiner Wirkung auf einzelne Abschnitte des Nervensystemes Erfolge auf, die sich bei blosser örtlicher Anwendung nicht zeigen. Ein Ueberschuss von Kohlensäure im Blute bedingt Sinnestäuschungen, Bewusstlosigkeit und Muskelkrämpfe, wenn er auf das Gehirn und das verlängerte Mark wirkt. Bringt man dagegen ein Froschpräparat in eine Atmosphäre von Kohlensäure, so verliert sich nach und nach die Empfänglichkeit des Nerven und des Muskels, ohne dass Zuckungen zu irgend einer Zwischenzeit auftreten. Das Kohlenoxyd, das sich des Sauerstoffes bemächtigt und daher eine Kohlensäurevergiftung mittelbar erzeugt, und der Kohlenwasserstoff führen zu einem ähnlichen Unterschiede.

§. 1168. Man sieht nicht selten, dass einzelne Muskeln enthaupteter Frösche während des Eintrocknens ihrer Nerven fortwährend zucken. Die Durchschneidung des Stammes an einer be-

stimmten Stelle hebt oft die Unruhe auf. Der rasche durchgreifende Wasserverlust beschränkte sich dann auf einen zwischen der Trennungsstelle und dem centralen Nervensysteme gelegenen Bezirk. Er übt wahrscheinlich eine doppelte Wirkung aus, eine chemische durch das Austrocknen selbst und eine mechanische durch das engere Zusammentreten der nicht flüchtigen Bestandtheile. Greift der Wechsel schnell genug durch, so hat man die Zuckung. Sie fehlt aber oft genug bei langsamem Eintrocknen. Die Kräfte des Nerven ändern sich dann ohne eine äussere Wirkung, weil der Uebergang aus einer Molecularstellung in die andere den für das Minimum der Wirksamkeit nöthigen Geschwindigkeitsgrad nicht besitzt. Es ereignet sich bisweilen, dass ein peripherischer eingetrockneter Abschnitt des Nerven die in der Mitte gelegenen Fasern eine Zeit lang schützt. Man findet daher, dass die Reizung einzelne Muskeln noch verkürzt, wenn sie auf andere längst nicht mehr wirkt.

§. 1169. Nicht bloss Wasserdämpfe, sondern auch andere flüchtige Körper gehen wahrscheinlich bei dem Eintrocknen des Nerven davon. Da aber die blosse Wasserbefeuchtung die regelrechten Wirkungen zurückführen kann, so hängt die Möglichkeit der Lebensleistungen von den übrigen flüchtigen Bestandtheilen nicht ab.

§. 1170. Das Eintrocknen kann den elektrischen Leitungswiderstand des Nerven aus doppeltem Grunde vergrössern, vermöge der Verkleinerung des Querschnittes, wenn die Länge nicht in gleichem Verhältnisse abnimmt, und durch den Uebergang aus dem feuchteren Zustande in den eines wasserarmeren und nicht bloss an trockenem Eiweisse, sondern auch an Fetten verhältnissmässig reicheren Körpers. Findet man, dass dieselbe Abgleichungsgeschwindigkeit eines elektrischen Stromes eine kleinere Wirkung während des Eintrocknens und eine grössere nach dem Wiederanfeuchten gibt, so kann der Unterschied von dem Wechsel der Leitungswiderstände herrühren. Die schon von HARLESS und BIRKNER bemerkte Empfänglichkeitserhöhung, die sich oft genug am Anfange des Eintrocknens verräth, ist unter diesen Verhältnissen um so beweisender. Da aber die Nerven ihre Kräfte einbüssen, wenn ihr Wasserverlust bis zu einem gewissen Grade fortgeschritten ist, so folgt, dass man hier wiederum die gewöhnliche Reihenfolge der anfänglichen Erhöhung und der späteren Abnahme der Lebensleistungen hat. Die Molecüle des eintrocknenden Markes rücken wahrscheinlich einander immer näher. Das anfängliche Steigen und das spätere Sinken der Empfänglichkeit beweist daher, dass sich diese nicht immer gleichförmig mit

dem gegenseitigen Abstände der Theilchen ändert. Die Möglichkeit der Erholung tritt auch hier vor der unheilbaren Lähmung auf. Hat zwar der Nerv die Stufe der grösseren Empfänglichkeit schon überschritten, die Eintrocknung dagegen nicht zu tief eingegriffen, so steigen die noch nicht völlig vernichteten Leistungen des Nerven oder kehren, wenn sie aufgehoben waren, wieder, so wie er eine Zeit lang in einer starken Zucker- oder Kochsalzlösung gelegen hat. Reines Wasser wirkt nicht so günstig als diese Flüssigkeiten. Es kann dessenungeachtet nicht selten einen Theil seiner früheren Kräfte dem Nerven wieder verleihen. Wir haben schon §. 64. gesehen, dass die vollständig eingetrockneten Primitivfasern nicht nothwendiger Weise eine sichtlich geronnene Markmasse einschliessen. Sie erscheinen nur meist grauweisser, als die frischen Fasern.

§. 1171. Das Wasser und die übrigen Flüssigkeiten können in dreierlei Weise auf die Nerven wirken. Ihr Wärmegrad gleicht sich mit dem der Nervenmasse aus. Man hat demgemäss den Einfluss der Kälte oder der Wärme, so dass die Volumina, die Temperatur, das Leitungsvermögen und die Wärmecapacität der auf einander wirkenden Massen in Betracht kommen. Kann die Flüssigkeit endosmotisch eindringen, so wird sie die zwischen den Gewebelementen enthaltene Ernährungsflüssigkeit ändern oder verdrängen. Der unter den gegebenen Verhältnissen gültige Werth des endosmotischen Aequivalentes entscheidet daher, ob sich die gegenseitigen Entfernungen der Markmoleculé vergrössern und welchen Widerstand die neue umgebende Flüssigkeit ihren Bewegungen entgegensetzt. Der Wechsel der chemischen Atomengruppirung und die Verbindung der Atome des Markes mit denen der Flüssigkeit, mit einem Worte der durch die chemische Wahlverwandtschaft bedingte Massenumsatz bildet die dritte mögliche Art des Eingriffes.

§. 1172. Gebraucht man verschiedene Wärmegrade derselben Flüssigkeit zu den Einzelversuchen, so lässt sich der Einfluss der Temperatur ausscheiden. Man muss aber hierbei nicht bloss die Aenderungen, die der Nerv, sondern auch die, welche die Flüssigkeit durch die Kälte oder die Wärme erleidet, im Auge behalten. Ein Stück Eis, das man auf einen dicken Nerven legt, setzt die Leistungen desselben langsamer herab, als Wasser von $+1^{\circ}$ C., wenn dieses den Nerven rascher endosmotisch durchdringt. Die Mittheilung der Kälte von Faser zu Faser kann anhaltende Krämpfe in dem ersteren Falle erzeugen, wenn sie in dem letzteren ausbleiben. Bedeckt man den Nerven mit einem Stücke von Gutta-

percha und dann mit Baumwolle und tropft auf diese Aether von ungefähr 20° C., so nimmt die Nerventhätigkeit nicht zu, sondern ab, weil die rasche Verdunstung die Kälte vorzugsweise wirken lässt. Da nicht bloss kaltes, sondern auch Wasser von 10° bis 30° C. die Erregbarkeit des Froschnerven nach längerer Einwirkung herabsetzt, so folgt, dass man hier noch endosmotische oder chemische Wirkungen oder beide zugleich hat. Die concentrirte Lösung eines indifferenten Körpers, wie des Kochsalzes und besonders des Eiweisses oder des Zuckers schadet dem Nerven weniger als reines Wasser. Dieses entzieht ihm eine gewisse Menge löslicher Stoffen durch seine Diffusionswirkungen, während die Zuckerlösung nur Wasser und jedenfalls eine geringere Menge löslicher Verbindungen aufnimmt. Man sieht hieraus, dass die endosmotischen Beziehungen einen merklichen Einfluss auf die Wirkungen des Wassers ausüben. Ein längerer Aufenthalt in sehr kaltem oder in heissem Wasser und selbst in solchem von 10° bis 20° C. lässt das Nervenmark gerinnen. Es kann also eine durchgreifendere Veränderung, die wir als eine chemische bezeichnen, hervorrufen. Manche Erfahrungen deuten aber an, dass das Wasser auch schon die Lebensleistungen durch blosse endosmotische Einflüsse und die hierdurch bedingte Aenderung der Markmolecüle aufzuheben vermag. Ein Nerv, den das reine Wasser unthätig gemacht hat, kann nach KÖLLIKER einen Theil seiner Reizbarkeit wiedergewinnen, wenn man ihn eine Zeit lang in einer Lösung von Kochsalz von 4 bis 25% oder in einer solchen von phosphorsauerem Natron von 3 bis 9% liegen lässt. Nerven, deren Wirkungen durch concentrirtere Lösungen aufgehoben werden, erholen sich bisweilen bei dem Aufenthalte in verdünnteren Lösungen oder bei dem in reinerem Wasser. Man hat hier das Gleiche, wie bei dem Eintrocknen und dem Wiederaufweichen oder den Kälte- und den Wärmewirkungen. Nur eine gewisse Breite des gegenseitigen Abstandes der Markmolecüle macht die Lebensleistungen möglich. Sie fehlen, wenn die Theilchen einander zu nahe oder wenn sie zu fern stehen. Die allmähliche Aenderung des Ortes derselben kann aber zuerst die Beweglichkeit erhöhen und dann erniedrigen, ohne dass sich die elektrischen Eigenschaften in gleichem Schritte ändern.

§. 1173. Man findet oft das Nervenmark nicht sichtlich geronnen, wenn auch das Wasser alle lebendige Leistungsfähigkeit aufgehoben hat. Es kann umgekehrt, hier, wie nach anderen chemischen Eingriffen vorkommen, dass der periphere Theil des

Markes in vielen Fasern geronnen erscheint, wenn noch der Nerv eine gewisse Empfänglichkeitsgrösse besitzt. Man muss sich jedoch hier nicht durch die schon bei der Zerfaserung auftretende Seitengerinnung täuschen lassen (§. 64.). Es war zu rasch geschlossen, wenn man aus jener Thatsache folgerte, dass der Achsencylinder den allein leitenden Theil der Nervenröhre bildet. Stämme, in denen viele Fasern peripherisch geronnen sind, liefern immer nur schwache Leistungen. Das Gesetz der wirkenden Erregungsstärke (§. 214.) und die Norm, dass die Wirkungsgrösse mit der Summe der erregten Marktheilehen, wenn auch nicht proportional zunimmt und ein breiterer Markquerschnitt mehr leistet, als ein schmalerer, machen sich hier immer geltend. Wenn eine grosse Zahl breiter Fasern in den vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven vorkommt und sie sich bis zu ihrer Endigung in den Muskeln nach und nach bedeutend verschmälern (§. 55.), so kann dieses den Vortheil gewähren, dass sich eine kräftiger wirkende Erregungsstärke von den Bewegungswurzeln aus auf die übrigen Theile der Bewegungsfasern überträgt und daher die schwierigere Uebersetzung in Muskelbewegung um so eher zu Stande kommt.

§. 1174. ECKHARD theilte die Körper, die das Nervenmark chemisch ändern, in zwei Hauptklassen. Die einen, die Mineralsäuren und einzelne Pflanzensäuren, wie Essigsäure oder eine gesättigte Lösung von Weinsteinsäure, die fixen Alkalien, die Haloid- und die neutralen Salze der Alkalien und der Erden, Weingeist und Zuckerlösung erregen die Zuckungen, ohne die Mitwirkung anderer Reizmittel. Wasser, Schwefelkohlenstoff, Lösungen der Metallsalze mit Ausnahme der des salpetersauren Silberoxydes, organische Säuren, wie Gerbsäure, Terpenthinöl, Wachholderöl und Citronenöl, welche die Nerventhätigkeit ebenfalls lähmen, erzeugen dabei von selbst keine Zusammenziehungen. Es bedarf noch eines besonderen äusseren Reizes, wenn diese zum Vorschein kommen sollen. Wir haben schon früher gesehen, dass es nicht bloss von der Beschaffenheit des einwirkenden Körpers, sondern auch von der Geschwindigkeit der Veränderung abhängt, ob das absterbende Nervenstück eine Zuckung erzeugt oder nicht. Taucht man den Nerven eines Froschpräparates in sehr concentrirte Schwefelsäure, so wird das versenkte Stück sogleich unthätig, ohne dass sich die von ihm abhängigen Muskeln zusammenziehen. Wiederholt man den Versuch mit einer mässigen Wasserverdünnung der gleichen Säure, so können Zuckungen auftreten. Nimmt man endlich eine sehr verdünnte Säure, so stirbt

der Nerv allmählig ab, ohne dass eine Verkürzungswirkung zu irgend einer Zeit bemerkt wird. Diese drei Fälle wiederholen sich bei den anderen Mineralsäuren und wahrscheinlich in noch vielen anderen Körpern. Nur die zu den einzelnen Erfolgen nöthigen Dichtigkeitsgrade wechseln mit der Verschiedenheit der Massen.

§. 1175. Die Stärke der Concentration und nicht bloss die Beschaffenheit des chemisch eingreifenden Körpers bestimmt es, ob sich der misshandelte und dem Einflusse des Blutlaufes entzogene Nerv eines Froschpräparates erholen kann oder nicht, nachdem die chemische Reizung eine scheinbare Todeszuckung erzeugt hat. Dasselbe gilt von dem anhaltenden Flimmern einzelner Muskelbündel, den Wechselkrämpfen oder dem in seiner Stärke schwankenden Starrkrampfe, den das allmähliche endosmotische Vordringen z. B. einer Kochsalzlösung erzeugt und den man daher durch das Versenken des Nerven in reines Wasser beruhigen oder aufheben kann. Dasselbe Mittel hemmt auch die Zuckungen, die sich bisweilen bei dem verhältnissmässig raschen Austrocknen des Nerven im luftverdünnten Raume oder in der geschlossenen Kammer über Schwefelsäure oder Chlorecalcium efinden. Das Mark einzelner Primitivfasern bleibt oft nach ECKHARD vor der schädlichen Wirkung der Gerbsäure und vieler Metallsalze bewahrt, weil sich diese Körper mit der Nervenscheide zu einer schützenden Hülle verbinden.

§. 1176. Die anhaltende Erregungswirkung eines Körpers kann durch den Einfluss eines anderen beseitigt werden. GERLACH fand, dass das durch eine Kochsalzlösung erzeugte Muskelflimmern eines galvanischen Froschpräparates aufhört, wenn man den Nerven in eine concentrirte Harnstofflösung versenkt. Lässt man umgekehrt den Nerven in einer 30procentigen Harnstofflösung eine Zeit lang liegen und bringt ihn hierauf in eine concentrirte Kochsalzlösung, so treten nach RICHTER die Zuckungen um so später ein, je länger die Harnstofflösung gewirkt hat. Eine Mischung dieser und einer concentrirten Kochsalzlösung erzeugt keine Zusammenziehungen. Die Erfahrungen von KÖLLIKER zeigen, dass wiederum der Dichtigkeitsgrad der Harnstofflösung den Erfolg wesentlich bestimmt. Eine sehr concentrirte und eine sehr verdünnte Lösung können ohne alle Zuckung tödten. Man bemerkt häufig die Zusammenziehung bei mittleren Dichtigkeitsgraden. Die Nerven können endlich ihre Kräfte in einer sehr verdünnten Harnstofflösung lange Zeit bewahren.

§. 1177. Man hat sich früher begnügt, die durch örtliche chemische Wirkungen erzeugten Zuckungen nur dem Augenmaasse

nach zu schätzen. Ich liess, um nähere Aufschlüsse zu gewinnen, die Verkürzungscurven des Wadenmuskels enthirnter Frösche aufschreiben, während und nachdem eine schädliche Masse einen Bezirk des Nerven geändert hatte. Das Hüftgeflecht blieb in einzelnen Fällen mit dem Rückenmark verbunden und wurde von ihm in anderen getrennt. Die ätzende Lösung wirkte meistens auf das Hüftgeflecht und seltener auf den blossgelegten Hüftnerven. Eine Muskelcurve, die man durch die Reizung des Rückenmarkes, der chemisch veränderten oder einer unversehrt gelassenen Stelle des Nerven erzeugte, wurde von Zeit zu Zeit aufgezeichnet, bis endlich die Empfänglichkeit erloschen war oder keine merkliche Abweichung von den regelrechten Verhältnissen der Erholung wegen zum Vorschein kam. Das Uhrwerk besorgte die Schliessung und Oeffnung der Kette (§. 175.). Nebenwiderstände bewahrten vor Täuschungen durch den Wechsel der Leitungswiderstände (§. 388.). Die Ausmessung der Hubhöhen und der kreisförmigen Zeitabscissen (§. 322.) liess die Längenabnahme und die zeitlichen Beziehungen im Einzelnen verfolgen.

§. 1178. Legte man einen Bausch, der mit einer Mischung von 39 Theilen Wasser und 1 Theil sogenannter concentrirter Schwefelsäure befeuchtet war, auf das Hüftgeflecht, so erhielt man unmittelbar darauf eine grössere maximale Hubhöhe der Schliessungszuckung, wenn der elektrische Strom das Rückenmark, nicht aber wenn er das Hüftgeflecht durchsetzte. Die Reizung des Rückenmarkes führte aber 20 Minuten später zu einer sehr schwachen und nach 40 Minuten zu gar keiner Verkürzung mehr, während die etwas stärkere elektrische Erregung des Hüftgeflechtes noch nach mehr als vier Stunden wirkte. Die zeitlichen Verhältnisse lieferten keine so scharfen Unterschiede von den gewöhnlichen Erscheinungen während der erhöhten und während der erniedrigten Empfänglichkeit. Die örtliche Ansprache des Hüftgeflechtes verrieth keine deutlichen Merkmale einer krankhaft erhöhten Reizbarkeit. Diese sank erst nach längerer Zeit und man hatte zuletzt die Eigenthümlichkeit, dass der aufsteigende Strom eine Schliessungs- und der absteigende gar keine Zuckung darbot.

§. 1179. Wendete ich Phosphorsäure, die mit 13 Theilen Wasser verdünnt war, in ähnlicher Weise auf das Hüftgeflecht an, so verrieth sich ein hoher Grad von Ueberempfindlichkeit während sehr langer Zeit, wenn man das Rückenmark ansprach. Mässige Ströme lieferten dann grössere Hubhöhen für die Schliessungszuckungen und nicht selten mehrere Zusammenziehungen oder einen

Oeffnungsklonus (§. 1120.) während und nach der Oeffnung der Kette. Die Muskelcurve erreichte oft erst ihre grösste Höhe nach mehreren schwachen Auf- und Niedergängen. Man hatte dabei keinen beständigen Wechsel in den zeitlichen Verhältnissen. Die Erschlaffung verlangsamte sich zuletzt in auffallender Weise. Die örtliche Reizung des Hüftgeflechtes führte zu den gewöhnlichen Erscheinungen. Die eigenthümliche Stimmungsrichtung, die der Nerv wegen des früheren Aufenthaltes des Frosches im Wasser von $+ 4^{\circ}$ C. darbot (§. 1090.), blieb trotz der Wirkung der Phosphorsäure erhalten. Die Schliessungszuckung des absteigenden Stromes gab dabei grössere Hubhöhen als die Oeffnungszuckung des aufsteigenden.

§. 1180. Verdünnte Salpetersäure, die auf den Oberschenkeltheil des Hüftnerven oder das Hüftgeflecht wirkte, erzeugte keine stürmischen Zuckungen. Die Zusammenziehungen waren verlangsamt und gaben bedeutende Hubhöhen, man mochte das Rückenmark, das Hüftgeflecht oder den Hüftnerven ansprechen. Das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven erhielt sich bis zuletzt. Einzelne der mit Salpetersäure behandelten Nerven, deren Reizbarkeit vollkommen geschwunden war, hatten einen vollständig geronnenen Inhalt. Die übrigen zeigten wenigstens doppelte Seitenränder. Man sah diese auch, wenn man ein Bündel des Leistenerven ohne Zerfaserung untersuchte.

§. 1181. Reine mit dem 16fachen Wassers verdünnte Salzsäure auf den Oberschenkeltheil des Hüftnerven angewandt, verlangsamte zuerst die von dem Rückenmarke aus angeregte Zuckung, ohne deren grösste Hubhöhe herabzusetzen. Alle Wirkung blieb bald darauf aus. Leitete man den Strom durch das Hüftgeflecht, so erhielt man zuerst stürmische und einige Zeit darauf keine Zusammenziehungen, wenn auch noch ein eben so langes Stück des Oberschenkeltheiles des Hüftnerven ziemlich starke Wirkungen lieferte. Diese bestanden in Schliessungszuckungen bei dem ab- und in Oeffnungsverkürzungen bei dem aufsteigenden Strome. Beide liefen ziemlich ruhig ab. Die in dem Innern des gelbbraunlichen Hüftnerven gelegenen Fasern zeigten höchstens die Doppellinien an den Seitenrändern als den ersten sichtlichen Anfang der Markgerinnung.

§. 1182. Flüssige Essigsäure, die auf den Hüftnerven gebracht wurde, hemmte bald die Durchleitung der von dem Rückenmarke aus erregten Reizung. Ging die Elektrizität durch den Hüftnerven selbst, so verlor sich binnen Kurzem die Antwort auf den aufsteigenden, nicht aber die auf den absteigenden Strom.

§. 1183. Wurde dieselbe Essigsäure mit 20 Theilen Wassers verdünnt auf einen anderen Hüftnerven gebracht, so vergrösserte sich zuerst die Wirkung des Rückenmarkes, besonders für die Hubhöhe bedeutend und schwand zuletzt gänzlich. Die Durchleitung der Ströme durch den Hüftnerven lieferte beträchtlichere Längenabnahmen. Man hatte später den Fall, dass der absteigende Strom nur spurweise wirkte, der aufsteigende dagegen eine kräftige Schliessungszuckung hervorrief. Die mit der Essigsäure misshandelte Strecke des Hüftnerven erschien unter dem Mikroskope auffallend durchsichtig. Das Mark zeigte keine merkliche Veränderung in gewöhnlichem Lichte. Seine gelbe Farbe auf dem rothen Gypsgrunde des Polarisationsmikroskopes war aber gesättigter, als die der nicht geronnenen Fasertheile.

§. 1184. Eine Essigsäureverdünnung im Verhältnisse 1:100 machte bald die von dem Rückenmarke aus erregten Zuckungen unruhig. Floss dann unmittelbar darauf ein absteigender Strom durch den mit der Säure behandelten Abschnitt des Hüftnerven, so erreichte der Muskel rasch das Maximum seiner Zusammenziehung, erschlaffte dann schnell zu einem grossen Theile und verlängerte sich hierauf asymptotisch. Der aufsteigende Strom gab eine etwas ruhigere Curve. Dieser Charakter, der sich lange erhielt, nahm in der Folge immer mehr ab. Behandelte man hierauf das gleiche Nervenstück mit derselben verdünnten Essigsäure, so trat die unruhige Muskelverkürzung nur bei der Erregung des Rückenmarkes, nicht aber bei der des Hüftnerven auf.

§. 1185. Die Anwendung gesättigter Kleesäurelösung auf den Hüftnerven zeigte mir nur ein Mal eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit. Der früher in der Kälte aufbewahrte und kurz vor dem ersten Versuche enthirnte Frosch gab sogleich eine starke Schliessungszuckung bei aufsteigendem und eine kräftige Oeffnungszuckung bei absteigendem Strome. Einige Zeit nach der Einwirkung der Säure erhielt man nur Schliessungszuckungen bei beiden Stromesrichtungen. Die Oeffnungszuckung fiel später wiederum bei absteigendem Strome und die Schliessungszuckung bei aufsteigendem stärker aus. Wir haben schon §. 1090. gesehen, dass diese Grundstimmung von der Aufbewahrung der Frösche in Wasser, dessen Temperatur weniger als 5° C. betrug, herrührte.

§. 1186. Wässrige Kalilösung im Verhältnisse 1:85 auf den Hüftnerven gebracht, erhöhte in einem ersten Frosche zuerst die Empfänglichkeit des Hüftnerven, nicht aber die Wirkungen des Rücken-

markes. Die Hubhöhen vergrösserten sich und ihr Maximum wurde schneller erreicht. Die Wirkung des Rückenmarkes wuchs in der Folge, während die des Hüftnerven selbst schon abzunehmen anfang. Ein zweiter auf dieselbe Weise behandelter Frosch verrieth sogleich eine ausserordentliche Vergrösserung der Hubhöhe für den Hüftnerven und eine merkliche für das Hüftgeflecht. Die erhöhte Empfänglichkeit erhielt sich ziemlich lange und sank später mit auffallender Geschwindigkeit. Der Hüftnerv des ersten Frosches, der mechanische Reize unmittelbar vor der mikroskopischen Untersuchung beantwortete, war durchsichtiger. Das Mark zeigte doppelte Seitenränder und erschien noch negativ in dem Polarisationsmikroskope.

§. 1187. Wässrige Kalilösung von $\frac{1}{170}$ machte die Curve, die man durch die Erregung des Hüftgeflechtes erhielt, besonders in absteigender Richtung stürmischer und die, welche die Ansprache des Hüftnerven lieferte, höher. Diese Merkmale verloren sich nach einiger Zeit. Die Wirkungen sanken hierauf. Sie nahmen durch das Auswaschen des Hüftnerven mit Wasser noch mehr ab. Eine Kalilösung von $\frac{1}{340}$ lieferte ähnliche Ergebnisse. Der mit dieser Flüssigkeit behandelte Hüftnerv hatte seine Empfänglichkeit zwei Tage später eingebüsst, der der anderen Seite dagegen noch beibehalten. Behandelte man diesen jetzt mit derselben Kalilösung, so gab er sogleich grössere Hubhöhen als früher.

§. 1188. Ammoniakdämpfe, die von der Ernährungsflüssigkeit aufgenommen werden, oder eine verdünnte wässrige Ammoniaklösung können die Empfänglichkeit, wie HARLESS schon angab, zuerst erhöhen und dann erniedrigen. Brachte ich einen mit starker Ammoniakflüssigkeit durchtränkten Bausch von Filtrirpapier auf das Hüftgeflecht, so erhielt ich sogleich eine merkliche Abnahme der Leistungsfähigkeit. Die Nerven erholten sich aber rasch nach der Hinwegnahme des Bausches.

§. 1189. Hatte ich das Hüftgeflecht eines Frosches durchschnitten und streute gepulvertes chlorsaures Kali auf den blossgelegten Hüftnerven, so führte ein absteigender durch das Hüftgeflecht geleiteter Strom zu ausserordentlich stürmischen Zuckungen, deren maximale Hubhöhen $2\frac{1}{2}$ Mal so gross, als vor der Wirkung des Salzes ausfielen. Der aufsteigende Strom gab eine zwei Mal so starke, aber ruhige Verkürzung. Man hatte nur Schliessungs- und keine Oeffnungszuckungen in beiden Fällen. Die Empfänglichkeit war schon so tief nach zehn Minuten gesunken, dass nur noch Spuren von Schliessungszuckungen bei beiden Stromesrichtungen auf-

traten. Das Auswaschen des chlorsauren Kali's mit Wasser besserte den Zustand nicht. Die Reizbarkeit war drei Stunden später gänzlich verschwunden.

§. 1190. Leitete ich den Strom quer durch das Rückenmark in der Gegend des vierten Wirbels und bestreute hierauf das Hüftgeflecht mit Kochsalz, so stellte sich ebenfalls eine verhältnissmässig lange anhaltende Vergrösserung der Wirksamkeit ein. Die Hubhöhe wuchs zuerst bis auf beinahe das Doppelte, ergab einige Minuten später $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{9}$ mehr und nach einer Ruhe von einer Viertelstunde ungefähr $\frac{2}{5}$ mehr, als vor der Kochsalzwirkung.

§. 1191. Behandelte ich den Hüftnerven eines vor 24 Stunden enthirnten Frosches mit einer Lösung von einem Theile Chromsäure in 9 Theilen Wassers, so nahm zuerst die Hubhöhe ab, als wenn sie für immer sinken wollte. Sie war aber nach einer Viertelstunde Ruhezeit um das Vier- bis Fünffache gestiegen und fiel daher dann weit höher, als vor der Anwendung der Chromsäure aus. Die Zuckungen dauerten zugleich lange und hielten selbst während eines Theiles des Geschlossenseins der Kette an. Man hatte hin und wider beinahe eben so hohe Oeffnungs-, als Schliessungsverkürzungen. Sank die Empfänglichkeit, so konnte man sehr grosse Längenabnahmen durch die abermalige Befeuchtung des Nerven mit der Chromsäurelösung und die nachfolgende elektrische Reizung hervorrufen. Der Nerv und die Muskeln erschienen intensiv gelb, das Mark dagegen weiss und stark negativ, man mochte seine Gerinnung in gewöhnlichem Lichte erkennen oder nicht. Die Wiederholung der Versuche mit derselben Chromsäurelösung an anderen Fröschen lehrte, dass die ausserordentliche Vergrösserung der Hubhöhen keine beständige Erscheinung bildet und leichter in Fröschen vorzukommen scheint, die vor 24 Stunden, als unmittelbar vor dem Versuche enthirnt worden.

§. 1192. Schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak auf den Hüftnerven gebracht setzte sogleich die Hubhöhen beträchtlich herab, man mochte den Hüftnerven oder das Hüftgeflecht elektrisch reizen. Die Empfänglichkeit ging nach Kurzem ganz verloren.

§. 1193. Eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd vergrösserte die Hubhöhen schon nach der ersten Anwendung auf den Hüftnerven und rief stürmische Zuckungen bei ab-, nicht aber bei aufsteigendem Strome nach der zweiten hervor. Eine bedeutende Hubhöhe erhielt sich noch in der Folge. Die Zusammenziehung verlief aber rasch und die Erschlaffung senkte sich steiler ab. Es

ereignete sich später zu wiederholten Malen, dass der absteigende Strom keine Verkürzung, der aufsteigende dagegen rasche und kräftige Schliessungs- und Oeffnungszuckungen gab. Die Verstärkung der Batterie hatte höchstens zur Folge, dass der absteigende Strom eine Spur von Schliessungszusammenziehung lieferte, während der aufsteigende eine grösste Hubhöhe von 3 Millimeter bei dem Schlusse und eine solche von 2,4 Mm. bei dem Oeffnen gab. Obgleich beide Stromesrichtungen zehn Minuten später nur spurweise wirkten, so blieb doch der nachdrücklichere Einfluss des aufsteigenden Stromes immer noch kenntlich. Man hatte dann den Fall, dass dieser den Wadenmuskel und die den Elektrodennadeln unmittelbar benachbarten Oberschenkelmuskeln verkürzte, der aufsteigende Strom dagegen nur diese letzteren zur Zusammenziehung nöthigte.

§. 1194. Diese Beispiele bestätigen abermals, dass es nicht in allen Fällen gleichgültig ist, ob nur die Nervenerrregung einen durch chemische Eingriffe örtlich veränderten Nervenbezirk durchsetzt oder von demselben ausgeht. Der durch einen Eingriff erzeugte Molecularumsatz des Markes kann den inneren Widerstand in anderer Weise, als den äusseren (§. 207.) ändern. Es glückt bisweilen, Augenblicke zu treffen, in welchen die Durchleitung der von dem Rückenmarke kommenden Erregung aufgehoben ist, die unmittelbare kräftige elektrische Reizung des chemisch veränderten Markes dagegen die Zeichen der Ueberempfindlichkeit verräth. Die Letztere kann entweder von dem chemisch misshandelten Bezirke oder von einer, wahrscheinlich durch die Empfindungsnerven erzeugten grösseren Reizbarkeit des Rückenmarkes ausgehen. Dieser zweite Fall vermag es dann herbeizuführen, dass Ströme, die durch das Rückenmark fliessen, stürmische Zuckungen, Oeffnungsklonus und überhaupt die Merkmale tiefgreifenderer Wirkungen herbeiführen, während alle diese Erscheinungen bei der Erregung des chemisch geänderten Bezirkes mangeln.

§. 1195. Hält die Stufe der grösseren Empfänglichkeit so lange an, dass man sie durch den Versuch nachweisen kann, so zeigt sie sich in den meisten Fällen als die erste Veränderung, der dann die Abnahme der Erregbarkeit nachfolgt. Die §. 1191. angeführte mit Chromsäure gemachte Erfahrung kann aber lehren, dass man auch zuerst ausnahmsweise eine Abnahme, dann eine beträchtliche Vergrösserung der Empfänglichkeit und zuletzt wiederum Lähmungserscheinungen haben kann. Die Maxima der Hubhöhen sind bis zu einem gewissen Grade von den zeitlichen Verhältnissen der Verkürzung unabhängig.

Jene können wachsen, während sich die zur gesammten oder nur die zur sinkenden Zusammenziehung nöthige Zeitdauer verlängert. Die raschen stürmischen Zuckungen liefern meistentheils bedeutende Hubhöhen.

§. 1196. Der Stimmungszustand, in dem sich der Nerv im Augenblicke der chemischen Einwirkung befindet, kann bis zu den letzten Spuren der Empfänglichkeit fortdauern. Die Zähigkeit des Zuckungsgesetzes des lebenden Nerven bewährt sich auch oft genug in den hierher gehörenden Versuchen. Jener Satz bestätigt sich auch nicht selten, wenn der Aufenthalt des Frosches in sehr kaltem Wasser die Stimmung des lebenden Nerven so änderte, dass der aufsteigende Strom eine kräftigere Schliessungs- und der absteigende eine lebhaftere Oeffnungszuckung gibt (§. 1185.). Die chemischen Aenderungen des Markes können aber auch bewirken, dass die eine Stromesrichtung vor der anderen bevorzugt erscheint, dass sich z. B. der Muskel bei dem Schlusse, nicht aber bei der Oeffnung des absteigenden Stromes kräftig zusammenzieht, der aufsteigende dagegen nur eine Spur von Schliessungszuckung liefert. Derselbe Unterschied kann sich noch dadurch verrathen, dass ein absteigender Strom zu stürmischen, der aufsteigende dagegen zu ruhigeren Zusammenziehungen führt, wenn selbst die Verbindung mit dem Rückenmarke aufgehoben worden, beide aber nur Schliessungszuckungen erzeugen.

§. 1197. Die nicht zu grossen schädlichen Wirkungen flüchtiger Körper, wie des Ammoniaks, können sich durch die Verdunstung verhältnissmässig rasch verlieren. Haben aber einmal fixe Massen das Mark durchgreifend geändert, so nützt das Auswaschen des entsprechenden Nervenbezirkes mit grossen Mengen reinen Wassers nichts, sondern setzt oft die Empfänglichkeit noch mehr herab. Man kann diese Erfahrung selbst dann machen, wenn die Primitivfasern eine nur unbedeutende Randgerinnung (§. 63.) darbieten.

§. 1198. Derselbe Körper ist im Stande, die verschiedensten Wirkungen, je nach seinem Wärmegrade, der absoluten gebrauchten Menge, der Verdünnung der Lösung und der ursprünglichen Beschaffenheit des Markes hervorzurufen. Die gleichen Veränderungen der Empfänglichkeit können durch die verschiedensten Stoffe herbeigeführt werden. Man muss sich daher hüten, eine bestimmte Folge der Ueberempfindlichkeit, der Lähmung oder der Begünstigung der einen Stromesrichtung vor der anderen mit der eigenthümlichen Wirkungsweise des Körpers, der die Erscheinung erzeugt hat, in

Beziehung zu bringen. Wie die blossе Angabe des Concentrationsgrades der gebrauchten Lösung einen nur untergeordneten Werth besitzt, wenn man nicht auch die übrigen Nebenbedingungen ausgemessen hat, so wiederholt sich das Gleiche in einem gewissen Grade für die Beschaffenheit der gebrauchten Masse. Obgleich natürlich die Verbindung, die sich durch die Einwirkung erzeugt, von der ursprünglichen Mischung des Markes und der Zusammensetzung der dasselbe ändernden Substanz abhängt, so lehrt doch die Erfahrung, dass hier nicht immer jener rasche Umsatz Statt findet, den wir bei den gegenseitigen Reactionen unorganischer Lösungen antreffen. Tödtet Vitriolöl den in dasselbe getauchten Nerven im Augenblicke, ohne auch nur eine Zuckung hervorzurufen, so hat man eine eben so schnelle Wirkung, wie wenn die Schwefelsäure schwefelsauren Baryt aus einer Chlorbaryumlösung niederschlägt. Das salpetersaure Silberoxyd erzeugt sogleich Hornsilber, so wie es mit einer Kochsalzlösung unter gewöhnlichen Verhältnissen zusammentrifft. Wirkt es auf die Chlorverbindungen des Nerven, so kann es zuerst die Hubhöhen vergrössern, dann stürmische kräftige Zuckungen hervorrufen, die blossе Geschwindigkeit der Verkürzung merklich ändern, die aufsteigende Stromesrichtung vor der absteigenden begünstigen und endlich zuletzt lähmen, mithin eine Reihe der verschiedensten Wirkungen im Laufe einer Zeitgrösse hervorrufen, die zum Nachweise aller dieser Wechsellerscheinungen durch keineswegs beeilte Einzelversuche hinreicht. Die Chemie kennt schon zahlreiche Beispiele, in denen die Reactionen einzelner Körper verdeckt werden, wenn gewisse organische Massen in der Lösung vorhanden sind. Man hat aber bis jetzt einen Punkt nicht verfolgt, auf dessen Anwesenheit die Erfahrungen, die man an dem lebenden Nerven macht, hindeuten, dass nämlich einzelne organische Körper eine Reihe verschiedener Molecularveränderungen innerhalb einer endlichen und oft bedeutenden Zeitgrösse durchlaufen, ehe sich die bleibende Reactionsverbindung erzeugt. Die verdünnte Säure, die auf das Nervenmark wirkt, bringt dieses erst durch eine Anzahl von Zwischenstufen zur Gerinnung. Das Silber des salpetersauren Silberoxydes vereinigt sich nicht ohne weiteres mit den Chlorverbindungen des Nerven zu Hornsilber, sondern erzeugt eine verhältnissmässig langsam fortschreitende Molecularveränderung des Markes trotz seiner grossen Wahlverwandtschaft zum Chlor. Ist die §. 256. aufgestellte Annahme richtig, dass die verschiedene Einwirkung des auf- und des absteigenden Stromes davon herrührt, dass die Molecüle oder die Moleculargruppen

regelwidrige in Bezug auf die Längsachse des Nerven unsymmetrische Formen angenommen haben, die der Triebkraft der einen Stromesrichtung einen grösseren Widerstand, als der der anderen entgegensetzen, so würde die vor der Lähmung eintretende Bevorzugung einer Stromesrichtung nur aussagen, dass die chemische Einwirkung eine vorübergehende oder bleibende Molecularanordnung erzeugt, aus der einseitiger gestaltete Massentheilchen hervorgehen.

§. 1199. Die feinere Wirksamkeit der Empfindungs- in Vergleich zu der den Bewegungsfasern bewährt sich auch für die chemischen Erregungen. Dieselbe Schwefelsäure, die den Nerven ohne unmittelbare Zuckung im Augenblicke der Berührung tödtet, kann Reflexbewegungen und Schmerz bedingen. Der Letztere erhält sich bei den verhältnissmässig schwächsten Einwirkungen, wenn nicht die Masse durch widerstehende Gebilde, wie die Hornsubstanz der Oberhaut, von den Nerven abgehalten wird. Eine Lösung, welche die heftigsten Schmerzen erzeugt, braucht desshalb nicht die mit unseren gegenwärtigen optischen Hilfsmitteln kenntliche Beschaffenheit des Nerven in merklicher Weise zu ändern.

VII. Wirkungen einzelner Gifte auf die Nerventhätigkeit.

§. 1200. Wie die Krankheit keinem scharf gesonderten Zustande entspricht, sondern nur die veränderungsfähige Molecularbeschaffenheit der Gewebe von dem als regelrecht angesehenen Bezirke zu dem krankhaften allmählig oder sprungweise übergeht, so wiederholt sich etwas ähnliches für die Beziehungen der Nahrungsmittel zu den Giften. Unpassende Mengen oder ungünstige von dem Organismus gelieferte Bedingungen können die sonst nützlichsten Einnahmen in schädliche umwandeln. Körper, die zu den heftigsten Giften gewöhnlich gehören, wie der Arsenik, beleben anderseits unter ausnahmsweisen Verhältnissen die Muskel- und Nerventhätigkeiten und fördern die Ernährungserscheinungen. Die Gewohnheit der Einführung kleiner Gaben oder die sogenannte Toleranz kann den Genuss einzelner Gifte, wie des Opiums oder des Morphins minder nachtheilig machen. Es liegt in der Natur der Sache, dass die Mischung eines jeden mikroskopischen Gewebeelementes innerhalb einer gewissen Breite zu wechseln vermag, ohne desshalb krankhaft zu werden,

weil kein starres Gesundheitsschema vorhanden ist. Die uns zu Gebote stehenden stumpfen Erkenntnissmittel machen es immer nur möglich, die Wirkungresultante einer grösseren und zwar meist einer als unendlich gross anzusehenden Summe mikroskopischer Gewebtheile zu verfolgen. Die Einzelnen arbeiten dabei in verschiedener Weise, weil sie, ursprünglich ungleich zusammengesetzt, dieselbe Erregung abweichend beantworten. Der Erfolg einer jeden Einnahme unseres Körpers hängt aber nicht bloss von der Art ihrer hiernach wechselnden Wirkung auf die entsprechenden Gewebelemente, sondern auch von der Zahl und der Bedeutung der letzteren für den Gesamtorganismus ab. Eine geringe Menge eines Stoffes, wie des Strychnin oder des Curare, der die Ganglienkugeln des centralen Nervensystemes entmischt, ist daher gefährlicher, als eine grosse Masse Schwefelsäure, die zunächst nur die Oberflächengebilde der Aussenseite oder der zugänglichen Innenhöhlen des Körpers verkohlt.

§. 1201. Eine unserer nothwendigsten Einnahmen, das Wasser, entfaltet seine günstigsten oder seine zerstörenden Wirkungen, je nach Verschiedenheit der Nebenbedingungen. Der reichliche Genuss nicht allzukalten Wassers erregt Wurmbewegungen des Darmes und erweicht die Inhaltsmassen desselben, wenn es, nicht vollständig aufgesogen, den Nahrungscanal theilweise durchsetzt. In das Blut übergetreten, vermehrt es den Umfang und daher auch die Spannung desselben. Dieser grössere Druck hat aber wiederum eine stärkere Ausscheidung zur Folge. Sie macht sich am lebhaftesten für die Nieren geltend. Die Menge des in den Lungen und vorzugsweise des an der Haut abdunstenden Wassers nimmt wahrscheinlich oft genug ebenfalls zu. Der reichlicher gewordene Harn entführt aber nicht bloss mehr Wasser, sondern auch absolut, wenn auch nicht immer relativ grössere Mengen von Zersetzungserzeugnissen der thätig gewesenen Körpergewebe. Wir haben schon §. 379. gesehen, dass die Entfernung dieser Zerlegungskörper die Ermüdung der Muskeln verkleinert. Da sich wahrscheinlich das Gleiche für die übrigen Gewebe wiederholt, so kann auf diese Art der Wassergenuss die Thätigkeiten derselben mittelbar begünstigen. Enthält das Wasser noch eine Reihe nahrhafter oder passend erregender Stoffe aufgelöst oder beigemennt, so wird seine günstige Wirkung um so eher steigen.

§. 1202. Die blosse Temperaturerhöhung kann schon den Einfluss des getrunkenen Wassers ändern und dasselbe zu einem Mittel machen, das Ekel und Erbrechen erzeugt, die Schweissbildung be-

günstigt und nicht selten erschlaffend eingreift. Man kann grössere Wassermassen in das Blut spritzen, ohne dass irgend wo Ergüsse entstehen. Die Behauptung, dass diese sich schon bei Mengen bilden, die zur Berechnung der Blutmenge aus dem Verdünnungsgrade hinreichen, bestätigt sich in der Erfahrung nicht. Wird aber der Blutdruck so gross, dass die vermehrte Ausscheidung durch die Nieren und die Haut nicht ausreicht, so erzeugen sich Ergüsse in den Körperhöhlen und Oedeme des Bindegewebes an allen Orten, an denen ein verhältnissmässig geringer Gegendruck den Austritt begünstigt. Man kann aber z. B. einem Pferde eine Wassermenge, die $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{12}$ seines Körpergewichtes entspricht, in dem Zeitraume von ungefähr einer halben Stunde in die Drosselvene spritzen, ohne dass deshalb das Thier zu Grunde geht oder selbst nothwendiger Weise ein dauerndes Leiden davonträgt.

§. 1203. Treibt man Wasser von 10 bis 15° C. in den die Herzkammer des Frosches verlassenden Schlagaderstamm so lange ein, bis die grösste Menge des Blutes verdrängt worden und daher die Flüssigkeit fast farblos aus dem geöffneten Sinus hervorquillt, so ziehen sich die Körpermuskeln zusammen und ein anhaltendes Zittern oder Flimmern begleitet den Tod derselben. Diese Erscheinung wiederholt sich noch an Fröschen, in denen die Curarevergiftung die freien Nervenstämme gelähmt hat. Sie fehlt dagegen nach KÖLLIKER nach der Einverleibung von Antiar, wenn selbst die Muskeln noch in geringem Grade reizbar sind. Hängt ein Bein nur durch den Hüftnerven mit dem übrigen Körper zusammen, so bleiben die Muskeln desselben nach WITTICH ruhig, während die des übrigen Körpers zittern. Man kann schon bisweilen ein ähnliches Muskelspiel hervorrufen, wenn man einen frischen Querschnitt des Rückenmarkes mit kaltem Wasser befeuchtet. Entzieht man einem Frosche einen grossen Theil seines Körperwassers, indem man ihn in Kochsalz oder in Zucker setzt, wobei natürlich wiederum eine gewisse Menge dieser Stoffe nach ihrer Lösung in das Blut übergeht, so werden die Thiere zuerst unruhig, sondern eine reichlichere Menge Schleimes an der Haut ab, verlieren später ihre Empfindlichkeit und Beweglichkeit, bis endlich Athmung und Herzschlag still stehen. Das Wasser wirkt örtlich auf die Nerven zerstörender als nicht starke Lösungen indifferenten Körper, z. B. von Kochsalz oder Zucker.

§. 1204. Das in allen Nahrungsmitteln in verhältnissmässig reichlicher Menge enthaltene Kochsalz kann ein zweites Beispiel

der verschiedenartigen Wirkung eines und desselben Körpers liefern. Der mässige Genuss desselben befördert die Ernährungserscheinungen. Wir haben überdiess §. 1172. gesehen, dass sich die Empfänglichkeit des Nerven eines Froschpräparates in einer verdünnten Kochsalzlösung lange erhalten kann. Sie wirkt aber schädlich, wenn sich in ihr der lebende Frosch eine Zeit lang aufhält. Winterfrösche gingen wenige Tage oder Stunden zu Grunde, nachdem ich sie in eine Kochsalzlösung von 2 bis 5⁰/₀ versetzt hatte. Befanden sie sich in einer Lösung von 4,4⁰/₀, so verrieth sich schon die Unbehaglichkeit nach einer Viertelstunde. Sie waren nach drei Stunden todt. Das Rückenmark hatte seine Empfänglichkeit gänzlich und der Hüftnerv dieselbe grösstentheils verloren. Die Augendeckel und die Linsen waren weiss getrübt. Die Bauchhöhle des einen Frosches enthielt eine blutige Flüssigkeit, während sich keine Spur einer solchen in der eines andern vorfand. Die Eingeweide boten nichts Auffallendes dar. Die mikroskopische Untersuchung lehrte, dass die Flimmerbewegung der Mundhöhle fort dauerte, die Bewegungsfähigkeit der Spermatozoiden erhalten war und das Nervenmark den gewöhnlichen negativen, die Muskeln und die nur in ihrer Rindenschicht getrübt Krystalllinse den gewöhnlichen positiven Charakter der Doppelbrechung besaßen. Frösche, die in eine Kochsalzlösung von 2,2⁰/₀ versetzt worden, blieben die ersten 2½ Tage munter, wurden aber am dritten Tage todt gefunden. Ihre Augenlider waren schwach, die Linsen dagegen gar nicht getrübt. Zwei Frösche, die in einer einprocentigen Salzlösung lebten, zeigten keine auffallende Erscheinung innerhalb sechs Tagen, obgleich zuletzt die Dichtigkeit der Lösung auf 1,2⁰/₀ durch die Verdunstung gestiegen war. Das kleinere Thier wurde aber am achten Tage todt gefunden. Die Krystalllinse des Auges war durchsichtig und besass einen entschieden positiven Charakter der Doppelbrechung. Die Haargefässe vieler Muskeln und des Hüftnerven waren mit Blut, wie nach einer künstlichen Einspritzung gefüllt. Dieses, der Darm und der Eierstock lieferten keine irgend bedeutenden Niederschläge mit salpetersaurem Silberoxyd.

§. 1205. Die Linse von Winterfröschen, die in einer vierprocentigen Kochsalzlösung gestorben waren, erschien hell und durchsichtig. KUNDE, BUDGE und KÖHNHORN fanden dagegen, dass sich die von Fröschen, Kaninchen, Katzen und Hunden getrübt hatte, wenn grössere Gaben von Kochsalz innerlich verabreicht worden. Die Fische eines Teiches erblindeten, nachdem eine grössere

Flüssigkeitsmenge aus einer Salzsoole hinzugeflossen war. Versetzt man den Frosch in reines Wasser, so verliert sich die Linsentrübung. Man kann sie übrigens nach KUNDE durch Natronsalpeter eben so gut als durch Kochsalz erzeugen.

§. 1206. Bildet auch eine verdünnte Kochsalzlösung ein besseres Erhaltungsmittel der Nervenkräfte als reines Wasser, so greift doch eine dichtere schädlich ein. Bestreut man den Nerven eines galvanischen Froschpräparates mit Kochsalz, so erhält man oft eine starrkrampfartige, von Muskelflimmern begleitete Zusammenziehung, weil die sich allmählig bildende concentrirte Kochsalzlösung erst nach und nach in den Nerven eindringt. Hat man Muskeln durch den Aufenthalt in Wasser anschwellen lassen, so können sich ihre Bündel verkürzen, wenn man sie mit Kochsalz bestreut. Entfernt man dieses durch neue Wassermengen, so zieht sich die Muskelmasse unter günstigen Verhältnissen abermals zusammen.

§. 1207. Bilden auch die Diffusionserscheinungen die unerlässliche Grundlage einer jeden *Aufsaugung*, so übt doch der *Blutlauf* einen so wesentlichen Einfluss aus, dass die allgemeine Wirkung eines eingenommenen Stoffes von seiner Anwesenheit vorzugsweise abhängt. Die Erfahrung von MAGENDIE und DELILLE, dass man einen Hund durch die Einführung von Upas tieute in eine Fusswunde tödten kann, wenn man alle Theile des Beines bis auf die Schenkelschlagader und die Schenkelblutader getrennt und Federposen statt eines Stückes der letzteren eingeschaltet hat, bewies zuerst in unzweifelhafter Weise, dass die *Aufsaugung* ohne alle Hilfe der Saugadern selbst in den höheren Thieren möglich ist und sogar der beschränkte und nicht ganz natürliche Blutlauf das Gift den Centralwerkzeugen des Nervensystemes zuführen kann. Die Hemmung der *Aufsaugung* durch die Unterbrechung des Kreislaufes (§. 1043.) führt einen Schritt weiter. Sie lehrt, dass die Thätigkeit der Saugadern mit dem Stillstande der Blutbewegung in hohem Grade eingeschränkt wird. Da der auf den Wandungen der kleineren Gefässe lastende Blutdruck grösser als der Gegendruck der in den Maschenräumen der Gewebe enthaltenen Flüssigkeit ist, so gehen in diese Stoffe nach Maassgabe des Druckunterschiedes und der Porosität der Gefässwände über. Die Lymphbewegung müsste schon hierbei gewinnen, wenn selbst die Anfänge der Lymphgefässe vollkommen geschlossen wären. Fallen aber Ernährungsflüssigkeit und Anfangslymphe, wie besonders LUDWIG nachzuweisen suchte, in Eines zusammen, so würde die Ausscheidung aus dem Blute und

der Widerstand, den die Gewebe der Dehnung entgegensetzen, eine Rückenkraft liefern, welche die Lymphe und mit ihr die eingeführten Stoffe anhaltend vorwärts bewegt. Die Unterbrechung des Kreislaufes hebt daher nicht nur die rasche Beförderung der von dem Blute ausgesogenen Stoffe, sondern auch der in die Lymphe übergegangenen Verbindungen auf. Die Verbreitung hängt dann von den Wirkungen der Diffusion ausschliesslich ab. Dieses erklärt es, weshalb Gifte, wie Strychnin, Curare, Antiar, die in die Wunde eines Hinterbeines eingeführt worden, nach der Unterbindung der Aorta unterhalb der Abgangsstelle der beiden Nierenschlagadern im günstigsten Falle bei weitem langsamer, häufig aber auch unvollkommener oder gar nicht wirken, wenn nicht das kreisende Blut die durch Diffusion übergegangenen und weiterverbreiteten Körper auf Seitenwegen, z. B. durch die Bauchdeckenschlagader oder die Anastomosen in dem Wirbelcanale und dem Rückenmarke aufnimmt. Dieselbe Gabe Strychnin, die sonst in wenigen Minuten tödten würde, wirkt oft erst nach einigen Stunden, wenn die Aorta unterbunden worden, und erzeugt bisweilen selbst dann nur vorübergehende Krämpfe.

§. 1208. Wir haben mehrfach gesehen, dass das Galvanometer Aenderungen des Markes anzeigt, die sich durch keines unserer optischen oder chemischen Hilfsmittel verrathen. Die Lebensleistungen aber enthüllen andere Beziehungen, über welche die elektrischen Eigenschaften gar keinen oder nur trügerische Aufschlüsse geben. Feinere Verhältnisse, die sich bei mechanischen, thermischen oder chemischen Eingriffen nicht verrathen, können durch elektrische Reize erkannt werden. Manche Gifte, vorzugsweise die sogenannten betäubenden, bilden ebenfalls zarte Reagentien für die Zustände des Nervensystemes. Besitzen sie auch nicht den Grad von Vielseitigkeit, den die optischen und die elektrischen Prüfungsmittel in mancher Hinsicht haben, so gewähren doch viele von ihnen den Vortheil, dass sie auf die sonst weniger zugänglichen grauen Massen wirken und zugleich feine Fühler der durch die Ernährungszustände der Ganglienkugeln bedingten Fähigkeiten derselben bilden. Das Mikroskop oder andere physikalische Untersuchungen können noch nicht anzeigen, ob und wie sich der Bau der Ganglienkugeln des Rückenmarkes von dem der ähnlichen Elemente des Gehirns unterscheidet. Aendern aber Opium und Blausäure zunächst die Wirkungen der Grosshirnhalkugeln und Strychnin die des Rückenmarkes, so bilden diese Gifte Reagentien für die ungleichen Gesamtergebnisse der Eigenschaften jener verschiedenen Abschnitte des

centralen Nervensystemes. Es kann vorkommen, dass die gewöhnliche Reaction ausbleibt, wenn die Nervenmasse früher schon durch eine andere schädliche Verbindung geändert worden. Ein Thier, das Curare, Opium oder Blausäure erhalten hat, verfällt gar nicht mehr in Strychninkrämpfe oder liefert schwächere Zuckungen, als wenn man keines jener Gifte unmittelbar vorher eingeführt hat.

§. 1209. Einzelne Theile des Nervensystemes und der Bewegungswerkzeuge nehmen nicht selten eine bevorzugte Stellung manchen Giftwirkungen gegenüber ein. Das Blutgefässherz schlägt noch oft, wenn schon die Muskeln und die Lymphherzen der Frösche vollständig gelähmt sind. Strychnin und Opium lassen im Anfange die Thätigkeit der Athemmuskeln fortbestehen. Blausäure oder Curare dagegen lähmt sie um vieles früher. Jene Gifte wirken also auf das verlängerte Mark langsamer als diese. Der Zwerchfellnerv und das Zwerchfell leiden durch Curare weniger, als die übrigen bei der Athmung beteiligten Nerven und Muskeln.

§. 1210. Wie der Zitterfisch den elektrischen Schlag, den er ertheilt, nicht spürt (§. 282.), so scheint auch niemals das Gift eines Thieres diesem selbst schaden zu können. Die Giftschlangen erkranken nach LACEPÈDE nicht durch die Einführung ihrer eigenen Giftmasse. Die Angabe von HALL, dass eine Klapperschlange durch den Biss in ihren eigenen Schwanz gestorben sei, bedarf noch sehr der Bestätigung. Wenn BERNARD behauptete, dass die Einimpfung von Viperngift Vipern tödten könne, so zeugen die Erfahrungen von FONTANA ¹⁾ gegen diesen Ausspruch. Die örtliche Anwendung des Krötengiftes vernichtet nach VULPIAN die Reizbarkeit des Herzens von Fröschen und Tritonen, nicht aber von Kröten. Das Tritongift wirkt in ähnlicher Weise auf das Herz der Frösche und Kröten und nicht auf das der Tritonen.

§. 1211. Viele Körper haben einen bitteren Geschmack, ohne desshalb zu den starken oder zu den Giften überhaupt zu gehören. Es muss aber auffallen, dass ein grosser Theil der dem centralen Nervensysteme feindlichsten Verbindungen einen durchdringend bitteren Geschmack besitzt. Er erhält sich oft bis zu den bedeutendsten Verdünnungen. Da er sich dann bei der Blausäure früher als bei dem Strychnin, dem Curare und dem Morphin verliert, so sieht man, dass er kein unmittelbares Maass der schädlichen Wirksamkeit abgibt.

¹⁾ F. FONTANA, Abhandlung über das Viperngift. Berlin 1787. 4. S. 16.

§. 1212. Wie überall, so sind auch hier die Zahlenbeziehungen allein im Stande, eine genügende Einsicht möglich zu machen.

Da nur diejenige Menge eines Giftes, die in das Blut übergegangen, allgemeine Wirkungen erzeugen kann, so reicht es nicht hin, die eingenommene Gabe zu kennen. Man sollte wissen, wie viel in dem Blute enthalten ist, wenn ein bestimmter Erfolg zum Vorschein kommt, welche Blutmenge das ein Krankheitszeichen erzeugende Organ in demselben Augenblicke in der Zeiteinheit durchkreist, welche Quantität eine chemische Verbindung mit den Trägern der Wirkung eingeht und wie diese vor und nach derselben beschaffen sind. Die Menge des eingenommenen Giftes lässt sich gewissermaassen in Gedanken in drei Theile trennen, einen, der noch nicht aufgesogen ist, wenn schon einzelne Störungen zum Vorschein kommen, einen zweiten, der gewissermaassen nutzlos im Blute kreist, weil er durch Organe tritt, die sich nicht unter dem Einflusse des Giftes ändern und endlich einen wirksamen, der die Leistungsfähigkeit bestimmter Gewebe, vorzugsweise des centralen Nervensystemes, krankhafter Weise ändert. Es will daher wenig sagen, wenn einerseits ANDRAL Kinnbackenkrampf im Menschen durch $\frac{1}{12}$ Gran Strychnin entstehen sah und andererseits DEVERGIE behauptet, dass er $5\frac{1}{2}$ Gran ohne irgend eine Vergiftungsfolge verabreicht habe¹⁾. Die negativen Ergebnisse grosser Gaben von Giften haben ein gerichtlich-medizinisches Interesse. Das der Physiologie und der physiologischen Pathologie dagegen ist vor Allem auf die kleinsten noch wirksamen Mengen gerichtet.

§. 1213. Hat man ein Gift in den Nahrungscanal eingeführt, so können dessen Füllungsmassen einen doppelten Einfluss ausüben. Es ist möglich, dass sich ihre Bestandtheile mit einzelnen des Giftes oder diesem im Ganzen verbinden. Die Lebensgefahr nimmt ab, wenn der neue Körper weniger rasch oder gar nicht aufgesogen wird oder eine minder schädliche Masse bildet. Man weiss aus Versuchen, die an Menschen mit Vorfall der umgestülpten Harnblase angestellt worden, dass im Allgemeinen der leere Magen tropfbar flüssige Verbindungen oder feste, aber lösliche Körper rascher als der gefüllte aufsaugt. Man hat also ein zweites Begünstigungsmittel des glücklichen Ausganges einer Vergiftung, wenn kurz vorher Speisen genossen worden. Das oft auftretende Erbrechen ent-

¹⁾ J. G. A. MÜNNICH, De Veneficio per Strychninum. Berolini 1857. 8. p. 9.

leert einen Theil des Giftes. Es wirkt aber insofern zweideutig, als dann die zurückbleibenden Giftmengen um so rascher aufgesogen werden können. Da der Magen vieler Pflanzenfresser eine gewisse Menge von Nahrungsmitteln zu allen Zeiten enthält, so setzen sie oft der Wirkung der Gifte einen grösseren Widerstand, als die Fleischfresser entgegen. Wir haben überdiess schon §. 851. gesehen, dass der eigenthümliche Bau der Schleimhaut den schützenden Einfluss im Pferde vergrössert. Dasselbe kann sich für andere Theile wiederholen. Es kommt daher vor, dass manche Menschen Gaben von Curare ohne Nachtheil verzehren, die Andere tödten würden. Dieses und die Kakodylverbindungen können bei der Einspritzung in die Lungen eines Säugethieres unwirksam bleiben, während sie ihre giftigen Einflüsse von einer Hautwunde aus rasch entfalten.

§. 1214. Wird ein Gift, das auf bestimmte Theile des centralen Nervensystemes gleich anderen Erregungsmitteln im Anfange reizend und später zerstörend wirkt, allmählig aufgesogen, so kann es sich ereignen, dass das Blut in erster Zeit Gaben zuführt, die noch keine merkliche Wirkung ausüben, wenn sie auch die Beschaffenheit der Ganglienkugeln ändern. Da immer neue Massen mit jedem folgenden Zeittheilchen hinzutreten, so summiren sich die einzelnen Eingriffe, bis endlich die Zeichen der erhöhten Empfänglichkeit zum Vorschein kommen. War die Gabe des Giftes so klein, dass die mögliche Summe die Grenze der tödtlichen Wirkung nicht erreicht, so kann der bei der Fortdauer des Blutlaufes anhaltende Umsatz der Gewebe die allmählige Rückkehr zu den regelrechten Verhältnissen möglich machen. Werden umgekehrt grosse Mengen auf einmal aufgesogen, so entfaltet sich nicht nur die Wirksamkeit des Giftes rascher, sondern die lähmende Wirkung tritt scheinbar von vorn herein ein, wie bei manchen chemischen Reizungen (§. 1164.). Da die Haar-gefässe nur verhältnissmässig kleine Maschenräume zwischen sich übrig lassen, so kann ein durch das Blut zugeführtes Gift die Gesamtmasse des Rückenmarkes oder des verlängerten Markes auf dem Wege der Diffusion rascher durchdringen, als wenn es auf diese Theile äusserlich angewendet wird und die Durchtränkung aus irgend einem Grunde langsamer vor sich geht. Dieser Grund und vielleicht auch chemische Beziehungen zum Blute bedingen es, dass manche betäubende Gifte, wie Strychnin, im Blute zugeführt, die Thätigkeit der grauen Massen des Rückenmarkes schon in den kleinsten Gaben ändern, während sie nach der Unterdrückung des

Kreislaufes und unmittelbar auf die weisse Masse angewendet, bei weitem schwächer selbst im günstigsten Falle wirken.

1. Strychnin.

§. 1215. Die Samen der zu den Apocyneen gehörenden Brechnuss (*Strychnos nux vomica*) oder die sogenannten Krähenaugen und deren Hauptalkaloid, das von PELLETIER und CAVENTOU 1818 entdeckte Strychnin bestätigen die §. 1213. erwähnte Thatsache, dass die Pflanzenfresser die Gifte besser als die Fleischfresser zu vertragen pflegen. Kaninchen und Hühner unterliegen erst verhältnissmässig grösseren Gaben jener schädlichen Körper, als Hunde. Die eigenthümlichen Verhältnisse, welche die Pferde in dieser Beziehung darbieten, wurden schon §. 851. erwähnt. Die Frösche zeichnen sich durch ihre grosse Empfindlichkeit für die Strychninwirkungen vor den Kröten und noch mehr vor den Eidechsen, den Schlangen und den Schildkröten aus. ARNOLD, PICKFORD und MARSHALL HALL fanden schon, dass die Aufsaugung einer nicht grossen Menge einer Lösung, die nur $\frac{1}{1000}$ Gran Strychnin enthält, Starrkrämpfe in Fröschen hervorzurufen vermag. Man benutzt diese daher auch für den Nachweis der kleinsten Giftmengen in gerichtlichen Fällen. TAYLOR gibt an, dass ein Arzt in Folge des Genusses von einem halben Gran Strychnin gestorben sei und CHRISTISON hält diese Gabe für hinreichend, einen Menschen zu tödten, wenn sie in eine Wunde eingeführt worden¹⁾. Die ärztliche Erfahrung lehrt, dass $\frac{1}{4}$ Gran zu einem nicht tödtlichen Opisthotonus führen kann. Manche Kranke aber vertragen verhältnissmässig grosse Strychningaben von Anfang an oder in Folge anhaltenden und allmählig gesteigerten Gebrauches ohne Nachtheil.

§. 1216. Das zweite Alkaloid der Brechnuss, das Brucin, das auch in der falschen Angusturarinde (*Brucea antidysenterica*) vorkommt und hier zuerst 1819 von PELLETIER und CAVENTOU gefunden wurde, wirkt ähnlich, aber nach ANDRAL und MAGENDIE²⁾ 12 bis mehr als 32 Mal schwächer, als das Strychnin. Während

¹⁾ CHRISTISON, Abhandlung über die Gifte. Weimar 1831. 8. S. 884. MÜNNICH a. a. O. p. 9. VAN HASSELT, Handbuch der Giftlehre. Uebersetzt von HENKEL. Bd. I. Braunschweig 1862. 8. S. 261.

²⁾ F. MAGENDIE, Vorschriften für die Bereitung und Anwendung einiger neuer Arzneimittel. Dritte Auflage. Leipzig 1824. 8. S. 11. und 81.

$\frac{1}{8}$ Gran Strychnin hinreichte, einen kräftigen Hund zu tödten, bekam ein ziemlich starkes Thier der Art, dem 4 Gran Brucin gegeben worden waren, heftige Starrkrämpfe, erholte sich aber später vollständig.

§. 1217. So empfindlich auch die grauen Massen des verlängerten Markes und des Rückenmarkes für die Einflüsse des Strychnins sind, so bilden sie doch nicht die einzigen Prüfungskörper, welche die Wirkungen dieses Alkaloides mit grosser Feinheit beantworten. Die dem Strychnin nicht ausschliesslich zukommende Otto'sche Reaction, eine blaue oder eine violette Färbung nach einem Zusatze von doppelt chromsauerem Kali bei Anwesenheit von viel Schwefelsäure zu liefern, und die Davy'sche, bei der man Kaliumeisencyanid oder Bleisuperoxyd statt des Kalichromats gebraucht, können noch $\frac{1}{60000}$ des Giftes verrathen. Kaliumbiiodid erzeugt nach DE VRIJ und VON DER BURG einen braunrothen und Quecksilberiodid einen weissen Niederschlag bei $\frac{1}{50000}$. Eine wässrige Strychninlösung, die $\frac{1}{650000}$ Strychnin enthält, erscheint noch bitter für ein empfindliches Geschmackswerkzeug. Erwägt man, dass $\frac{1}{18000}$ Gran oder ungefähr $\frac{1}{300}$ Milligramm des Giftes hinreicht, einen Frosch von 35 Grm. Körpergewicht in Starrkrämpfe verfallen zu lassen und nach einigen Stunden zu tödten, und $\frac{1}{2}$ Gran oder 32 Milligramm das Leben eines 60 Kilogramm schweren Menschen vernichten kann, so kann man mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Geschmacksnerven, die auch andere bittere Körper in eben so grossen Verdünnungen als das Strychnin erkennen, die Wirkungen sehr kleiner Gaben nicht mit dem Grade von Feinheit auffassen, wie die Ganglienkugeln des Rückenmarkes und besonders die des verlängerten Markes. Bedenkt man aber, dass die Empfänglichkeit der Geruchswerkzeuge für kleine Erregungsmengen viel grösser als die der Geschmacksorgane ist, so wird die beträchtliche Ausdehnung der Wirksamkeit des Strychnins weniger befremden.

§. 1218. Das reine Strychnin löst sich bei 10° C. in 6667 Theilen Wasser, das schwefelsauere dagegen schon in 10 Theilen und das Chlorwasserstoffstrychnin in noch weniger. Das essigsauere Strychnin ist ebenfalls leicht löslich. Man kann daher grössere Strychninmengen durch das gleiche Flüssigkeitsvolumen einführen, wenn man eine dieser Salzlösungen gebraucht. Sehr kleine Gaben erzeugen merkliche Wirkungen erst nach längerer Zeit. Mittlere und grössere stören um so nachdrücklicher, je rascher sie in das Blut übertreten.

Eine Katze, der PUCZNIEWSKI ¹⁾ 2¹/₂ Gran salpetersauren Strychnins in die Drosselblutader gespritzt hatte, verfiel sogleich in Starrkrampf und starb nach wenigen Secunden. Ein Hund, in dessen Brusthöhle eine Strychninlösung gebracht wird, kann in weniger als einer halben Minute von dem tödtlichen Krampfanfalle ergriffen werden. Ordnet man die verschiedenen gewöhnlichen Einverleibungs-orte des Giftes in aufsteigender Reihenfolge der Schnelligkeit und der Grösse ihres gewöhnlichen Einflusses, so erhält man für Säugethiere, Vögel und Frösche: die äussere Haut, der Magen, der Mastdarm, eine Hautwunde, also auch der endermatische Gebrauch, die Bindehaut des Auges, die Lungen ²⁾, die Berührung mit dem Rückenmarke während der Fortdauer des gewöhnlichen Blutlaufes und die Einspritzung in die Drosselvene in der Richtung nach dem Herzen hin.

§. 1219. Lässt man einen Gelähmten kleine Gaben von Strychnin brauchen, so verräth sich oft die Wirkung durch vorübergehende Zuckungen, die in den gelähmten Gliedern früher als in den gesunden aufzutreten pflegen. Dieses und die Starrkrämpfe bei tiefer greifenden Vergiftungen führten zu der Vorstellung, dass das Strychnin nur die Bewegungsthätigkeiten des Rückenmarkes stört. Man huldigte hierbei einer in doppelter Hinsicht allzuengen Auffassungsweise. Obgleich das Strychnin die grauen Bewegungserreger des centralen Nervensystemes vorzugsweise angreift, so lehren doch schon oft Kranke, die kleine Gaben dieses Mittels brauchen, dass sich auch andere Thätigkeiten ändern. Der Appetit wächst in der Regel im Anfange und nimmt später ab. Eine gewisse geistige Unruhe, eine grössere Empfänglichkeit für sonst gleichgültige Sinneseindrücke und Todesfurcht wurden bei durchgreifenderen Strychninwirkungen beobachtet. Verfolgt man die Vergiftungserscheinungen in Säugethiern, z. B. in Kaninchen genauer, so sieht man, dass sich die ersten Spuren der Wirkung nicht in den Muskeln der Gliedmaassen, sondern in denen der Athmungswerkzeuge verrathen. Die Athmung wird rascher. Die Bauchdecken betheiligen sich bei ihr in auffallender Weise. Bedenkt man überdiess, dass der Kinnbackenkrampf dem Starrkrampfe der Gliedmaassen in dem Menschen wie in den Säugethiern voranzugehen pflegt, dass also die Bewegungscentren der

¹⁾ L. PUCZNIEWSKI, De venenis praesertim Cantharidino, Strychnino, Atropino post intoxicationes in sanguine reperiundis. Dorpati 1858. 8. p. 27.

²⁾ J. JEST, Jets over de Werking der Strychnine. Groningen 1858. 8. p. 3.

kleinen Abtheilung des dreigetheilten Nerven früher als die des Rückenmarkes ergriffen werden, so darf man behaupten, dass das mit dem Blute zugeführte Strychnin die Ganglienkugeln des centralen Nervensystemes überhaupt zu ändern sucht. Die fein wirkenden grauen Massen des verlängerten Markes verrathen den schädlichen Einfluss früher als die des Rückenmarkes. Sie können aber später als diese unterliegen. Die von dem Rückenmarke ausgehenden Krämpfe erlöschen daher oft eher als das Leben selbst. Man muss die oft aufgestellte Behauptung, dass das Strychnin zuerst auf das verlängerte Mark und später auf das Rückenmark wirkt, nach dem eben Dargestellten in anderer Weise, als dieses gewöhnlich geschieht, auffassen. Die Schnelligkeit, mit der sich die eingesogenen Körper in dem Blute vertheilen, und die Kürze einer jeden einmaligen Kreislaufsdauer führen zu dem Schlusse, dass kein merklicher Zeitunterschied zwischen dem ersten Augenblicke der Wirkung auf das verlängerte Mark und der auf das Rückenmark vorkommt. Wie die Unregelmässigkeiten der Athmung bei der Erstickungsgefahr früher als die Krämpfe in den Gliedmaassen auftreten, weil das verlängerte Mark zartere Störungen als das Rückenmark beantwortet, so wiederholt sich dasselbe für die Strychninwirkung. Das plötzliche Vorscheissen und das Schreien der Thiere unmittelbar vor dem ersten allgemeinen Krampfanfalle, das man nicht selten beobachtet, bilden wahrscheinlich ebenfalls nur Folgen der Erregung des verlängerten Markes. Die krankhafte Thätigkeit des Rückenmarkes greift aber später sichtlicher durch und kann daher auch durch Erschöpfung früher erlahmen. Da das Gift diejenigen grauen Massen, welche die Tast- und die Schmerzensempfindungen vermitteln, jedenfalls weniger ändert als die, welche die Bewegungen beherrschen, so wird hierdurch ein Unterschied in der Molecularzusammensetzung beider Arten von Substanzen angedeutet.

§. 1220. Wir haben schon §. 626. fgg. gesehen, dass die erhöhte Reflexempfindlichkeit des Rückenmarkes nach den verschiedensten Wirkungen auftritt und nur den Ausdruck der der Lähmung vorangehenden Beweglichkeit der Moleküle bildet. Es ist daher auch nicht gerechtfertigt, eine besondere Gruppe von Giften als *Tetanica* aufzustellen. Das Strychnin zeichnet sich nur dadurch aus, dass es jene grössere Reflexempfindlichkeit mit einer Leichtigkeit und einem Nachdrucke, wie kein anderes bis jetzt untersuchtes Gift erzeugt. Stellt man sich vor, dass die heftigen Bewegungsexplosionen, welche die schwächsten Empfindungserregungen hervorrufen, von

einer grösseren Beweglichkeit der grauen Massen herrühren, so darf man demgemäss annehmen, dass die Strychninpräparate die Ganglienketten mehr auflockern und die Theilchen derselben zu Ortsverrückungen und Schwingungen geneigter machen als alle anderen ähnlich wirkenden Verbindungen.

§. 1221. Hat man sehr kleine Mengen von Strychnin dem Magen oder dem Mastdarm eines Frosches einverleibt oder in dem das Thier umgebenden Wasser aufgelöst, so bemerkt man die erhöhte Reflexempfindlichkeit nach einer Reihe von Stunden und nicht selten erst am folgenden Tage. Sie wächst allmählig, kann länger als einen oder selbst mehrere Tage anhalten und schwindet in der Folge, ohne merkliche Krankheitsspuren zurückzulassen, weil wahrscheinlich das Gift mit dem Harn ausgeschieden wird. Ich stellte ein Mal einen Versuch der Art an einem Frosche an, dem ich $7\frac{1}{2}$ Monate früher die rechte Hälfte des verlängerten Markes durchschnitten hatte. Die Wunden der Haut und des Schädels waren vollständig geheilt. Der Körper blieb aber immer nach der gesunden Seite verkrümmt. Die Geneigtheit, in einem Bogen nach dieser zu springen, hatte sich ebenfalls, wenn auch nicht in so hohem Maasse wie unmittelbar nach der Verletzung, erhalten. Die Strychninkrämpfe streckten den Rumpf, doch nicht so gerade als in gesunden Fröschen.

§. 1222. Vergiftet man ein Säugethier mit mässigen Strychnin-gaben, so bleibt es bisweilen zuerst ruhig, verräth aber eine gewisse Unbehaglichkeit, die nicht bloss von dem bitteren Geschmacke des Giftes herzurühren scheint. Es zeigt sich oft auffallend traurig und athmet etwas unregelmässiger und rascher. Man bemerkt häufig bald darauf einzelne von Wechselkrämpfen der Gesichtsmuskeln her-rührende Bewegungen der Tasthaare, ein Zittern in den verschiedensten Muskeln des Kopfes oder anderer Körpertheile, seltener ein durch den beginnenden Kinnbackenkrampf bedingtes Zähneknirschen. Nimmt die Reizempfindlichkeit noch mehr zu, so schnellt das Thier plötzlich mit oder ohne einen Schrei auf, richtet sich oft steif empor, so dass die Beine gerade wie Stelzen werden und verfällt in einen Krampfanfall, der nicht selten die Muskeln des Rückens früher als die der Gliedmaassen befällt, so dass sich z. B. diese wie bei Fluchtversuchen bewegen, wenn schon der Opisthotonus den Rücken sichtlich ausgehöhlt hat. Schreitet die Vergiftung langsam fort, so vergeht der Anfall, ohne dass das Thier während desselben oder unmittelbar darauf umfällt. Die Athembewegungen

werden auffallend rascher und unregelmässiger und der Herzschlag ungleicher. Ein nächster bald darauf eintretender Krampfanfall ist heftiger als der frühere. Der Opisthotonus erzeugt jetzt eine starke Vertiefung des Rückens und führt den Kopf nach hinten. Der gleichzeitige Kinnbackenkrampf presst den Unterkiefer an die obere Kinnlade und der Starrkrampf der Gliedmaassen streckt diese gerade aus. Hält man dann das Kaninchen an einem Hinterbeine empor, so bleibt sein Körper wagerecht wie eine steife Holzmasse. Die Augen starren unbeweglich. Das Sehloch ist während des Anfalles erweitert und verengert sich in der Regel in den Zwischenpausen der Ruhe. Die Athmung wird immer beschwerlicher. Ein Theil der Athemmuskeln steht in Starrkrampf still, so dass sich nicht selten cyanotische Erscheinungen efinden. Wechselkrämpfe, besonders der Gesichtsmuskeln beschliessen oft den Krampfanfall. Die der Gliedmaassen lösen bisweilen den Starrkrampf ab. Hat man den Unterleib geöffnet oder schimmern die Eingeweide desselben durch das blossgelegte Bauchfell durch, so sieht man, dass Darmbewegungen während der Krampfanfälle einzutreten oder sich dann, wenn sie schon vorhanden sind, zu verstärken pflegen. Die Reflexempfindlichkeit wächst zuerst allmählig bis zu ihrer grössten Höhe, so dass der geringste äussere Reiz, die kleinste Erschütterung, ja das blosses Sprechen des Beobachters einen Krampfanfall des Thieres hervorzurufen vermag. Man bemerkt dabei nicht selten ein periodisches An- und Abschwollen dieser übermässigen Reizbarkeit. Sie nimmt in der Folge und zwar um so eher ab, je häufiger sich die Krämpfe wiederholt haben. Oeftere künstliche Hautreize führen daher rascher zu Lähmungserscheinungen und hindern wahrscheinlich die Rückkehr zu dem Normalzustande, wenn diese noch möglich wäre. Das Thier stirbt in der Regel in einem Anfalle von Starrkrampf, dem Wechselkrämpfe nachfolgen. Die Lähmung des verlängerten Markes bildet die Todesursache. Die Zahl der Krampfanfälle hängt von der Schnelligkeit der Vergiftung ab. Es kommt daher bei grosser Geschwindigkeit derselben vor, dass der Tod schon während des ersten Anfalles eintritt, wenn man selbst nicht das Strychnin in das Blut gespritzt hat, dass das Kaninchen etwas ängstlicher athmet, umfällt und hierauf einen kurzen Starrkrampf und nachfolgende Wechselkrämpfe der Gliedmaassen im Verscheiden darbietet. Die Todtenstarre ergreift oft die erschöpften Muskeln später und mit geringerer Stärke. Sie liefert aber keine sicheren Kennzeichen der Strychninvergiftung.

§. 1223. Aehnliche Erscheinungen kehren in dem Menschen wieder. Der anhaltende Gebrauch kleiner Gaben kann ein periodisches Schwächegefühl, Ameisenlaufen, Ueberempfindlichkeit und Sinnestäuschungen ausser den schon §. 1219. erwähnten Empfindungsstörungen herbeiführen. Die Aenderung des Pulsschlages und die Vermehrung der Schweissbildung oder der Harnabsonderung, die man hin und wieder antraf, fehlen in vielen Fällen. Einzelne Zuckungen, zuerst in den gelähmten und dann in den gesunden Gliedmaassen, bezeichnen den Uebergang der ersten in die zweite Vergiftungsstufe.

§. 1224. Entwickelt sich diese bei mittleren bis grösseren Gaben langsamer, so können zuerst Gefühle der Einschnürung in dem Schlunde, dem Magen oder der Oberbauchgegend überhaupt, Unbehaglichkeit, Uebelkeit, Ekel, Schauerempfindungen, Sehnenhüpfen und Zähneknirschen bemerkt werden. Der Eindruck eines plötzlichen Schauers oder ein eigenthümliches Gefühl schmerzhaften Dahinschiessens, wie es ein elektrischer Schlag erzeugt, begleitet die hin und wieder rasch auftretenden allgemeinen Zuckungen. Nimmt hierauf die Reizempfindlichkeit zu, so führt die geringste Erregung eines Hautnerven zu einem Krampfanfalle, bei dem die Kinnlade heraufgezogen wird und daher das Oeffnen der Mundspalte, das Sprechen und das Schlucken gehindert bleiben, die starren Muskeln des Nackens den Kopf rückwärts ziehen, die des Rückens die Wirbelsäule nach hinten aushöhlen und die der Gliedmaassen diese steif strecken. Die oberen Extremitäten bleiben bisweilen länger verschont als die unteren. Die Athmung verlangsamt sich und stockt für Augenblicke gänzlich. Die einzelnen Abschnitte des Nahrungscanals und wahrscheinlich noch andere Unterleibseingeweide bewegen sich ebenfalls. Darmgase, Kothmassen oder Harn können auf diese Weise ausgetrieben werden und die Zusammenziehungen der Gebärmutter eine Fehlgeburt herbeiführen. Wollustgefühle, Steifung der Ruthe oder des Kitzlers wurden ebenfalls bemerkt. Die Klarheit des Bewusstseins erhält sich während und zwischen den einzelnen Krampfanfällen. Haben sich auch diese eine Reihe von Malen wiederholt und ist selbst ein cyanotischer Zustand während derselben in Folge der Athmungsstockung eingetreten, so kann doch der Mensch am Leben bleiben. Die Krampfanfälle verlieren sich dann. Sie nehmen dabei häufig an Stärke nach und nach ab. Wirkte das Strychnin nachdrücklicher ein, so bleiben Mattigkeit, Schwäche und Halblähmung in den Gliedern, Hautjucken und geistige Abgeschlagenheit eine Zeit lang zurück.

§. 1225. Sind grössere Giftmengen in das Blut übergegangen, so wird der Kranke unruhig und ängstlich. Er klagt über unangenehme Gefühle im Kopfe, in den Kaumuskeln, dem Nacken und den Gliedern. Alle bei mässigen Gaben vorkommenden Empfindungen können in verstärktem Maasse auftreten. Die Krampfanfälle zeichnen sich durch ihre Heftigkeit aus. Der blasse Kranke wirft sich in den Zwischenzeiten hin und her. Die Aengstlichkeit prägt sich in dem Gesichtsausdrucke, der Stimme, dem Wechsel des Begehrens, der Unzufriedenheit und der Bitte um Hilfe aus. Wie die Anfälle von Kinnbacken-, Rücken- und Gliederkrämpfen stärker werden, so stockt auch die Athmung immer mehr. Es bläuen sich die Theile, durch deren zarte Haut Blutgefässe schimmern. Schaum tritt bisweilen zum Munde heraus, kalter Schweiss quillt besonders am Gesichte hervor. Das stark erweiterte Sehloch antwortet nicht mehr auf Lichtreize der Netzhaut. Das Herz schlägt schwächer und unregelmässiger. Die Sinneseindrücke und das Bewusstsein verlieren an Klarheit. Ein solcher auch noch so heftiger Anfall kann sich wiederum beruhigen. Ein neuer nach Kurzem folgender tödtet in der Regel. Der Mensch stirbt seltener in der Zwischenzeit der Ruhe. Der Wechsel von Starrkrämpfen und Muskeler schlaffung wiederholte sich eine Reihe von Malen in der Mehrzahl der bis jetzt veröffentlichten, den Menschen betreffenden Strychninvergiftungen. Man darf aber nach den Erscheinungen, die man an Thieren beobachtet, erwarten, dass der Tod während der ersten Zuckungen einzutreten vermag. Die Vergiftungszeichen können sich schon nach einer oder nach wenigen Minuten verrathen und der Tod ihnen nach nicht ganz fünf Minuten oder nach einigen Stunden folgen. Ein Vergifteter, der sehr grosse Gaben von Opium bekam, starb nach ORFILA erst nach 79 Stunden. Die Starrkrämpfe bewirken wahrscheinlich auch hier, dass die Wärme des Leichnames eine Zeit lang steigt und später heruntergeht (§. 950.).

§. 1226. Spritzt man eine Strychninlösung in die Schlagader eines abgelösten Gliedes eines Säugethieres, so wechselt deshalb die Empfänglichkeit der Nerven und der Muskeln nicht. Greift ihre freie Säure oder ihr Wasser nicht schädlich ein, so ändert ihre örtliche Anwendung weder die Reizbarkeit der Nerven oder der Muskeln, noch die Bewegungen der Flimmerhaare oder der Spermatozoiden. Hat man das Rückenmark eines Säugethieres zerstört, so fehlen die Strychninkrämpfe der Gliedmaassen und die lebhaften Darmbewegungen. Die eigenthümlichen Wirkungen des Giftes rühren

also nicht von den örtlichen Einflüssen auf die Nervenfasern oder die Ganglienkugeln des peripherischen Nervensystemes her.

§. 1227. Man erhält die Reflexkrämpfe in Fröschen, deren Gehirn man vor der Vergiftung entfernte. Die Ausrottung des verlängerten Markes führt zu denselben Erscheinungen bei nicht zu niedriger Wärme der Umgebung. Hat man die hintere Rückenmarkshälfte eines Frosches oder eines Säugethieres zerstört, so erzeugt das Strychnin Krämpfe in den Vordertheilen des Körpers, nicht aber in den Hinterbeinen. Der eigenthümliche Einfluss desselben rührt also nur von dem verlängerten Marke und dem Rückenmarke her. Wurden die weissen Hinterstränge quer durchschnitten und in einer gewissen Längsstrecke losgetrennt und befeuchtet man ihre Oberfläche mit der Strychninlösung, so bleibt der Starrkrampf aus oder zeigt sich später als gewöhnlich, wenn die Diffusion die Flüssigkeit weiter in die Tiefe verbreitet. Theilt man das ganze Rückenmark der Quere nach und befeuchtet den Querschnitt oder den centralen Theil desselben mit der Strychninlösung, so erscheinen die Krämpfe nach nicht zu langer Zeit. Hat man die sämmtlichen hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven eines Frosches vor der Strychninvergiftung durchschnitten, so fehlen die Starrkrämpfe nach jeder Art von Hautreizen. Die Behauptung, dass sie auch in dem unversehrten Thiere ausbleiben, wenn man alle äusseren Erregungen vermeidet, ist nicht allgemein richtig, weil sie auch durch innere Reize, die z. B. den Darm treffen, reflectorisch erzeugt werden. Sind die hinteren Nervenwurzeln des Hinterbeines eines Frosches oder eines Säugethieres getrennt worden, so ruft ein auf die empfindungslosen Theile wirkender Druck keine allgemeinen Reflexkrämpfe hervor. Die Muskeln des kranken Gliedes betheiligen sich aber an den allgemeinen Starrkrämpfen, welche die Erregung irgend eines anderen empfindlichen Hautbezirkes herbeiführt.

§. 1228. Die von VAN DEEN und vorzugsweise von STILLING am Frosche angestellten Untersuchungen lehrten, dass sich die gewöhnlichen Gesetze der Reflexbewegungen auch nach den Strychninvergiftungen geltend machen. Hat ein vollständiger Querschnitt das Rückenmark an einer beliebigen Stelle in zwei Stücke gesondert, so betheiligen sich dessenungeachtet alle vier Gliedmaassen und die Athemmuskeln bei den Krampfanfällen. Zerstört man das Rückenmark bis auf einen nicht allzu kurzen, an einer beliebigen Stelle gelegenen Abschnitt und vergiftet hierauf den Frosch mit Strychnin, so befällt der Starrkrampf nur diejenigen Muskeln, die von dem un-

versehnten Rückenmarksstücke abhängen. Man kann alle Einzelversuche, welche die Beziehungen der grauen Massen des Rückenmarkes zu den Bewegungserscheinungen klar machen, mit Erfolg wiederholen, wenn man die durch Strychnin bedingten Reflexkrämpfe zur Erläuterung benutzt.

§. 1229. Das Gift wird unter den gewöhnlichen Verhältnissen an irgend einer Körperstelle aufgesogen und dem centralen Nervensysteme in dem Blute zugeführt. Da die graue Masse reicher an Haargefässen, als die weisse ist, so empfängt sie auch eine verhältnissmässig grössere Strychninmenge. Der Mangel des Blutlaufes hebt aber die Vergiftung nicht nothwendiger Weise auf. Man kann noch die Starrkrämpfe in enthaupteten Fröschen erhalten, wenn man die hintere Querschnittsfläche des verlängerten Markes oder des Rückenmarkes oder die Hinterseite des letzteren mit einer Strychninlösung befeuchtet, nachdem man das Herz entfernt und so den Kreislauf unterdrückt hat. Das Gift hat eine um so längere Zeit zur Entfaltung seiner Wirkung nöthig, der Erfolg kann um so kleiner ausfallen und daher auch um so eher ausbleiben, je sorgfältiger die Blutgefässe, die zu dem Rückenmarke gehen, getrennt worden. Diese Erscheinungen haben einen doppelten Grund. Das Gift verbreitet sich durch die Diffusion langsamer, als durch den Kreislauf. Der Mangel der Blutbewegung ändert überdiess die Molecularbeschaffenheit der Ganglienkugeln. Man kann sich hieraus erklären, wesshalb BROWN-SÉQUARD und BONNEFIN die Starrkrämpfe ausbleiben sahen, wenn sie alle (zugänglichen) kleinen Schlagadern des Rückenmarkes unterbunden hatten und HARLEY zu demselben Ergebnisse gelangte, so wie er einen längeren Bezirk des Rückenmarkes der Frösche und der Kröten von allen Seiten getrennt und eine Lösung von essigsauerem Strychnin in eine Längsspalte des gesonderten Abschnittes eingeführt hatte. Die Vergiftungszeichen fehlten noch in dem zweiten Falle in Fröschen und Kröten nach zwei Stunden und in einer jungen Katze nach 22 Minuten. Hatte dagegen HARLEY die Aussenfläche der Schenkelblutader einer anderen Katze mit der Strychninlösung betupft, so fanden sich die Starrkrämpfe schon nach $\frac{7}{4}$ Minuten ein.

§. 1230. Wendet man das Strychnin auf eine blossgelegte Stelle des Rückenmarkes des Frosches nach der Entfernung des Herzens an, so sieht man bisweilen, dass sich die erhöhte Empfänglichkeit zuerst in den Muskelgruppen einfindet, deren Bewegungsnerven kurz vorher in die von dem Strychnin zunächst erreichten

Bezirke der grauen Massen eingetreten sind. Die gesonderten Wirkungen verrathen auch hier die schon unter regelrechten Verhältnissen kenntliche wechselseitige Unabhängigkeit der einzelnen Hauptgruppen der Ganglienkugeln des centralen Nervensystemes.

§. 1231. Aderlässe verzögern nach VIERORDT und KAUPP den Eintritt der Strychninkrämpfe in Kaninchen. Da dann mehr Lymphe und Ernährungsflüssigkeit in die Blutgefässe übertritt, so gelangt auch eine reichlichere Menge einer an irgend einer Körperstelle befindlichen Strychninlösung während einer Zeiteinheit in die Blutmasse. Es ist nicht wahrscheinlich, dass eine entsprechende Abnahme der Kreislaufsdauer diese stärkere Zufuhr des Giftes zu dem centralen Nervensysteme ausgleicht¹⁾. Das wässrigere oder überhaupt verdünntere Blut erzeugt vermuthlich den Unterschied. Man kann sich vorstellen, dass es die Ernährungsverhältnisse und daher auch die Molecularbeschaffenheit der Ganglienkugeln des Rückenmarkes so ändert, dass diese weniger empfänglich werden und die Starrkrämpfe daher erst bei grösseren Gaben oder, was hier das Gleiche ist, nach längerer Zeit zum Vorschein kommen.

§. 1232. HARLEY²⁾ fand, dass Blut, dem eine kleine Quantität von Strychnin oder Brucin beigemennt worden, weniger Sauerstoff aus der umgebenden Luft aufnimmt und eine geringere Menge von Kohlensäure ausscheidet. Die Abnahme des allen Geweben nothwendigen Oxydationsprocesses reicht aber nicht hin, von den einzelnen Vergiftungserscheinungen Rechenschaft zu geben. Das Brucin, das viel schwächer wirkt (§. 1216.), lieferte überdiess fast die gleichen Störungen des Gaswechsels des Blutes, wie das Strychnin.

§. 1233. Man hat auch angenommen, dass nicht dieses Alkaloid an und für sich, sondern erst eine noch unbekannte Verbindung desselben mit dem Blute schädlich eingreift. Es beruhte auf einem Missverständnisse, wenn man desshalb die Möglichkeit der Starrkrämpfe bei blosser Anwendung des Strychnines auf das Rückenmark läugnete. Stossen auch die positiven Ergebnisse auf grössere Schwierigkeiten, nachdem der Blutlauf vollständig aufgehoben worden, so fehlen sie doch nicht in allen Fällen. Da aber immer die Nervenwurzeln unversehrt bleiben müssen und eine gewisse Blutmenge in

¹⁾ C. VIERORDT, Die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes. Frankfurt a/M. 1858. 8. S. 178.

²⁾ G. HARLEY, On the direct Action of Strychnine upon the Spinal Cord. London 1856. 8. p. 10. 11.

den Haargefässen des Rückenmarkes zurückgehalten wird, so kann auch das Gelingen des Versuches nicht dagegen zeugen, das erst die Verbindung mit einem Bestandtheile des Blutes das Strychnin giftig mache. Die gegenwärtigen Erfahrungen reichen zu einem sicheren Beweise oder einer scharfen Widerlegung dieser Ansicht nicht hin.

§. 1234. Die Versuche, die man mit dem Blute vergifteter Thiere anstellt, können verschiedene Ergebnisse hier, wie bei anderen schädlichen Verbindungen geben. Man findet bisweilen, dass es Starrkrämpfe in einem zweiten Geschöpfe erzeugt. Das Gegentheil kommt aber ebenfalls vor, wenn selbst grössere Gaben einverleibt worden. Führt PUCZNIEWSKI das Blut des rechten Herzens und der unteren Hohlvene der §. 1218. erwähnten Katze, welche die Einspritzung von $2\frac{1}{2}$ Grm. Strychnin in die Drosselblutader nach wenigen Secunden getödtet hatte, in Frösche ein, so blieb die Vergiftung aus. Die Erklärung, dass die eingeführten Blutmengen zufälliger Weise kein Strychnin enthielten, hat die Erfahrung gegen sich, dass Blutproben von Thieren, die erst längere Zeit nach der Vergiftung gestorben sind, in denen also eine innigere Mischung Statt gefunden, anderen Thieren nicht nothwendiger Weise schaden. Wie das Eiweiss manche Reactionen unorganischer Körper verdeckt, so könnte hier etwas ähnliches für das Strychnin und einzelne Bestandtheile des zeretzten Blutes wiederkehren.

§. 1235. So häufig auch die Strychninkrämpfe mit dem grössten Nachdrucke und zu wiederholten Malen auftreten, so gibt es doch eine Reihe von Nebenbedingungen, die sie in hohem Grade herabsetzen oder gar nicht zum Vorschein kommen lassen. Man hat dieses zunächst bei manchen Temperaturverhältnissen. Die örtlichen thermischen Misshandlungen der Nerven (§. 1080 fgg.) zeigten uns, dass es einen niederen und einen höheren Wärmegrad gibt, bei dem die Nervenwirkungen ausbleiben, wenn sie auch noch nicht völlig unmöglich sind, sondern nach einem passenden Temperaturwechsel von Neuem zum Vorschein kommen. Diese Norm kann sich auch für das Rückenmark und das verlängerte Mark von Thieren, die mit Strychnin vergiftet worden, geltend machen. LONGET¹⁾ bemerkte, dass ein kleiner Abschnitt des Froschrückenmarkes in wärmerer Jahreszeit hinreichte, die Reflexkrämpfe des Strychnins hervorzurufen. Sie blieben dagegen in Winterfröschen aus, wenn

¹⁾ F. A. LONGET, *Traité de Physiologie*. Tome II. Paris 1850. 8. p. 113.

man nur das verlängerte Mark entfernt hatte. KUNDE¹⁾ sah, dass ein Frosch, der von Strychninkrämpfen ergriffen worden, sie bei einem anderen Wärmegrade verlieren und die gewöhnlichen Verhältnisse darbieten kann. Man hat z. B. den Starrkrampf nur bei 31° C., nicht aber bei 16° C., bei 16° C. und nicht bei 1° C. Hält man das Thier in einer Luft von 1° C. oder legt es auf Eis, so kann die Geneigtheit zu den Reflexkrämpfen länger als 14 Tage anhalten. Sie verliert sich in der Zwischenzeit in kürzester Frist, wenn man den Frosch in eine höhere Wärme versetzt und kehrt bei dem Aufenthalte in der Kälte abermals wieder. Hatte KUNDE zwei Katzen desselben Wurfes mit der gleichen Gabe von Strychnin vergiftet, so dass die Starrkrämpfe auftraten, so starb das eine Thier bald nachdem es in eine Wärme von 16° bis 19° C. gebracht worden. Das andere, das in einer solchen von 40° bis 45° C. verweilte, kehrte zu den regelrechten Verhältnissen nach Kurzem zurück. Die Gabe des Strychnins übte einen wesentlichen Einfluss auf diese Temperaturwirkungen aus. Bleibt sie klein, so beseitigt nach KUNDE die Wärmezufuhr den Starrkrampf, während ihn die Kälte hervorruft. Grössere Giftmengen führen zu der entgegengesetzten Beziehung.

§. 1236. Der elektrische Strom bildet ein zweites Mittel, die Strychninkrämpfe zu unterdrücken. KUNDE, VAN DEEN und ich konnten sie durch passende beständige Ströme oder die Schläge des Magnetelektromotors zum Schweigen bringen. Sie wiederholten sich aber nach dem Aufhören der elektrischen Wirkung.

§. 1237. Es wurde schon §. 1229. erwähnt, dass der Mangel des Blutlaufes den Eintritt der Vergiftungszeichen verlangsamt und die Stärke der Wirkung herabsetzt. Hatte KUNDE die Wirbelsäule eines Frosches geöffnet, einige Tropfen einer salpetersauren Strychninlösung auf das Rückenmark gebracht und gleichzeitig das Herz zusammengedrückt, so erschienen keine Starrkrämpfe. Das Thier wurde aber von ihnen ergriffen, so wie man das Herz freigab. Waren sie schon in Folge der Strychninwirkung eingetreten, so konnte sie KUNDE durch das Zusammendrücken des Herzens beseitigen.

§. 1238. Hatte TODD einen Hund, ein Kaninchen oder ein Meerschweinchen mit Strychnin vergiftet, so hörten die Starrkrämpfe

¹⁾ KUNDE, Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. Bd. VIII. 1857. S. 175. 176., und Virchow's Archiv. 1860. Bd. XVIII. S. 357—360.

während der Aetherisation auf und kehrten nach derselben wieder. Man konnte den Versuch mehrere Male mit demselben Erfolge wiederholen und hierdurch das Leben des Thieres, wie es scheint, verlängern. Ich war noch im Stande, die erhöhte Reflexempfindlichkeit hervorzurufen, wenn ich Strychninlösungen in den Mastdarm ätherisirter Frösche einführte. Brachte MATKIEWICZ ¹⁾ Kochsalzkrystalle auf die Durchschnittsfläche der Sehhügel von Fröschen, die mit Strychnin vergiftet worden, so verschwanden der Starrkrampf und die erhöhte Reflexempfindlichkeit in kurzer Zeit. Sie erschienen aber später wieder, wenn auch die Krystalle liegen blieben.

§. 1239. Eine Stufe der Lähmung folgt auf die der erhöhten Reizbarkeit bei den Strychninvergiftungen, wie bei vielen anderen Nervenwirkungen. Man beschleunigt den Eintritt der Erschöpfung, wenn man die Empfindungsnerven zur Zeit der wachsenden oder zu der der grössten Empfindlichkeit zu oft reizt. Sind aber die Ganglienkugeln von vorn herein aus irgend einem Grunde so beschaffen, dass sie leichter erlahmen, so können grosse Strychningaben schon mit dem ersten Krampfanfalle oder selbst ohne alle Starrkrämpfe tödten. Wenn im Allgemeinen kleine, junge oder schwächliche Säugethiere nach der Einführung mittlerer oder beträchtlicher Strychningaben in den Magen, den Mastdarm und besonders nach der Einspritzung in das Blut schneller unterliegen, so hängt dieses wahrscheinlich von der leichteren Zerstörbarkeit der für die Lebensthätigkeiten nöthigen Mischung ihrer Ganglienkugeln im Vergleich zu denen der älteren und kräftigeren Geschöpfe ab. Es wäre zu untersuchen, ob sich nicht etwas Aehnliches für Trunkbolde, Opiumraucher oder Opiumesser und überhaupt für Menschen mit zerrüttetem Nervensysteme wiederholen kann. Die Entdecker des Strychnins, PELLETIER und CAVENTOU ²⁾ wussten schon, dass Opium oder Morphin die Wirkung des Giftes herabsetzt. Curare kann die Strychninkrämpfe in den Säugethieren beseitigen und eine vorübergehende Vergiftung mit verdünnter Blausäure das Auftreten derselben verhüten (§. 1208.). CHRISTISON betrachtet es als ein günstiges Zeichen, wenn ein Mensch, der ein Krähenaugenpräparat genommen hat, von keinen Starrkrämpfen in den ersten zwei Stunden befallen wird. Das Leben bleibt dann wahrscheinlicher Weise erhalten.

¹⁾ MATKIEWICZ in Henle und Pfeufer's Zeitschrift. Dritte Reihe. Bd. XXI. 1864. S. 256.

²⁾ E. H. HARTUNG, De alcaloideis. Berolini 1827. 8. p. 57.

VAN HASSELT¹⁾ fand nur eine einzige Ausnahme bei dem Studium der in der Literatur verzeichneten Fälle. Der Starrkrampf trat hier sogar erst nach drei Stunden ein. Der Kranke war aber ein Opiumesser, in dem vielleicht der Einfluss der durch das Opium erzeugten Veränderungen die Wiederherstellung begünstigte. Die Beziehungen des Strychnins zu dem Curare und die oft behauptete Gegenwirkung beider werden uns bei der Betrachtung des Curare beschäftigen.

§. 1240. Die Erfahrungen, die ich dadurch gewann, dass ich die mittelst der elektrischen Erregung des Hüftnerven erzeugten Muskelcurven zu verschiedenen Zeiten der Strychninvergiftung aufschreiben liess, lehrten²⁾, dass noch eine zweite Art von Bewegungsstörung, die stürmische Zuckung ausser der übergrossen Empfänglichkeit vorkommt. Sie verräth sich dadurch, dass die elektrische Reizung des mit dem Rückenmarke verbundenen Hüftnerven eine Reihe gesonderter Zusammenziehungen statt einer einzigen Schliessungszuckung; eine Anzahl wechselnder Erhebungen und Senkungen statt eines stetigen Emporsteigens der Muskelcurve oder eine rasche Vergrösserung der Hubhöhe, eine nachfolgende anhaltende Gleichheit der Verkürzungsgrösse und eine schnelle Erschlaffung oder endlich nur eine kurze Dauer der gesamten Zusammenziehung zur Folge hat. Diese Erscheinungen gehen häufig der übergrossen Reflexempfindlichkeit voraus. Ihre Stärke hat schon oft bedeutend abgenommen, wenn die Reflexkrämpfe am leichtesten auftreten. Diese können auch zum Vorschein kommen, ohne dass die Stufe der stürmischen Zuckungen vorangegangen ist. Die Letzteren zeigen sich nicht bloss nach der Oeffnung der Kette, wo sie den §. 1120. erwähnten Oeffnungsklonus bilden würden, sondern auch nach dem Schlusse derselben. Da die Strychninvergiftung die Norm des Zuckungsgesetzes des lebenden Nerven, also auch das Uebergewicht der Schliessungszuckung, so lange das Nervenmark nicht durchgreifender verändert worden, fortbestehen lässt, so ereignet es sich häufig, dass die stürmischen Zuckungen nur bei dem Schlusse und nicht bei der Oeffnung der Kette auftreten. Eine passende Abgleichungsgeschwindigkeit eines aufsteigenden Stromes erzeugte die Reflexkrämpfe leichter als die eines absteigenden. Dieselbe Norm gilt auch für die Hemmung derselben durch anhaltende

¹⁾ VAN HASSELT, a. a. O. S. 263.

²⁾ Siehe das Nähere in: Die Zuckungsgesetze des lebenden Nerven. S. 126. 139. 140.

stärkere Ströme. Der elektrische Schlag, der den Hüftnerven trifft, kann gleichzeitig eine stärkere oder eine schwächere stürmische Zuckung in dem entsprechenden Hinterbeine und einen heftigen Anfall von Wechsel- oder Starrkrämpfen in dem der anderen Seite hervorrufen.

§. 1241. Vergiftet man einen Frosch mit einer unter die Rücken- haut gebrachten, nicht zu grossen Gabe von Strychnin, so stösst man zuerst auf einen Zeitraum, in dem die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nerven-erregung vergrössert erscheint. Sie sinkt später immer mehr mit der Abnahme der Empfänglichkeit. Die Dauer der latenten Reizung hatte schon in einem meiner Froschversuche um das Vierfache zugenommen, wenn noch Hautreize schwache Reflexbewegungen erzeugten.

2. Curare.

§. 1242. Wie die Pfeilgifte überhaupt mit der Mannichfaltigkeit der Wohnorte der Wilden und den ihnen zu Gebote stehenden Pflanzen oder Thieren wechseln, so scheint dieses besonders von derjenigen Gruppe derselben zu gelten, die man unter den Namen des Curare, Curari, Woorali, Urali, Woorara, Vorara, Woorary oder Urari im Handel kennt und von denen ein Theil zuerst 1595 von WALTER RALEIGH nach Europa gebracht wurde. Manche Forscher nehmen an, dass sich alle diese Benennungen auf ein und dasselbe Pfeilgift beziehen. Andere ¹⁾ dagegen unterscheiden das zu physiologischen Versuchen gewöhnlich dienende Urari oder Woorara von einem anderen Curare oder Curara. Die Indianer brauchen für jenes das Wort Urari.

§. 1243. Während HUMBOLDT, MARTIUS und SCHOMBURGK das Curare von Esmeralda von Strychneen, dem Urari der Indianer oder Strychnos toxifera, dem Yakki oder Str. Schomburgkii, dem Arimaru oder Str. cogens und Str. Guyanensis und einigen nicht näher bestimmten Pflanzen herleiten ²⁾, gibt WATERTON an, dass zwei Arten von Ameisen und die Giftzähne von Schlangen für die Herstellung des Curare benutzt werden. GOUDOT erzählt, dass die menschenessenden Wilden an den Ufern des Orenoko, des Rio negro

¹⁾ VAN HASSELT-HENKEL, a. a. O. Bd. I. S. 278. 279.

²⁾ Die der Rinde und des Bastes beraubten Sprossen von Strychnos toxifera werden nach SCHOMBURGK in verhältnissmässig grösster Menge genommen. Setzt man sie gleich Eins, so betragen die Quantitäten der hinzugefügten Str. Schomburgkii und cogens nur je $\frac{1}{8}$.

und des Amazonasstromes den Inhalt von Giftdrüsen von Schlangen in den eingedickten Saft der mit dem Namen Curari bezeichneten Liane tropfen. Das unter dem erregenden Einflusse der künstlichen Wärme reichlicher hervorquellende Absonderungserzeugniss der Haut einer Kröte bildet nach ROULIN eine Masse, die eingedickt und als Pfeilgift benutzt dieselben Einflüsse wie das Urari ausübt¹⁾. Das in neuerer Zeit zu physiologischen Versuchen und zur Heilung von Krankheiten gebrauchte Curare kam von Guyana oder von den Ufern des Amazonasstromes. Seine Wirkungen unterscheiden sich so sehr von denen des Strychnins, dass dieses, wenn es auch in ihm wegen des Gebrauches der Strychneen bei der Zubereitung vorkommt, die Erfolge nicht genügend erklärt. HEINTZ betrachtet einen gelben indifferenten Extractivstoff und BOUSSINGAULT und ROULIN, sowie PELLETIER und PETROZ das hornartige, blassgelbe und hygroskopische Curarin, das aber wahrscheinlich keinem scharf gesonderten organischen Stoffe entspricht, als den wirksamen Bestandtheil des Urari.

§. 1244. Ein von einem gewöhnlichen Curarepfeile getroffenes Thier sinkt nach Kurzem zusammen und stirbt nach wenigen Sekunden oder Minuten. Die Wilden verzehren sein Fleisch ohne Nachtheil. Sie schneiden höchstens den Bezirk der Verwundungsstelle aus. Es gibt aber auch schwächer wirkende Pfeile (Destemplado), die nur gebraucht werden, Affen und kleinere Thiere des Fanges wegen zu betäuben.

§. 1245. Bringt man Curare unter die Haut eines Säugethieres, eines Vogels oder eines Frosches, so stirbt das Thier rasch, selbst bei dem Gebrauche sehr kleiner Gaben. Diese müssen hingegen viel bedeutender ausfallen, wenn das Gift nach der Einführung in den Magen tödten soll. Manche Menschen sollen sich auch an den täglichen Genuss einer Curarepille ohne Schaden gewöhnen können. Man muss sich jedoch hüten, allgemeine Regeln über die Flächen, welche ein Gift zurückweisen, aufstellen zu wollen, weil die Durchgangsfähigkeit einer thierischen Haut oder deren Gegentheil von der augenblicklichen Mischung derselben und den Körpern, welche die schädliche Masse einhüllen, wesentlich abhängt. BERNARD und PELOUZE fanden nicht bloss den Magen, sondern auch die Bindehaut,

¹⁾ Vgl. CLAPARÈDE, Archives des sciences physiques et naturelles. Nouvelle Période. Tome III. 1858. p. 25—30. VAN HASSELT-HENKEL, a. a. O. Bd. I. S. 277. und 281. A. DIEU, Histoire du Curare. Strasbourg 1863. 4. p. 1—11. und p. 40—42.

die Schleimhäute der Nase und der Harnblase von Hunden unwirksam oder stiessen wenigstens auf ein sehr träges Aufsaugungsvermögen derselben. Das Curare tödtete dagegen rascher durch den Mastdarm und sehr schnell durch die Lungen. Viele andere Forscher dagegen und selbst BERNARD in seinen späteren Versuchen sahen kraftvolle Vergiftungswirkungen nach der Einführung in den Magen. Die Vermittelung aller übrigen genannten Organe kann ebenfalls zum Tode führen. Die Aufnahme durch die Haut hängt von der Grösse ihres Durchdringungsvermögens ab. Ein Curarebad tödtet daher rascher bei dünner als bei dickerer Oberhaut.

§. 1246. Die Thiere sterben ohne Krämpfe und ohne ein äusserlich kenntliches Zeichen von Aufregung. Die willkürlichen und die Athembewegungen verlieren sich früher als die Thätigkeit des Blutgefässherzens. Elektrische Schläge oder andere Reize, die das Rückenmark oder die Stämme der Bewegungsnerven treffen, führen nicht mehr zu Muskelverkürzungen. Leitet man dagegen einen elektrischen Strom durch die Muskelmasse selbst, so erhält man jene eigenthümliche, schon §. 128. angegebene Art der Zusammenziehung. Die Muskeln verkürzen sich zuletzt nur an der Anspruchsstelle örtlich und langsam und erlahmen endlich gänzlich. BERNARD hielt diesen Gang der Erscheinungen für einen Beweis der Haller'schen Reizbarkeit. KOELLIKER, PELIKAN und VULPIAN traten dieser Ansicht bei, während sie ECKHARD, HOPPE, HABER und SCHIFF zu widerlegen suchten.

§. 1247. Da die Nerven in centrifugaler Richtung abzusterben pflegen, so liegt die Annahme nahe, die Reihenfolge des Empfänglichkeitsverlustes von diesem Umstande herzuleiten. Hebt das Curare die Nerventhätigkeit nach jener Norm auf, so muss die Leistungsfähigkeit der Nervenstämme früher als die der Muskelmassen verloren gehen. BERNARD, KOELLIKER und die späteren Forscher stiessen jedoch auf eine Erscheinung, die man gegen diese Auffassungsweise gedeutet hat. Sind auch die Bewegungsfasern eines gemischten Nervenstammes gelähmt, so kann doch noch die Empfindungsthätigkeit fortdauern. Hat man ein Glied oder auch nur einen Muskel vor den raschen Wirkungen des Giftes durch die Unterbindung der zuführenden Blutgefässe geschützt, so verfällt die leistungsfähige Muskelmasse in Reflexverkürzungen, wenn man die Haut eines Theiles anspricht, dessen Bewegungsnerven vollkommen gelähmt sind, dessen Muskeln aber noch den unmittelbaren Durchfluss der elektrischen Ströme mit Zusammenziehungen beantworten.

Ein Frosch, dessen Aorta unterbunden und der hierauf mit Curare vergiftet worden, kann daher noch Schwimmversuche nach einem Drucke auf die Zehen machen, wenn er auch schon seine Vorderbeine nicht mehr zu beherrschen im Stande ist. Ein Hund fühlt noch Eindrücke, die seine Haut treffen, wenn schon der Wille seine Glieder- und seine Augenmuskeln nicht mehr beherrscht. Man schloss hieraus, dass die in den Muskeln befindlichen Nervenenden zuerst gelähmt werden und der Thätigkeitsverlust nicht wie sonst centrifugal, sondern centripetal fortschreitet. Verkürzen sich aber noch die Muskelmassen, deren Nervenenden ihre Wirksamkeit verloren haben, so liege hierin ein unmittelbarer Beweis der Haller'schen Reizbarkeit. Viele Erfahrungen deuten an, keine jedoch beweist unzweifelhaft, dass eine solche Eigenschaft den Muskeln zukommt. Wir haben schon §. 104. eine Vermuthung über die Wirksamkeit derselben bei der Zusammenziehung ausgesprochen. Die Curareversuche geben aber nicht einmal die verhältnissmässig sichersten Anhaltspunkte für jene Auffassungsweise.

§. 1248. Hatte ich einen sehr kleinen Curaresplitter auf die Querschnittsfläche des getrennten verlängerten Markes eines Frosches, dessen Hirn vorher zerstört worden, gebracht, so zeigte sich ein erster kurzer Zeitraum vermehrter Erregbarkeit. Ein einmaliger äusserer Reiz rief eine Reihe stürmischer Zuckungen hervor. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenenerregung hatte in geringem Grade und die Dauer der verborgenen Erregung stärker zugenommen. Die Uebersetzung der Nerventhätigkeit in Muskelverkürzung verlangsamte sich also in diesem Falle, während sich die den Lebensthätigkeiten entsprechende Unruhe von einem Marktheilchen zum anderen rascher mittheilte (§. 391.). Die spätere, gewöhnlich bemerkte Wirkung besteht in einer Abnahme der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenenerregung, die natürlich auf Null sinkt, wenn die Nerven wirkungslos werden. Ist dieses der Fall, so können sich noch die der lebendigen Mischung entsprechenden elektromotorischen Eigenschaften mit grossem Nachdrucke am Galvanometer geltend machen (§. 246.). FUNKE fand sogar die negative Schwankung des Nervenstromes nach 24 Stunden kraftvoller als gewöhnlich. Der Unterschied der elektrischen Wirksamkeit und der Lebensthätigkeiten (§. 256. fgg.) wiederholt sich für die Bewegungs- und für die Empfindungsfasern. Die Annahme, dass das Curare nur die Wirkungen der Nervenstämme, nicht aber die der Muskeln beeinträchtigt, hat die Thatsache gegen sich, dass

auch diese ihre Kräfte, wenn auch viel später als jene einbüßen (§. 1246.).

§. 1249. Denkt man sich, dass das Gift den inneren und den äusseren Leitungswiderstand der Nervenirregung (§. 207.) oder diesen allein vergrössert, so muss ein Zeitpunkt eintreten, zu welchem die Zusammenziehung bei einem irgend grossen Abstände der Reizungsstelle des Nerven von der Muskelmasse ausbleibt und nur die Ansprache von dieser Verkürzungen herbeiführt. Können dann noch die Hautnerven Reflexbewegungen der nicht gelähmten Theile und daher auch wahrscheinlich Empfindungen hervorrufen, so wiederholt sich hierbei nur die schon §. 199. erläuterte feinere Wirkung der Empfindungs- als der Bewegungsfasern. Greift die von dem Curare erzeugte Störung tiefer durch, so vergrössert sich wahrscheinlich der Leitungswiderstand der Nerven so sehr, dass viele ihrer in dem Muskel verlaufenden Fasern nicht mehr antworten. Schweigt zuletzt die Muskelmasse gänzlich, so lässt sich dieses für oder gegen die Haller'sche Reizbarkeit gleich anderen ähnlichen Erfahrungen deuten. Man weiss eben nicht, ob der Wirkungsmangel erst dann auftritt, wenn die Muskelfasern selbst ihre Kräfte verloren haben oder schon früher erscheint, sowie alle in ihr enthaltenen Nervenelemente unthätig wurden.

§. 1250. Liess ich die Verkürzungscurven des Wadenmuskels von Fröschen aufschreiben, unter deren Rückenhaut grössere Curare-mengen als bei dem §. 1248. erwähnten Thiere gebracht worden, so verrieth die Reizung des Hüftgeflechtes oder des Hüftnerven kein Zeichen erhöhter Empfänglichkeit oder stürmischer Zuckungen vor dem Ende der Lebensleistungen. Das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven (§. 139.) erhielt sich bis zu dem Eintritte der Unthätigkeit. Der Oeffnungsinductionsschlag wirkte, wie gewöhnlich, stärker als der Schliessungsschlag. Leitete man den galvanischen Strom durch die Muskelmasse, so dass die §. 128. erwähnten eigenthümlichen Zusammenziehungen zum Vorschein kamen, so lieferte im Allgemeinen die absteigende Stromesrichtung grössere Hubhöhen als die aufsteigende. Hatte jene die Muskeln $1\frac{1}{2}$ Minuten lang durchsetzt, so blieben die Verkürzungen aus, wenn man einen Strom von derselben Stärke und der gleichen Richtung schloss oder öffnete. Ein entgegengesetzt gerichteter Strom dagegen führte zu lebhaften Zusammenziehungen. Diese Voltaische Abwechselung (§. 1121.) kann sich bis zu den schwächsten Empfänglichkeitsgraden geltend machen.

§. 1251. Die Temperatur übt einen wesentlichen Einfluss auf die Curarewirkungen aus. Arbeitete KOELLIKER das eine Mal in einer Luft von 21 bis 22 $\frac{1}{2}$ ° C. und ein anderes Mal in einer solchen von 6 bis 7 $\frac{1}{2}$ ° C., so zeigte sich, dass sich im Allgemeinen die unmittelbare Reizbarkeit der Nervenstämme und die Möglichkeit der Reflexbewegungen in der Kälte länger als in der Wärme erhielten. Die Bewegung des Blutes macht ihren Einfluss nachdrücklich geltend. Frösche, deren Herz entfernt worden, unterliegen nach HOPPE selbst grösseren Gaben weit später als andere, deren Kreislauf fortbesteht. Der Unterschied mangelt nicht (§. 1229.), wenn man selbst das Gift unmittelbar auf das Gehirn oder das Rückenmark gebracht hat. Die blosse Verlangsamung des Blutstromes verzögert und schwächt oft die Wirkung in merklichem Grade. Hat man den Hüftnerven durchschnitten, so wird der periphere Theil desselben bei der allgemeinen Vergiftung des Thieres ebenfalls gelähmt, zum Beweise, dass das Curare nicht wie das Strychnin nur auf die grauen Massen des Rückenmarkes (§. 1226.), sondern auch auf das Mark der peripherischen Nervenfasern wirkt. Diesem entsprechend verlieren auch der Nerv und die Muskeln eines galvanischen Froschpräparates ihre lebendigen Leistungen, nachdem man das Ganze in eine Curarelösung gebracht hat. Die Wirkung tritt nur langsamer als nach der allgemeinen Vergiftung ein. Taucht man die hintere Körperhälfte eines lebenden Frosches in eine Curarelösung, so können sich alle Vergiftungserscheinungen entwickeln. Die Haut der Säugethiere und der Vögel dagegen soll nach BERNARD in dem gleichen Falle nicht durchdrungen werden (§. 1245.).

§. 1252. Die Indianer führen quälenden Durst als ein Hauptzeichen der Vergiftung des Menschen an. Hatte SCHOMBURGK eine Gabe Curare statt des Chinins als Fiebermittel genommen, so stellte sich ein eigenthümliches Kopfweh ein. BERNARD konnte keine Vergiftung nach dem Einträufeln einer Curarelösung in den Bindehautsack der Säugethiere bemerken (§. 1245.). Als ich einmal ein Kaninchen durch diese Anwendungsart des Giftes rasch getödtet hatte, spritzte mir bei dieser Gelegenheit eine grössere Menge der Lösung in das Auge. Schwindel, Schwarzsehen und ein eigenthümliches, von dem gewöhnlichen Kopfweh abweichendes, beengendes, das Denken störendes Gefühl, das mehrere Stunden trotz der Bewegung im Freien anhielt, stellten sich bald ein. Ein nicht unbedeutender Grad von Athemnoth, der mir das raschere Gehen unmöglich machte und mich zum Stillstehen, nachdem ich einige Stufen gestiegen war,

nöthigte, Mattigkeit der Glieder und vermehrter Durst zeigten sich in der ersten Stunde nach der Vergiftung. Ein hoher Grad von Gesichtsblässe, der fremden, mit der Sachlage nicht bekannten Personen auffiel, hielt den ganzen Tag an. Der Nachtschlaf stellte mich wiederum vollkommen her.

§. 1253. Vergiftet man Frösche mit Curare, das man unter die Haut gebracht hat, so stehen die Lymphherzen nach Kurzem still, während das Blutgefässherz lange und oft noch in dem todten Thiere fortklopft. Die Zahl seiner Schläge kann selbst im Anfange zunehmen. Der Versuch, die Bewegungen durch die Vagusreizung aufzuheben, gelingt noch bisweilen nach dem Tode. Die Zähigkeit der Fortdauer der Thätigkeit des Blutgefässherzens bewährt sich auch in den Säugethieren. Der Puls wird aber oft bei geringen Gaben zuerst häufiger, nach stärkeren Vergiftungen dagegen unregelmässig und sparsamer. Die Kraft der Herzschläge nimmt ab. Lassen die Muskeln der Gliedmaassen Reize, welche die Stämme ihrer Bewegungsnerven oder das Rückenmark treffen, unbeantwortet, so kann es noch gelingen, den Schlag des Blutgefässherzens durch die Tetanisation des herumschweifenden Nerven zu hemmen und die Menge der Pulsschläge durch die des sympathischen Nerven oder der ihm entsprechenden Centraltheile zu vergrössern. Diese zweite Wirkungsart scheint hierauf später als die erste abzusterben. Die Herzbewegungen dauern aber immer noch fort, wenn schon die Reizung der genannten Nervenstämme erfolglos bleibt. BEZOLD fand, dass geringe Gaben von Curare, die zur Lähmung der willkürlichen Muskeln hinreichen, die Leitungsfähigkeit der Herznerven und den Erregungszustand ihrer Centralwerkzeuge nahezu unverändert lassen. Grössere erhöhen die Wirkungen der in dem Gehirn liegenden, die Herzbewegungen anregenden Gebilde und in geringerem Maasse die in dem Herzen selbst befindlichen Nervenmassen. Die stärksten Giftmengen lähmen nach ihm zuerst die Herzzweige des herumschweifenden Nerven, dann die des sympathischen Stammes und endlich die in dem Herzen selbst liegenden Nervengebilde.

§. 1254. Das Herz ist nicht der einzige mit quergestreiften Fasern versehene Theil, dessen Thätigkeit länger als die der Verkürzungsgebilde der Gliedmaassen und der äusseren zur Athmung dienenden Muskelmassen anhält. VIRCHOW, MÜNTER und VAN HASSELT haben schon die lange Dauer der Beweglichkeit des Zwerchfelles hervorgehoben. VULPIAN fand, dass die künstliche Athmung das Spiel desselben nur für kurze Zeit im Hunde herstellt.

Es kann dagegen mehr als zwei Stunden in der Wanderratte unter den gleichen Verhältnissen fortdauern. Der Zwerchfellnerv bewahrt seine Reizbarkeit, nachdem die der übrigen freien Nervenstämme längst verloren gegangen. Die Zähigkeit der Zwerchfellbewegungen bewährt sich auch in gesunden Thieren. Sie setzen sich oft von selbst nach dem Tode fort. Da der Zwerchfellnerv, wenn man von dem jenseit des Zwerchfelles des Menschen an der rechten, nicht aber an der linken Seite vorkommenden Ganglion diaphragmaticum absieht, keine anderen Knotenbeziehungen als die übrigen Rückenmarksnerven hat, so können wiederum die eben erwähnten Thatsachen gegen die Vorstellung, dass nur die Ganglien die automatischen rhythmischen Bewegungen möglich machen, von Neuem zeigen.

§. 1255. Das Curare wirkt auf die einfachen Muskelmassen später als auf die quergestreiften. Man erhält noch die gewöhnlichen Wurbbewegungen des Dünndarmes eines durch dasselbe getödteten Kaninchens nach der Eröffnung der Unterleibshöhle, wenn schon der Hüftnerv elektrische Reize gar nicht und der Wadenmuskel dieselben nur schwach beantworten. Hatten ECKHARD und MARTIN das Gift in die Drosselblutader gespritzt, so fanden sie nur, dass ein auf eine Darmschlinge ausgeübter Druck oder die Zerrung derselben eine örtliche, sich an den beiderseitigen Nachbarstellen wiederholende Zusammenziehung leichter als sonst hervorrief. KOELLIKER glaubt bemerkt zu haben, dass die hemmende Wirkung, welche der Eingeweidenerv auf die Darmbewegungen ausübt, nach der Curarevergiftung wegfällt. Die Harnblase und die Harnleiter können sich ebenfalls noch bewegen, wenn die elektrische Reizung nur noch schwache Zusammenziehungen in den rothen Körpermuskeln erzeugt. Hat man die Aorta des Frosches vor der Vergiftung unterbunden, so können nach BERNARD die Muskeln der Vorderbeine ihre Reizbarkeit länger bewahren als die der hinteren Gliedmaassen.

§. 1256. Belladonna oder Atropin erweitern nach VULPIAN das Sehloch des Auges nicht mehr, wenn noch die galvanische Erregung auf die Regenbogenhaut wirkt. Hat man den einen Grenzstrang des sympathischen Nerven am Halse durchschnitten, so findet man nach PELIKAN nach dem Tode des Thieres das Sehloch der kranken Seite weniger erweitert als das der gesunden. Bleibt die Regenbogenhaut unverändert, wenn man den oberen Abschnitt des Hals-sympathicus elektrisch reizt, so bemerkt man noch nach VULPIAN die rhythmischen Verengerungen und Erweiterungen der Ohrgefäße

des Kaninchens (§. 955.). BERNARD sah die Wärmezunahme im Ohre (§. 964.) nach der Sympathicustrennung ausbleiben, wenn er vorher das Kaninchen mit Curare vergiftet hatte.

§. 1257. Die vorzüglichste Todesursache liegt in der durch das Curare erzeugten Athmungslähmung. Die äusseren Athmuskeln stehen zuerst still. Das Zwerchfell folgt später nach. Das Blut, das sich sonst unter dem Einflusse des Sauerstoffes in gewöhnlicher Weise röthete, wird wie bei jeder Erstickung dunkel. Die Muskeln erhalten bisweilen eine eigenthümliche purpurrothe Färbung. Leitet man die künstliche Athmung ein, so belebt sich der Herzschlag. Das Blut wird wiederum hellroth und alle Lebensthätigkeiten, die Empfänglichkeit der Nerven und der rothen Körpermuskeln können zurückkehren, wenn man die Luft lange genug in die Lungen einführt. BRODIE¹⁾ und später VIRCHOW, MÜNTER, WATERTON und RICHTER stellten hierdurch Katzen und Hunde, die durch Curare scheinodt gemacht worden, her. Hat der Arzt einen Fall von Curarevergiftung, in dem schon die Athembewegungen zu stocken anfangen, so darf er sich nicht auf die unzureichenden gewöhnlichen Hilfsmittel der Einleitung der künstlichen Athmung bei unversehrtem Körper beschränken. Er muss vielmehr von dem §. 1272. angegebenen Galvanisationsverfahren mit tief eingestochenen Elektrodennadeln Gebrauch machen oder eine Canüle in der geöffneten Luftröhre befestigen und die künstliche Athmung, am besten mit einem doppelten Blasebalge, der entgegengesetzt spielende Ventile hat, einleiten. Selbst der vollkommenste Scheintod und ein nicht mehr fühlbarer Herzschlag dürfen von solchen Rettungsversuchen nicht abhalten. Da die Thiere selbst in diesem Falle genesen können, so unterliegt es keinem Zweifel, dass sich das Gleiche für den Menschen wiederholen wird.

§. 1258. Der Zusatz einer Mischung von unterchlorsaurem Natron und etwas Salzsäure, die Chlor entbindet, der von Brom, Iod oder Iodkalium zu Curare, soll die Wirkungen desselben aufheben oder bedeutend verzögern. Das Ausbrennen der Wunde eines mit Curare vergifteten Pfeiles, die Unterbindung oder die Ablösung eines getroffenen Gliedes könnte natürlich nur in der ersten Zeit nützen.

§. 1259. VIRCHOW, HARLEY, VELLA, VULPIAN und viele spätere Forscher bemühten sich, durch ihre Thierversuche zu er-

¹⁾ BRODIE, Philosophical Transactions. 1812. P. I. p. 207. 208.

mitteln, ob man das Curare als ein Gegengift des Strychnins betrachten darf oder nicht. RICHTER konnte Hunde, die mit starken Strychningaben vergiftet worden, vollkommen wiederherstellen, wenn er ihnen Curare verabreichte und hierauf die künstliche Athmung bis zur Ausscheidung der Gifte unterhielt. Die Wiederholung dieses Verfahrens im Menschen würde vermuthlich denselben glücklichen Erfolg in Einzelfällen haben. Wollen wir uns aber die Beziehungen der beiden Gifte klar machen, so müssen wir bedenken, dass das Strychnin nicht durch die Starrkrämpfe, sondern durch die Lähmung des verlängerten Markes tödtet. Geringe Curaregaben können die lästigen Krampfanfälle mildern oder beseitigen, indem sie die Thätigkeit der Bewegungsfasern früher als die der Empfindungsnerven herabsetzen. Sie werden in dieser Hinsicht vielleicht besser als die Betäubung durch Chloroform, der innere Gebrauch von Opium oder die subcutane Anwendung von Morphin wirken. Greift aber der Einfluss des Curare tiefer durch, so lähmt es die Athmungsthätigkeit, wenn auch vielleicht nicht auf demselben Wege wie das Strychnin. Alles hängt daher davon ab, ob die zu Hilfe gezogene künstliche Athmung die natürliche ersetzen kann, bis der Urin die schädlichen Giftmengen aus dem Körper entfernt hat. Es versteht sich aber von selbst, dass der Strychnin kein Gegengift gegen Curare bilden kann.

§. 1260. Diese Auffassungsweise erklärt auch den Nutzen, den der Curaregebrauch bei den verschiedenen Arten des Starrkrampfes zu gewähren im Stande ist. Es beruhigt möglicher Weise die Anfälle. Die Heilung wird aber nur dann zu Stande kommen, wenn sich mittlerweile die Erregungsursache während der Ruhe gelegt hat. Die Empfehlung des Curare gegen Veitstanz, fallende Sucht oder Wasserscheu muss von demselben Gesichtspunkte beurtheilt werden. Ueber den Nutzen gegen Wechselfieber kann nur die ärztliche Erfahrung entscheiden.

§. 1261. Da Blut, dem Curare beigemischt worden, eben so viel Sauerstoff als ohne diese Beimischung nach BERNARD aufnimmt, so wird der Verbrennungsprocess des Körpers an und für sich durch das Gift nicht gestört. Er leidet erst, wenn die Stockung der Athmung die Röthung des Blutes beseitigt. Die frühere Lähmung der Bewegungsnerven rührt von einer unmittelbaren Aenderung der Molecularbeschaffenheit des Markes her.

§. 1262. Alle Wirkungen des Curare kommen dem reinen Curarin, nicht aber dem gerbsauren, das durch Tannin aus einer

Curarelösung niedergeschlagen worden, nach PELIKAN zu. Führt dieser Curare und Tannin in eine Wunde gleichzeitig ein, so verriethen sich auf der Stelle die Vergiftungszeichen.

3. Antiar, andere Pfeilgifte und Tanghinia.

§. 1263. Der zu den Urticeen gehörende makassarische Giftbaum, der Bohon Upas der Malaien, die *Arbor toxicaria* von RUMPH oder die *Antiaristoxicaria* von LESCHENAULT¹⁾ lässt einen giftigen Saft aus den Verwundungsstellen der Rinde ausfliessen. Die Eingeborenen auf Java, Borneo, Celebes und den anderen Inseln des indischen Archipels benutzen ihn als Pfeilgift, als Upas antjar. Es ist die einzige Masse der Art, die man nicht durch Kochen bereitet, sondern an der Sonne eindichtet. Der sehr bittere, undurchsichtige und schmutzig graugelbe Saft wird bei dem Eindampfen braungelb, rothbraun bis schwarz. Das Mikroskop zeigt eine grosse Menge rundlicher Körperchen innerhalb einer Grundflüssigkeit. MULDER stellte aus ihm eine weisse krystallinische Masse, das Antiarin, dar. Die Giftwirkung rührt von diesem Stoffe her. Weniger als 2 Milligramm können ein Kaninchen und $\frac{1}{300}$ Milligramm einen Frosch tödten, wenn sie unter die Haut gebracht worden. Gerbsäure schlägt das Antiarin aus seiner Lösung nicht nieder. Der schon bei dem Curare (§. 1245.) erwähnte Fall, dass die Einführung in den Magen grössere Gaben für die tödtlichen Wirkungen fordert, kehrt auch hier wieder. Die Einspritzung in das Blut tödtet wiederum rascher als die Einverleibung des Giftes in einer Wunde und diese schneller als die Aufsaugung durch seröse oder Schleimhäute. Ein Kaninchen, in dem ich die beiden herum-schweifenden Nerven am Halse durchschnitten und hierauf eine Luft-röhrenfistel angelegt hatte, überlebte die Einführung einer ziemlich grossen Menge von Antiarsaft mehr als eine Viertelstunde. Es starb dann in weniger als einer halben Minute, nachdem man ein paar Tropfen Blausäure in den Bindehautsack des Auges gebracht hatte.

§. 1264. Die Angabe, dass der Giftbaum Menschen und Thiere durch seine Ausdünstung tödte, widerlegt sich dadurch, dass sich nicht selten Raubvögel in seiner Krone aufhalten und Menschen den Gipfel desselben ohne weiteren Nachtheil als den, welchen höchstens

¹⁾ Das Geschichtliche siehe bei J. SCHNELL, Diss. sistens historiam veneni Upas antiar nec non experimenta et ratiocinia quendam de effectibus illius. Tubingae 1815. 8. p. 5—13.

die chemische reizende Wirkung des etwa ausgetretenen Saftes verursachte, bestiegen haben. Als ich diesen mehrere Male bis zum festen Rückstande in höherer Wärme verdampfte, athmete ich die austretenden Dämpfe absichtlich ein. Ich habe dabei nie irgend ein Vergiftungszeichen bemerkt.

§. 1265. Ein Frosch, dem man eine kleine Gabe des Antiar-saftes unter die Rückenhaut gebracht hat, stirbt in der Regel ohne Krämpfe. Säugethiere und Vögel liefern stürmischere Erscheinungen. Die Athmung und der Herzschlag von Hunden, Katzen und Kaninchen beschleunigen sich. Zusammenschrecken oder Zeichen des Schauers, Würgen, Erbrechen, Koth- und bisweilen Harnentleerung, Athembeschwerden und daher weites Oeffnen des Mundes bei dem Einathmen, Muskelschwäche, Wechsel- oder Starrkrämpfe und endlich Stockung der Athmungs- und der Herzthätigkeit gehen dem Tode voran.

§. 1266. Hatte ich den Saft des Antiar unter die Haut eines Frosches gebracht, deren Muskelcurven ich aufzeichnen liess, so zeigte sich kein Merkmal erhöhter Reizbarkeit zu irgend einer Zeit. Die Oeffnungszuckungen fielen eine Zeit lang stärker als die Schliessungszuckungen aus. Selbst diese Eigenthümlichkeit fehlte aber in einem zweiten mit Antiarin vergifteten Thiere. Der Frosch pflegt die willkürlichen und die Reflexbewegungen in aller Stille zu verlieren und ohne ein auffallendes Zeichen zu sterben. Das Herz desselben kann schon still stehen, wenn noch Hautreize Ortsbewegungen des Thieres zur Folge haben. Die Empfänglichkeit der Muskeln erhält sich etwas länger als die der Nervenstämme. KOELLIKER fand die Vorhöfe ausgedehnt, die Kammer verengt und wie mit Blut unterlaufen und die Gefässe, vorzugsweise die Blutadern der Lungen, der Leber, des Magens, des Darmes und der Nieren übermässig gefüllt. Legt man die Muskeln eines Froschpräparates in eine wässrige Antiarlösung, so verliert sich die Reizbarkeit desselben. PELIKAN gibt an, dass der Hüftnerv seine Kräfte in glücklichen Fällen bewahren kann. Jene unmittelbare Wirkung erklärt es, wesshalb das Antiar das Herz und die Gliedmaassen von Fröschen lähmt, deren Rückenmark oder verlängertes Mark durch die Vergiftung zerstört worden. Vorher eingeführtes Curare hebt die spätere Wirkung des Antiar nicht auf.

§. 1267. Hatte ich eine geringe Menge eines afrikanischen Pfeilgiftes, das von den Bossutos stammt, unter die Rückenhaut eines Frosches gebracht, so starb das Thier, ohne dass Krämpfe

oder andere äussere Veränderungen eintraten. Die Muskelcurven boten nichts Ungewöhnliches dar.

§. 1268. Manche Widersprüche in den die Wirkungen der Pfeilgifte betreffenden Angaben lassen sich daraus erklären, dass der eine Beobachter eine kräftigere und der andere eine minder wirksame Masse benutzte. Da aber die gewöhnlich gebrauchten Arten, das Curare und das Antiar, nicht flüchtig sind und sie und der flüssig aufbewahrte Antiarsaft ihre Wirksamkeit viele Jahre lang beibehalten, so kam wahrscheinlich ein Theil des Widerstreites davon her, dass man wesentlich verschiedene Pfeilgifte mit dem gleichen Namen belegte. Da Upas im Malaischen und Ipo in anderen Sprachen des ostindischen Archipels ein pflanzliches Gift überhaupt bezeichnet, so werden die ungleichsten Pfeilgifte unter dieser Benennung von den Eingeborenen angeführt. Die eben erläuterten Wirkungen des Upas antjar zeigen, dass dieser Körper nicht durch Strychnin tödtet. Das Upas radja oder tieuté oder tjettek dagegen stammt von Strychnos tieuté Leschenault, enthält Strychnin und Brucin und wirkt auch demgemäss. Wie Upas ein allgemeiner Name für die Pfeilgifte der Malaien, so ist Urari ein solcher der Wilden der heissen Gegenden Amerika's. Das Macusi-Urari entspricht dem Woorara, das man jetzt meist als sogenanntes Curare zu physiologischen Versuchen und als Heilmittel, besonders als Gegengift des Strychnins (§. 1259.) gebraucht. Das Urari-noa ist das eigentliche Curare und das Urari sipo das Ticumas der mit diesem Namen bezeichneten Indianer des Amazonenenstromes und dessen Wirkung von Pikrotoxin oder einem verwandten Körper herrühren soll. FONTANA¹⁾ hat eine grössere Reihe von Versuchen mit diesem Gifte angestellt. Seine Beobachtungen lehrten, dass es widerlich riecht, dagegen nicht bitter, sondern wie Süssholz schmeckt²⁾, die Empfindlichkeit und die Willkürbewegungen lähmt und eine rasche Erholung in günstigen Fällen gestattet³⁾. Die Einspritzung der Giftverdünnung in die Halsschlagader tödtete die Kaninchen blitzartig⁴⁾. Der in neuerer Zeit oft ausgesprochene Gedanke, dass das Pfeilgift nur die Enden der Nerven lähme, wird schon von FONTANA in Erwägung gezogen und ohne weiteres zurück-

¹⁾ F. FONTANA, Abhandlungen über das Viperngift. Berlin 1787. 4. S. 284—313.

²⁾ FONTANA, Ebendaselbst. S. 285.

³⁾ FONTANA, a. a. O. S. 300

⁴⁾ FONTANA, a. a. O. S. 303. 304.

gewiesen¹⁾. Man kennt nicht genauer die Beschaffenheit der afrikanischen Pfeilgifte. Es ist eben so wenig möglich, die Pflanzen, die den europäischen Völkern des Alterthums zu dem gleichen Zwecke dienten, genauer anzugeben. Haben schon neuere Forscher die Verwirrung erzeugt, dass man jetzt in der Wissenschaft Curare ein Pfeilgift nennt, das von dem ächten Curare der westindischen Eingeborenen abweicht (§. 1244.), so kann es nicht befremden, wenn die schwankenden Aussagen der Wilden, die oft nur von bevorzugten Kasten betriebene und geheimnissvolle Bereitung der Pfeilgifte und die Verschiedenheit der von den Reisenden befragten Stämme der Eingeborenen die grössten Unbestimmtheiten und Widersprüche auf diesem Gebiete zur Folge hatten.

§. 1269. Der Inhalt des Steinkernes der gleich dem Oleander und den Strychnosarten zu den Apocynen gehörenden *Tanghinia venenifera* du Petit Thouars; *Tanghinia veneniflua* oder *Cerbera Tanghin* Hooker, der zu Gottesurtheilen auf Madagaskar dient, wirkt in mancher Hinsicht anders als das Antiar, mit dem es hin und wieder zusammengestellt worden. KOELLIKER und PELIKAN fanden, dass der Weingeistauszug den Herzschlag des Frosches zuerst beschleunigte, ihn hierauf unregelmässig machte und zuletzt aufhob. Die Willkürbewegungen, die Reflexverkürzungen, die Empfindlichkeit und Muskelreizbarkeit schwanden in aller Stille der Reihe nach. Die Trennung des Hüftnerven änderte die Wirkung auf die entsprechenden Muskeln in keiner merklichen Weise. Die Ausrottung des Rückenmarkes verlangsamte nur die auf die Nerven und die Muskeln, nicht aber die auf das Herz. Die Reizbarkeit der Nervenstämme starb in der Richtung von dem Centrum nach der Peripherie ab. Hatte man das eine Hinterbein bis auf die Hüftnerven getrennt, so blieben die Muskeln von der Vergiftung verschont. Die Empfänglichkeit derselben erhielt sich eben so lange, als in einem nicht vergifteten Frosche. Die *Tanghinia* wirkte endlich bei 20° C. stärker als bei 6° C.

4. Opium, dessen Bestandtheile und Haschisch.

§. 1270. Obgleich schon die in dem mittleren Europa am häufigsten vorkommenden Mohnpflanzen, wie *Papaver Rhoeas* und *Papaver dubium*, schädlich wirken können, so sind es doch vorzugsweise die orientalischen Abarten von *Papaver somniferum*, dessen

¹⁾ FONTANA, a. a. O. S. 309.

Kapseln das ächte, nach dem Eintrocknen braunschwarz werdende Opium liefern. Das als Morphinum oder Morphin bezeichnete Alkaloid, welches DEROSNE und SERTÜNER im Jahre 1804 zum ersten Male darstellten, erzeugt die nachtheiligen Hauptwirkungen des Opium schon in verhältnissmässig kleinen Gaben. Es soll in dem Saft der rundlichen Mohnkapseln, die weniger Opium als die häufiger angepflanzten länglichen liefern, in reichlicherer Menge vorkommen. Manche der anderen, aus dem Opium dargestellten krystallisirbaren Stoffe, wie das Thebain oder das Paramorphin, das Codein, das Narcotin, das man früher auch Opian oder nach seinem Entdecker (1803) Derosne'sches Salz nannte, und das Narcein besitzen ebenfalls giftige Wirkungen. Da das anhaltende Riechen von Opiumpräparaten Kopfschmerz, Uebelkeiten, Trägheit und Schläfrigkeit erzeugen soll, so wäre hiernach zu schliessen, dass ein flüchtiger schädlicher Stoff in dem Opium enthalten ist. Das durch Destillation erhaltene Opiumwasser, in welches er übergeht, hat sich in neueren Versuchen als wirkungslos erwiesen¹⁾.

§. 1271. Die Folgen des Opiumrauchens beweisen, dass keinesfalls alle giftigen Verbindungen durch den hier thätigen Wärme-grad zerstört werden. Obgleich bis jetzt keine Versuche in dieser Hinsicht angestellt worden, so macht es doch im Ganzen die Art und die Schnelligkeit der Wirkung wahrscheinlicher, dass sie in Dampfform, als nur fein mechanisch vertheilt und fortgerissen in den Körper gelangen. Man kann dagegen die Richtigkeit der Annahme von REVEIL²⁾ bezweifeln, dass der schädliche Einfluss des Opiumrauchens von Cyanammonium, welches sich in dem Dampfe findet, nicht aber von dem ihm fehlenden Morphin herrührt. Die physiologische Ursache der Sitte, Sublimat dem Opium beizufügen und so eine Mischung von Quecksilber- und Opiumdämpfen einzusaugen, lässt sich noch nicht mit Sicherheit angeben.

§. 1272. Wie die zuerst aufregende und meistens heiterer stimmende Wirkung des Weingeistes die Hauptursache des Genusses geistiger Getränke und der allmählichen Angewöhnung des Trinkens bildet, so sind es die angenehmen und oft wollüstigen Träume, welche die Opiumraucher oder die Theriaki der Türken und die Afimi der Araber verführen. Beide, der Trinker wie der

¹⁾ VAN HASSELT-HENKEL. Bd. I. S. 244.

²⁾ VAN HASSELT-HENKEL. Ebendasselbst. S. 248.

Opiophag bezahlen aber bald den kurzen Genuss damit, dass zunächst ihr Nervensystem reizbarer und daher die dem Rausche nachfolgende Erschlaffung unangenehmer empfunden wird und in höherem Grade, als dieses sonst der Fall wäre, verstimmt, dass sich auch eine grössere Erregbarkeit zu nüchternen Zeiten verräth, welche die Leidenschaften eben so sehr steigert, als jede besonnene Kraft zurückdrängt, dass endlich zuletzt die körperlichen wie die geistigen Thätigkeiten unter dem anhaltenden Einflusse der durch die Giftstoffe erzeugten Veränderung der Ernährungszustände der grauen Massen des centralen Nervensystemes erlahmen. Die Schnelligkeit, mit der sich die Folgen jener beiden Arten unglückseliger Neigungen geltend machen, wechselt mit der Verschiedenheit der ursprünglichen Constitution und der äusseren Verhältnisse. Kräftige Menschen, die sonst tüppiger leben, vertragen im Allgemeinen das Trinken wie das Opiumrauchen länger als schwächliche und arme Leute. Kinder bekommen in Ostindien schon oft Opium in zartestem Alter. Sie setzen den Genuss des Giftes oder das Opiumrauchen als Erwachsene fort und sterben nicht selten erst als Greise. Ein berühmter noch lebender Musiker soll sich durch Opium für seine Compositionen in jüngeren Jahren begeistert haben. Da aber die geistigen Getränke wie das Opium den Appetit mit der Zeit stören, so geht hierdurch der aus den Nahrungsmitteln erwachsende Vortheil, den der Reiche dem Armen gegenüber nicht bloss für den Sinnesgenuss, sondern auch für seine Lebensdauer hat, häufig genug verloren.

§. 1273. Die fahle Gesichtsfarbe, die erschlaffte Physiognomie, das matte Auge und nicht selten die unsichere Körperhaltung, das Zittern und die bedeutende Abmagerung verrathen den Opiumraucher. Die anhaltende Wiederholung der Wirkung der Dämpfe nimmt den Hunger, stört die Verdauung und erzeugt die hartnäckigste Stuhlverstopfung. Nähert sich das Ende der höheren Reizbarkeitsstufe, so bilden die Geneigtheit zu Kopfschmerz, zu Schwindel und zu anderen Nervenleiden, unruhiger Schlaf oder Schlaflosigkeit, ein wie gelähmter Gedankengang und ein dumpfes Brüten die äusseren Zeichen der dauernden Zerrüttung des centralen Nervensystemes. Nur die Sehnsucht, den Genuss des Opiums zu erneuern und allfällige andere Wollustneigungen zu befriedigen, beschäftigen den Menschen. Man hat also hier die gleiche ausschliessliche Sorge für die Erneuerung des Giftgenusses wie bei dem vorgeschrittenen Trinker. Beide stimmen auch darin überein, dass das Muskelzittern, die körperliche und die geistige Abspannung, die sich später während

der Perioden der Nüchternheit und selbst nach der erholenden Wirkung des Schlafes verrathen, nur einer neuen Berausung für den Augenblick weichen. Alle wesentlichen Erscheinungen des Säuferwahnsinnes überhaupt können in dem Opiophagen wiederkehren. Lähmungen der Empfindungs- und der Bewegungsnerven, Athembeschwerden, geschlechtiges Unvermögen, Blödsinn treten nicht selten vor dem Tode auf.

§. 1274. Kranke und Gesunde können sich an den Genuss des Opium oder der Alkaloide desselben, besonders des Morphin, nach und nach gewöhnen, so dass diese Verbindungen schwächere heilende oder schädliche Wirkungen als sonst entwickeln. Man muss zu immer grösseren Gaben schreiten, wenn Erfolge überhaupt zum Vorschein kommen sollen. Der Genuss des Kaffee kann die geringeren Grade der Opiumwirkung aufheben. Wird der Körper durch die anhaltende Einnahme kleiner oder mässiger Opiumgaben allmählig zu Grunde gerichtet, so zeigen sich im Ganzen ähnliche Wirkungen wie bei den Opiumrauchern.

§. 1275. Versuche an Fröschen können die beiden aufeinander folgenden Stufen der Opiumwirkung, den ersten aufregenden und den späteren lähmenden Einfluss am deutlichsten nachweisen. Sie lehren zugleich, dass im Allgemeinen die letztere um so rascher eintritt und bei stärkeren Gaben um so kürzer dauert, eine je grössere Menge des Giftes auf einmal in das Blut gelangt. Die Einspritzung einer mässigen Quantität wässriger Opiumtinctur oder eines anderen flüssigen Opiumpräparates in die Mundhöhle oder den Mastdarm des Frosches erzeugt leicht einen ähnlichen Zustand erhöhter Reizempfindlichkeit wie die Strychninvergiftung (§. 1222.), so dass die leiseste Erschütterung einen Anfall allgemeiner Starrkrämpfe nach sich zieht. Dieser Erfolg tritt aber im Ganzen genommen später ein und zeigt sich oft unvollständiger, so dass die Zusammenziehungen in den Vorderbeinen unvollkommener als in den Hinterfüssen ausfallen. Er bleibt möglich, man mag die Grosshirnhälbkugeln, die Schlappen und die Vierhügel vor oder nach der Einverleibung des Giftes, vor oder nach dem Erscheinen der erhöhten Reizbarkeit entfernt haben¹⁾. Die Neigung zu Reflexkrämpfen verliert sich später wiederum und das Thier erholt sich vollständig nach verhältnissmässig kleinen Opiumgaben. Grössere führen zu Lähmungserscheinungen, denen der Tod meistentheils nachfolgt.

¹⁾ Siehe mein Lehrbuch der Physiologie, Bd. II. Abth. 2. S. 512. 513.

Die kraftvolle Wirksamkeit des Morphins lässt häufig die erste Stufe der Veränderung nach dem Uebertritt selbst geringer Mengen in das Blut verhältnissmässig rasch vorübergehen.

§. 1276. Die Muskelcurven, die man während der Dauer derselben aufschreibt, zeigen ähnliche Eigenthümlichkeiten, wie die, welche während der durch Strychnin erzeugten Reizbarkeitserhöhung (§. 1240.) erhalten worden. Ging der elektrische Strom durch den Hüftnerven des mit Opium oder mit Morphin vergifteten Frosches, so pflegte sich wiederum das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven auf allen Stufen der Erregbarkeit zu erhalten. Der aufsteigende Strom führte im Ganzen leichter zu Reflexkrämpfen als der absteigende. Die Zusammenziehungen des von dem gereizten Hüftnerven abhängigen Wadenmuskels fielen stürmischer aus. Man hatte aber meist nur mehrere auf- und niedergehende Schwankungen statt einer stetigen Zunahme der steigenden Verkürzung und eine kurze Dauer dieser oder der Erschlaffung. Diese Merkmale erschienen leichter bei dem Schlusse als der Oeffnung der Kette und eher bei aufsteigendem als bei absteigendem Strome. Wie bei dem Strychnin (§. 1240.), so behaupteten auch hier die stürmischen Zusammenziehungen einen gewissen Grad von Unabhängigkeit von der erhöhten Reflexempfänglichkeit. Jene traten in einem mit Opium vergifteten Frosche auf, wenn das Klopfen auf den Tisch noch keinen allgemeinen Starrkrampf hervorrief. Diese Wirkungsweise erhielt sich aber länger als der stürmische Charakter der Zusammenziehung in einem zweiten, mit Morphin vergifteten Frosche. Ein drittes Thier, das Thebain bekommen hatte, zeigte keine merkliche Veränderung der Muskelcurven. Wurde ihm dann noch Narcotin unter die Rückenhaut geschoben, so schreckte es zehn Minuten nach der Vergiftung bei dem Klopfen auf den Tisch auf und starb eine Stunde später. Die indessen erhaltenen Muskelcurven verriethen nur bisweilen eine geringe Spur stürmischer Zusammenziehungen. Das Maximum der Verkürzung hielt nämlich längere Zeit an (§. 1240.). Ein der Abscisse paralleles Curvenstück hatte sich daher zwischen der Erhebung und der Senkung eingeschaltet (§. 340. Fig. 19.).

§. 1277. Fällt schon die Reflexempfänglichkeit nach Opium- und nach Strychninvergiftungen in manchen untergeordneten Punkten ungleich aus, so wiederholt sich der Unterschied in noch sichtlicherer Weise, wenn man die Hirnthätigkeit in Betracht zieht. Während das Strychnin das Bewusstsein ungestört lässt, bis zuletzt die Erstickung dunkelrothes Blut in reichlicher Menge den Gross-

hirnhalkugeln zuführt, bilden Schläfrigkeit und bald darauf fester und lange anhaltender Schlaf oder ein rauschähnlicher Zustand und Betäubung die ersten Merkmale der durchgreifenden Opiumwirkung. Werden grosse Gaben des Giftes eingenommen oder in das Blut gespritzt, so pflegen diese Erscheinungen ohne alle vorangehende aufregende Wirkungen einzutreten. Man benutzt sie daher, besonders seit LUDWIG, zu physiologischen Versuchen. Die kurze Dauer des Aetherrausches der Hunde und der Katzen, der Widerstand, den viele von ihnen dem Einathmen des Aethers entgegensetzen und die unvollkommene Betäubung anderer verleihen dem Opium wesentliche Vorzüge, wenn es sich um lang anhaltende Eingriffe handelt. Hat man eine nicht unbedeutende Menge Opiumtinctur in die Drosselblutader eines Hundes gespritzt, so verfällt das Thier bald darauf in die tiefste Empfindungslosigkeit, nachdem sich unwillkürlich Harn- und Kothentleerung, einzelne Krampfstösse und röchelndes Athmen eingefunden haben. Stocken die Athembewegungen oder macht der physiologische Versuch die Eröffnung der Brusthöhle nöthig, so kann das Leben Stunden lang durch die künstliche Athmung erhalten werden. Der Aether hat mit Recht das Opium bei den chirurgischen Operationen verdrängt. Die Wundarzneikunst könnte aber von der eben erwähnten Wirkungsart des Opiums eben so gut Nutzen ziehen als die Physiologie, da der subcutane Gebrauch der Opiumpräparate die Stufe der ersten Erregung und der späteren Betäubung leichter erzeugt, als die Aufsaugung von dem Magen aus ¹⁾. PITHA und NUSSBAUM geben an, dass die Einführung von $\frac{1}{2}$ bis 1 Gran Morphin unter die Haut eines Menschen die Chloroformnarkose 6 bis 12 Stunden festhalten kann.

§. 1278. Die kleinen Opiumgaben, welche die Heilkunde so häufig braucht, können in mehreren Richtungen wirken. Der betäubende Einfluss, den sie auf das Gehirn ausüben, macht sich nicht bloss unmittelbar für die Hirnthätigkeiten und die leichtere Erzeugung von Empfindungslosigkeit und Schlaf geltend, sondern wirkt auch oft genug beruhigend für örtliche, von den Nerven theilweise abhängige Leiden. Eine zweite Art von Erfolgen bezieht sich auf die Thätigkeitsänderung der verkürzbaren Elemente in den Wänden der Gefässe und der Drüsengänge, welche die Aufsaugung

¹⁾ Eine Reihe von Versuchen, welche dieses bestätigen, findet sich in der Arbeit von LEBERT und TÜRK, *Experimenta de usu opii inprimis hypodermatico instituta* Vratislawiae. 1860. 8. p. 20—30.

und die Absonderungen nach Verschiedenheit der Ausgangsbedingung vergrössern oder herabsetzen kann. Sie dient auf diese Weise z. B. eben so gut zur Vermehrung der Schweissbildung als zur Verstopfung von Durchfällen. Ein anderes Verfahren besteht in der örtlichen Anwendung des Opium oder des Morphins. GRAEFE führt eine Morphinlösung unter die Haut der Schläfe ein, um Pupillenverengung zu erzeugen. Benutzt man hierbei noch die allgemeine Wirkung, so fehlt auch nicht der Gebrauch der rein örtlichen. Die Augenärzte bringen Opiumtinctur in den Bindehautsack, um die Aufsaugung zu befördern, Trübungen der Hornhaut aufzuheben und Schmerzen zu stillen. Jene Einflüsse hängen dann von der chemischen Beschaffenheit des Opiumpräparates vorzugsweise ab. Der Nerv oder die Muskeln eines Froschpräparates verlieren ihre Kräfte, wenn sie eine Zeit lang in wässriger oder in safranhaltiger Opiumtinctur liegen bleiben. Das ausgeschnittene Froschherz klopft lange fort, wenn eine solche Flüssigkeit nur die Aussenfläche desselben umspült. Wirkt sie dagegen auf die Innenfläche, nachdem man die Herzhöhlen mit derselben gefüllt hat, so hören die Schläge binnen kurzem auf.

§. 1279. Grosse in das Blut übergehende Gaben von Opium erzeugen die Betäubungsstufe mit solcher Schnelligkeit, dass man oft keine deutlichen vorangehenden Zeichen höherer Erregbarkeit bemerkt. Schwindel, Druck in der Magengegend, Erbrechen, Verdauungsstörungen, Krämpfe, Blutungen, erschwerte Harnentleerung, Steifung des Gliedes und Hautpusteln gehören zu den unbeständigen Erscheinungen. Die Perser gebrauchen das Opium als Aphrodisiacum, wenn sie sich in ihren Bädern wollüstig aufregen wollen. Die unter dem Namen des Amocklaufens bekannten Wahnsinnsäusserungen, welche die Malaien und die Neger des ostindischen Archipels bisweilen darbieten und das sie ihrer blutdürstigen Raserei wegen so gefährlich macht, kehren nach dem ungewohnten Genusse grösserer Opiumgaben nicht wieder. Der Mensch wird von unwiderstehlicher Neigung zum Schläfe befallen, schläft bei mittleren Gaben des Giftes lange und fest und erholt sich hernach bis auf Kopfschmerz und Mattigkeit, die oft lange zurückbleiben, vollständig. Grössere Gaben führen zu Schwindel, Bewusstlosigkeit, Betäubung, zur Unmöglichkeit, die Augenlider, in denen oft ein schwaches Verkürzungsspiel, wie in einzelnen anderen Körpermuskeln bemerkt wird, zu öffnen, zu bedeutender Pupillenverengung, zu Sopor, zu Schweiss, der oft den Opiumgeruch verbreitet, zu langsamen, un-

regelmässigen und nicht selten röchelnden Athmen. Es können nur vier Athemzüge, dagegen achtzig Pulsschläge auf die Minute nach OLIVIER und MARYE kommen. Der Herzschlag und die Athmung nehmen in der Folge noch mehr ab. Die Haut erblasst. Die Eigenwärme des Körpers sinkt. Alle Muskeln erschlaffen und der Vergiftete stirbt, ohne dass allgemeine Krämpfe den Todeskampf begleiten. Kaninchen verfallen nicht selten in Krämpfe unmittelbar vor dem Tode¹⁾, Hunde haben bisweilen unwillkürliche Harn- und Kothentleerungen.

§. 1280. Man pflegt sich vorzustellen, dass sich die Blutgefässe des Gehirns nach dem Opiumgenusse übermässig füllen und die betäubende Wirkung von diesem Umstande herrührt. Die Leichenöffnung täuscht oft in Betreff des Blutgehaltes des centralen Nervensystemes, weil sich die Druckverhältnisse mit der Eröffnung der hermetisch geschlossenen Schädelhöhle leicht ändern. Man trifft in Fröschen, Kaninchen und Hunden Fälle an, in denen die Opiumvergiftung von keiner ungewöhnlichen Blutfülle begleitet wird. Das Gift betäubt also wahrscheinlich dadurch, dass es mit dem Blute den verschiedenen Theilen des centralen Nervensystemes zugeführt, die grauen Massen des Gehirns am nachdrücklichsten ändert. Das Strychnin wirkt dagegen auf sie gar nicht oder jedenfalls nicht so durchgreifend ein. Diese Thatsache bestätigt wiederum die Ansicht, dass die Molecularbeschaffenheit und mit ihr die Thätigkeit und die Reaction der verschiedenen Ganglienkugeln wechseln (§. 290. und 295.). Die Uebertragung der an den gewöhnlichen physiologischen Versuchsthieren gefundenen Ergebnisse auf den Menschen macht die grösste Vorsicht nöthig, sowie die Grosshirnhalkugeln eine wesentliche Rolle bei der in Betracht kommenden Erscheinung übernehmen. Der Arzt muss daher immer die an Thieren gewonnenen Ergebnisse der Opiumvergiftung von diesem Gesichtspunkte aus auffassen. Eine andere Eigenthümlichkeit besteht darin, dass kein einziger der §. 1270. angeführten künstlich dargestellten Bestandtheile des Opium alle Wirkungen desselben wiedergibt und manche von ihnen Erscheinungen liefern, die dieses selbst nicht hervorruft. Hierher gehört z. B. das Hautjucken, das man nach Morphinvergiftungen bemerkt hat, das jedoch gänzlich fehlen kann²⁾. Das

¹⁾ Versuche der Art siehe z. B. bei A. DAVIDSON, Diss. exhibens Meletemata quaedam circa Opium. Vratislawiae. 1828. 8. p. 16—29.

²⁾ Siehe z. B. C. B. KREISSIG, Diss. casum intoxicationis per morphium aceticum sistens. Lipsiae 1855. 8. p. 30.

Thebain und nächst ihm das Narcein, das Codein und das Porphyroxin sollen die Empfänglichkeit der Bewegungsfasern, dieses, das Narcotin, das Meconin, die Meconsäure und das Papaverin die der Empfindungsnerven auffallend erhöhen. Grössere Gaben führen bei Allen zu rascher Lähmung. Das Opium im Ganzen wirkt häufig schneller als ein einzelnes Alkaloid, z. B. Morphin.

§. 1281. Die Muhammedaner, die Indier und die Chinesen benutzen oft die verschiedenen Theile des indischen Hanfes (*Cannabis indica*, sehr verwandt mit unserem *C. sativa*), um Berausungsmittel zu bereiten. Der Haschisch¹⁾, Chaschisch oder Hadschy der Araber stammt von den getrockneten, vor dem Reifen der Früchte eingesammelten Spitzen, der Gunjah oder Ganja der Indier von diesen, wenn sie nach dem Blühen genommen worden, der Bang, Bueng oder Lubzi von den Blättern der grösseren Stengel oder der Früchte und der Churus von einem Gemenge der genannten und anderer Theile und der harzartigen Stoffe des Hanfes²⁾. Der schon seit vielen Jahrhunderten im Orient gebrauchte, aber erst seit der französischen Expedition nach Aegypten durch DESGENETTES in Europa bekannt gewordene Haschisch versetzt die Menschen, die ihn geniessen, die von den Arabern sogenannten Chaschischiu, in einen eigenthümlichen, oft angenehmen und heiteren Rausch, der von dem des Weingeistes und dem der Opiate wesentlich abweicht. Sinnestäuschungen, Schwindel, Irrreden oder Träume bei offenen Augen, seltener Betäubung oder Sopor werden als Folgen des Genusses grösserer Mengen des Haschisch und Abmagerung, Athembeschwerden und Muskelschwäche als solche des anhaltenden Gunja- oder Hanfrauchens angegeben. Hatte DE LUCA³⁾ 2 bis 3 Grm. einer orientalischen Haschischpaste genommen, so spürte er ein eigenthümliches Gefühl von Ameisenlaufen, das von den Endtheilen der Glieder nach dem centralen Nervensysteme fortschritt. Die Häuser schienen sich von ihm zu entfernen. Er hörte die Stimmen, als wenn sie von einem grossen Abstände kämen und hatte bei dem Gehen die Empfindung, als würde er in die Luft gehoben. Die Hände gehorchten dem Willen nicht bei beabsichtigten feineren

¹⁾ Das H oder Ch ist wie ein weiches hochdeutsches Ch auszusprechen.

²⁾ VAN HASSELT-HENKEL. Bd. I. S. 427.

³⁾ DE LUCA, Journal de Pharmacie. Troisième Série. Tome XLII. 1862. p. 396 bis 400.

Bewegungen. Ein Gefühl von Hochmuth und Zufriedenheit begleitete alles Denken über Vergangenheit und Gegenwart. Diese Erscheinungen verloren sich nach vier Stunden.

Frauen und Kinder sollen für die Wirkungen des Haschisch empfänglicher als Männer sein. Man findet in den Giftlehren angegeben, dass sich indische Fakire durch den Gebrauch von Haschisch oder von Gunja in Scheintod versetzen, so dass es möglich sei, sie für einige Wochen zu begraben und dann wiederzuerwecken. Ein Mann, der Jahre lang als Angestellter in Delhi und Agra lebte, den Himalaya und die angrenzenden Länder bereiste und der Sprachen kundig, mit Hindus und Muhammedanern aller Klassen in Berührung kam, erklärte mir das Ganze, wie ich erwartete, als Fabel. Er bestätigte dagegen, dass die Sufi den Haschisch oder den Bhang benutzen, sich in einen ungewöhnlichen Krampfstand zu versetzen oder sich gegen die bei den Processionen öffentlich zur Schau getragenen Selbstquälereien, das Durchstechen der Zunge mit Nadeln oder das Aufspießen am Rücken unempfindlicher zu machen.

§. 1282. Brachte ich ungefähr einen Decigramm Haschisch der gewöhnlichen orientalischen Sorte unter die Rückenhaut eines ersten und eben so viel einer feineren Art unter die eines zweiten Frosches, so schienen die Thiere nach einigen Stunden lebhafter zu athmen und wurden nach ungefähr neun Stunden auffallend träge. Sie erholten sich aber wiederum über Nacht vollständig. Die Rückenhaut dessen, der die schlechtere Probe erhalten hatte, verschwärzte später an der Anwendungsstelle. Führte ich eine Mischung von Gummilösung und des Auszuges von indischem Hanf in ähnlicher Weise ein, so athmeten die ruhig sitzenden Frösche nach fünf Stunden schneller. Berührte man sie, so hüpfen sie lange Zeit so stürmisch herum, dass sich hierdurch der Zustand der Aufregung deutlich verieth. Das eine Thier zeigte ihn noch am folgenden Tage, während das andere um diese Zeit auffallend ruhig erschien. Beide überlebten die Vergiftung.

5. Blausäure und andere Cyanpräparate.

§. 1283. Da die von SCHEELE 1782 entdeckte, von ITTNER 1809 zuerst in reinem Zustande gasförmig und 1811 von GAY-LUSSAC tropfbarflüssig dargestellte Blausäure bei 26°,5 C. unter einem Luftdrucke von 760 Millimetern kocht, so kann es nicht befremden, wenn sie schon bei gewöhnlicher Wärme der Atmosphäre

Dämpfe entlässt, die mit der Athemluft eingesogen Kopfschmerz, Schwindel, Sinnestäuschungen, die Empfindung der Zusammenschnürung im Schlund, ein Gefühl von Muskelschwäche und Athembeengung erzeugen. Die grosse Flüchtigkeit bedingt es auch, dass das Riechen der Säure die Geschmacksempfindung derselben hervorzurufen pflegt.

§. 1284. Tödtet auch die vollkommen reine Blausäure nach wenigen Secunden, so spricht dieses doch nicht nothwendiger Weise dagegen, dass der Blutlauf das Gift dem Gehirne zugeführt hat. Der erste Uebertritt in die Blutgefässe fordert nur einen kleinen Bruchtheil einer Secunde. Die Kreislaufsdauer beträgt aber nach VIERORDT¹⁾ 13,5 bis 21,8 Secunden im Hunde. Die Katze lieferte im Durchschnitt 6,7, das Kaninchen 7,8, das Meerschweinchen 7,1 und das Eichhörnchen 4,4 Secunden. Starben auch Katzen und Hunde in einer halben Minute, so kann indessen schon das Blut eine gewisse Menge von Blausäure dem Gehirn mitgetheilt haben. Die Angabe, dass Kaninchen oder Ratten, deren Kopf man über einer mit den Dämpfen wasserfreier Blausäure gefüllten Flasche hielt, nach 2 bis 3 Secunden todt waren, braucht keineswegs übertrieben zu sein. Sie zeugt aber nicht gegen die Zuleitung des Giftes zu dem Gehirn, weil die Stromgeschwindigkeit des Blutlaufes eine Function der Anzahl der Pulsschläge ist, diese aber in kleinen Thieren grösser ausfällt und überdiess in der durch das Anfassen geängstigten Ratte noch mehr zunimmt. Setzt man sie, da keine Untersuchungen über ihre Blutgeschwindigkeit vorliegen, dem Eichhörnchen gleich, so hat dieses im Durchschnitt 320 Pulsschläge in der Minute. Da die Kreislaufsdauer 4,4 Secunden beträgt, so ist sie nach 23,3 Pulsschlägen beendet. Das Blut kann daher eine nicht unbedeutende Blausäuremenge in das Gehirn eines jungen Eichhörnchens, das schon 430 Pulsschläge in der Minute unter gewöhnlichen Verhältnissen hat, in 2 bis 3 Secunden geführt haben. Die rasche Uebertragung ist noch dadurch erleichtert, dass die Dämpfe des Giftes in den Lungen, schnell aufgesogen, unmittelbar in die Lungenblutadern gelangen und daher der grösste Theil des Lungenkreislaufes erspart wird. Nimmt man an, dass ein Molecül Blut den grossen und den kleinen Kreislauf eines Menschen, der

¹⁾ C. VIERORDT, die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes. Frankfurt a/M. 1858. 8. S. 114. fgg. Vgl. auch dessen Grundriss der Physiologie. Dritte Auflage. Tübingen 1864. 8. S. 136. 137.

70 Pulsschläge in der Minute hat, während 28 Herzschlägen durchsetzen kann, so würden die ersten Blausäuremengen nach weniger als 24 Secunden in dem Gehirn anlangen, wenn selbst die Bahn durch den kleinen Kreislauf nicht umgangen worden. Die Tödtung eines Menschen in einer halben Minute oder einer noch kürzeren Zeit liegt daher nicht ausserhalb der Grenzen der Möglichkeit.

§. 1285. Die leichte Zersetzbarkeit der reinen Blausäure bedingt es nicht selten, dass die Wirkungen des Giftes unvollkommen ausfallen. Ist die Flüssigkeit vor längerer Zeit bereitet worden und hat sie besonders durch den Zutritt der Luft oder das Licht gelitten, so bilden sich Paracyanogen, Ammoniak und andere Zersetzungsproducte. Ein brauner Niederschlag oder eine dunkle Färbung der sonst wie Wasser aussehenden Blausäure zeigt diese Veränderung an. Die concentrirte Säure hält sich meist nur bei niederen Wärmegraden und selbst dann nicht lange unverändert. Man pflegt sie daher frisch bereitet in Eis aufzubewahren. Verdünnte kann noch nach Jahren mit solcher Kraft wirken, dass die Einführung von ein paar Tropfen in den Bindehautsack ein Kaninchen in wenigen Secunden tödtet. Der Zusatz einer geringen Menge von Schwefelsäure oder einer anderen Mineralsäure verhütet oft die Selbstzersetzung der Blausäure. Man kann sich die Wirkung dadurch zu erklären suchen, dass die Säure beigemengte organische Körper, welche die allmähliche Zerlegung begünstigen, zerstört. Die Ursache, wesshalb die Einführung grosser Massen von Blausäure in den Magen von Pflanzenfressern, wie des Pferdes, des Schafes, des Elephanten erst nach längerer Zeit oder gar nicht tödtet, lässt sich nicht mit Sicherheit angeben. Es wäre möglich, dass die Erscheinung einerseits von der Zersetzung der Säure durch die Nahrungsmittel und andererseits von der Schwierigkeit, die z. B. der Pferdemagen der Aufsaugung entgegensetzt (§. 851.), herrührte.

§. 1286. Wirkt eine grössere Gabe der nicht zu verdünnten Säure blitzartig, so sinkt der Mensch oder das Thier zusammen, ohne in Krämpfe zu verfallen. Ein gellender Schrei, der häufig ausgestossen wird, bildet wahrscheinlich nicht den Ausdruck des Schmerzes, sondern nur der Reizung, welche die plötzliche Tödtung des verlängerten Markes und der Seitenstränge des Rückenmarkes auf die Athem- und die Stimmuskeln ausübt. Die Augen der Leiche glänzen oft wie die des lebenden Geschöpfes. Kaninchen, die ein paar Tropfen in den Bindehautsack eingeführter Blausäure in einem Augenblicke getödtet haben, bewahren noch

die Empfänglichkeit des Rückenmarkes, der Muskeln des Gesichtes und der Gliedmaassen für die Schläge des Magnetelektromotors während einer Reihe von Minuten. Das vergiftete Auge ragt bisweilen auffallend zur Augenhöhle heraus.

§. 1287. Kleinere Gaben von verdünnter Blausäure oder grössere von schwach blausäurehaltigen Flüssigkeiten, wie des Bittermandel- oder des Kirschlorbeerwassers ¹⁾, des unreinen, nicht aber des nur reizend wirkenden reinen ätherischen Bittermandelöls, der blausäurehaltigen Liqueure, z. B. des Kirschwassers, des Persico, des Marasquino, endlich entsprechende Mengen der Lösungen von Cyanverbindungen, wie des Cyankaliums, des Cyanquecksilbers oder des Schwefelcyan- oder Rodankaliums, die langsamer tödten, können Schwindel, Erblassen, Kälte der Haut, klebrige Schweisse, vermehrte Speichelabsonderung, im Anfange Beschleunigung und Unregelmässigkeit des Herzschlages und hierauf Abnahme der Stärke desselben, Aussetzen des Pulses, ungleiche, von langen Pausen unterbrochene krampfhaft und langsame Athembewegungen, unwillkürliche Entleerungen von Koth und Harn, Starrheit des Blickes, Eingenommenheit des Kopfes, heftige Schmerzen im Hinterhaupte, Schlafsucht, Bewusstlosigkeit, Muskelzittern und ausgedehntere Wechsel- oder Starrkrämpfe herbeiführen. Die grauen Massen des centralen Nervensystemes scheinen früher als die weissen zu leiden. Die durch Hautreize hervorzurufenden Reflexbewegungen verlieren sich eher als die, welche man mittelst der Reizung der Hinterstränge des Rückenmarkes erhält. Die grosse Flüchtigkeit der Blausäure hat zur Folge, dass der Athem, das Aufstossen, die Blähungen des Lebenden und die verschiedensten Theile der Leiche und unter diesen auch oft das Gehirn den eigenthümlichen Geruch der bitteren Mandeln verbreiten. Sie kann auch die Wiederherstellung in glücklichen Fällen wesentlich begünstigen. Eingenommenheit des Kopfes, Mattigkeit und selbst Durchfälle bleiben dann für einige Zeit zurück.

§. 1288. Der nervenlähmende Einfluss der Blausäure erklärt es, wesshalb man die aufregende Wirkung des schwarzen Kaffees durch Bittermandel- oder Kirschlorbeerwasser vermindern kann und der Arzt oft diese Flüssigkeiten als Beruhigungsmittel

¹⁾ Der Nachweis des sehr ungleichen Blausäuregehaltes dieser Flüssigkeiten, wie sie gewöhnlich von dem Arzte gebraucht werden, und ein Verfahren, ein Bittermandelwasser mit beständiger Menge von Blausäure herzustellen, findet sich bei J. SCHLAGDENHAUFFEN, *Faits relatifs à l'histoire de quelques composés du cyanogène*. Strasbourg 1863. 4. p. 14—26.

mit Erfolg gebraucht. Gab STANNIUS Fröschen Strychnin, nachdem sie vorher wässrige Blausäure erhalten hatten, so fehlten später die Krämpfe oder traten nur spurweise auf. Die langsame Vergiftung mit diesen, oder anderen Blausäurepräparaten kann Kopfschmerz, Schwindel, Unfähigkeit zu geistigen Arbeiten, Betäubung, Schwarzsehen, Ohrensausen, reichlichere Speichelabsonderung, Uebelkeiten, Athembeschwerden und angeblich auch Speichelfluss, Entzündung des Zahnfleisches und Mundgeschwüre erzeugen.

§. 1289. Das Emulsin und das Amygdalin bilden zwei an und für sich unschädliche Stoffe. Sie erzeugen aber Blausäure, sowie sie auf einander wirken können. Dieser Zersetzungsprocess bedingt nach LIEBIG und WÖHLER den Blausäuregehalt des Bittermandelwassers. Gibt man einem Kaninchen zuerst eine wässrige Amygdalinlösung und bald darauf eine Emulsion von süßen Mandeln, so findet sich die Blausäurevergiftung nach nicht kurzer Zeit ein. Das Thier stirbt rasch und zwar meistens unter mehr oder minder lebhaften Wechselkrämpfen. Da ein Mensch täglich bis zu einer Drachme Amygdalin ohne Nachtheil zu nehmen im Stande ist, so kann leicht eine gleichzeitige, absichtliche oder zufällige Verabreichung einer Emulsion zur Vergiftung desselben führen. Beide Körper wirken auch, obgleich bisweilen langsamer, wenn man sie in den Mastdarm eingeführt hat. Die Vergiftung fehlt dagegen nach KOELLIKER und H. MÜLLER, sowie das Amygdalin in das Blut eines Kaninchens gespritzt und das Emulsin in den Darm gebracht worden. Das Umgekehrte dagegen lässt den schädlichen Blausäureeinfluss zum Vorschein kommen. Wir haben schon §. 852. gesehen, dass es auf Täuschung beruhte, wenn man eine eigenthümliche Wirkung der Vagustrennung auf die des Amygdalins und des Emulsins finden wollte.

§. 1290. Nicht nur Pflanzen aus der Gruppe der Amygdaleen, wie die bitteren Mandeln (*Amygdalus communis* var. *amara*, *A. persica*), der Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*) und andere *Prunus*-arten (*P. padus*, *avium*, *spinosa*, *domestica*, *cerasus*, *mahaleb*), sondern auch die zu den Pomaceen gehörenden Birnen, Aepfel, die Schlehdorn- oder *Crataegus*-arten (*Crataegus oxyacantha*), die Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*, *hybrida*, *torminalis*) und andere Pflanzen (*Cotoneaster vulgaris*, *Amelanchier vulgaris*) können Blausäure liefern. Die Cassave- oder Maniokwurzel (*Jatropha Manihot*) soll desshalb schon einen Menschen in einer Gabe von 2 Grammen tödten können. Die Blausäure ist aber nicht als solche von vorn

herein vorhanden. Sie entsteht erst dadurch, dass sich das vorhandene Amygdalin und Emulsin in Blausäure, Bittermandelöl (Benzoylwasserstoff), Zucker und Ameisensäure unter dem Zutritt von Wasser zerlegt.

§. 1291. Die lähmenden Wirkungen, welche die Blausäure zunächst auf die grauen Massen des Gehirns und dann auf die des verlängerten Markes und des Rückenmarkes ausübt, lassen nur selten die Zeichen gesteigerter Reizbarkeit zum Vorschein kommen. Frösche sterben oft in aller Stille, ohne dass eine vergrösserte Reflexempfindlichkeit oder Krämpfe vorgehen. Die Tastempfindlichkeit und mit ihr das Vermögen, Reflexbewegungen zu erzeugen, verlieren sich früher als die der Reizung der weissen Masse des Rückenmarkes nachfolgenden Zusammenziehungen. Die Erregungsfähigkeit der Nervenstämmе hört in centrifugaler Richtung auf. Die der Muskelmasse geht zuletzt zu Grunde. Nur die Herzschläge beschleunigen sich bisweilen, ehe sie langsamer werden, bis das endlich von Blut ausgedehnte Herz stillsteht. Die Einspritzung von Bittermandelwasser in den Mastdarm eines Frosches kann die §. 626. erwähnte Reizbarkeitserhöhung des Rückenmarkes hervorrufen.

§. 1292. Taucht man den Nerven oder den Muskel eines galvanischen Froschpräparates in verdünnte Blausäure, so verlieren sich nach und nach die Lebenskräfte desselben. Sie können sich erholen, nachdem die Theile eine Zeit lang an der Luft gelegen haben und die Blausäure wiederum abgedunstet ist. Man macht die gleiche Erfahrung, wenn die örtliche Anwendung des Giftes die Hautempfindlichkeit abgestumpft hat.

§. 1293. Die älteren Versuche von GAZAN, CALLIES¹⁾ und BERNARD und die neueren von SCHLAGDENHAUFFEN²⁾ lehrten, dass die gewöhnlich für unschuldig gehaltenen Eisencyanverbindungen, wie das Blutlaugensalz oder das Eisenkaliumcyanür, das Gmelin'sche rothe Salz oder das Eisenkaliumcyanid und die Eisencyanwasserstoffsäure oder die Ferridcyanwasserstoffsäure, Säugethiere tödten, wenn sie in grossen Gaben verabreicht werden. Bedient man sich oft genug des Blutlaugensalzes zu physiologischen Aufsaugungsversuchen, um später den Uebertritt desselben in das Blut oder die Gewebe durch das

¹⁾ CHRISTISON, a. s. O. S. 781. 782.

²⁾ SCHLAGDENHAUFFEN, a. a. O. p. 80—87.

mittelst Eisenchlorid erzeugten Berlinerblau nachzuweisen, so bemerkt man keine gleichzeitigen Giftwirkungen, weil die gebrauchten Mengen hinter den schädlichen weit zurückzubleiben pflegen. SCHLAGDENHAUFFEN¹⁾ konnte acht Tage lang 0,5 Grm. Blutlaugensalz, das er in zwei Cubikcentimetern Wassers gelöst hatte, mit der Schlundsonde in den Magen von Kaninchen täglich einführen. Stieg er hierauf auf eine Tagesgabe von 2 Grm., so wurden die Thiere am fünften Tage todt gefunden. Die Giftwirkung der Eisencyanverbindungen verstärkt sich, wenn eine Säure, z. B. Essig nebenbei vorhanden ist, weil dann die Blausäure im Magen leichter frei wird.

§. 1294. Die durch die Wirkung von Salpetersäure auf Eisencyanverbindungen entstehenden Nitroprussiate, wie das Nitroprussidnatrium oder Kalium, zersetzen sich in dem Magen des Kaninchens in Blausäure und Berlinerblau. Der Gährungserreger und nicht die freie Säure bildet den Grund der Erscheinung²⁾. Man kann die gleiche Zerlegung durch Bierhefe herbeiführen. Das Nitroprussiatkalium wird im Dünndarm in Blutlaugensalz und in Cyankalium verwandelt. Frösche verlieren zuerst die willkürlichen und die Reflexbewegungen, bis endlich der Herzschlag aufhört. Die Wirkung stimmt im Wesentlichen mit der des Cyankalium überein.

§. 1295. Besitzt auch das Rhodan- oder das Schwefelcyankalium lähmende Wirkungen nach den Versuchen von BERNARD, SETSCHENOW und SCHLAGDENHAUFFEN³⁾, so kommen diese doch erst in grösseren Gaben in Kaninchen zum Vorschein. Die Mengen dieser Verbindung, die man gewöhnlich in dem Speichel des Menschen antrifft und die bei dem durch Quecksilber oder durch Iod erzeugten Speichelflusse zu fehlen, bei organischen Magenkrankheiten dagegen zuzunehmen scheinen, sind jedenfalls immer so unbedeutend, dass sie keine Giftwirkung ausüben können. Man hat, so viel ich weiss, bis jetzt nicht untersucht, ob die Absonderung der Giftdrüsen der giftigen Schlangen grössere Mengen von Rhodankalium enthält oder nicht.

§. 1296. Das schwefelsaure Allyl-Ammonium oder das Thiosinnamin, das sich bei der Wirkung von wässrigem Ammoniak auf ätherisches Senföl bildet, erzeugt Nervenaufrregung, Herzklopfen und Schlaflosigkeit. Es geht nach WÖHLER und FRERICHS

¹⁾ SCHLAGDENHAUFFEN, a. a. O. p. 80. 81.

²⁾ SCHLAGDENHAUFFEN, a. a. O. S. 97—100.

³⁾ SCHLAGDENHAUFFEN, a. a. O. p. 101. 102.

in Schwefelecyanammonium in dem Körper des Menschen oder des Thieres über. SCHLAGDENHAUFFEN¹⁾ dagegen schliesst aus seinen an Kaninchen angestellten Urinuntersuchungen, dass der eingeathmete Sauerstoff den grössten Theil des Thiosinnamins zu Harnstoff oxydirt und nur eine sehr geringe Menge von Schwefelecyanammonium wegen mangelhafter Sauerstoffwirkung entsteht. Der Gehalt des Urines an Harnstoff und an Schwefelsäure nimmt in gleichem Verhältnisse mit dem eingeführten Thiosinnamin zu. Das Blut erscheint harnstoff- und zuckerreicher. Die Leber führt ebenfalls mehr Zucker als gewöhnlich. Dieser lässt sich auch in dem Harn nachweisen. Der Brechweinstein zeichnet sich dadurch aus, dass er sich des Sauerstoffes bemächtigt, wenn er mit Uebermangansäure, Chromsäure, Iodsäure, Molybdänsäure oder den Salzen dieser Säuren in Verbindung kommt. Spritzte SCHLAGDENHAUFFEN²⁾ eine Lösung, die 0,10 Grm. Brechweinstein, 0,50 Grm. Thiosinnamin und 5 Cubikcentimeter Wasser enthielt, in die Drosselblutader eines Kaninchens, so führte später der Harn eine grosse Menge unveränderten Thiosinnamins, weil der Brechweinstein den Sauerstoff, der sonst auf das Thiosinnamin wirkt, aufgesogen hatte. Die Giftwirkungen, der Verlust der Willkürbewegungen zuerst in den Vorder- und dann in den Hinterbeinen, die Schlafsucht, die Kraftlosigkeit, die geringere Zahl der Athemzüge und der Herzschläge und die Abnahme der Eigenwärme der Kaninchen kehrten in beiden Fällen wieder.

§. 1297. Viele Cyanmetalle, das Cyankalium, das Cyanammonium, das Cyanquecksilber zeichnen sich durch ihre heftigen Giftwirkungen aus. Liess ich die Muskelcurven eines enthirnten Frosches, unter dessen Rückenhaut ich einige Krystalle von Cyanquecksilber gebracht hatte, aufschreiben, so nahmen die Hubhöhen ab, ohne dass stürmische Zusammenziehungen zum Vorschein kamen. Es fiel mir aber auf, dass die Reizung des rechten Hüftnerven lebhaftere Reflexbewegungen in dem linken Hinterbeine erzeugte. Sie waren oft stärker als die unmittelbaren des rechten und dauerten fort, während der rechte Wadenmuskel nicht mehr antwortete. Obgleich MURRAY, DUPUY und zum Theil ORFILA und HERBST das Einathmen von Ammoniakdämpfen nach Blausäurevergiftungen empfohlen haben, so lehrten doch die Erfahrungen von COULLON und SCHUBARTH, dass die durch Ammoniak neutralisirte

¹⁾ SCHLAGDENHAUFFEN, a. a. O. p. 103 fgg.

²⁾ SCHLAGDENHAUFFEN, a. a. O. p. 113.

Blausäure Vögel und Sängerihiere schon in kleinen Gaben rasch tödtet¹⁾).

6. Pupillenändernde Gifte, besonders Belladonna und Calabarbohne.

§. 1298. Führt die Vergiftung irgend einer Art zur Lähmung des dritten Hirnnerven (N. oculomotorius), so erweitert sich das Sehloch des Auges und verhartet in diesem Zustande bis nach dem Tode des Thieres trotz allen Lichtwechsels. Dieses schliesst aber nicht aus, dass eine bedeutende Verengung später nachfolgt. Man sieht es nicht selten nach Strychnin- oder nach Blausäurevergiftungen. PLINIUS²⁾ kannte schon die pupillenerweiternde Wirkung zweier Anagallisarten und RAY (1686) die der Tollkirsche. HIMLY führte den Gebrauch dieser und des Bilsenkrautes in die Augenheilkunde ein.

§. 1299. Man nennt Mydriatica oder pupillenerweiternde Gifte eine gewisse Zahl von Körpern, von denen schon kleine Gaben das Sehloch bedeutend vergrössern und auf das Auge überhaupt nachdrücklich wirken³⁾. Die Stärke, mit der die Blausäure die Nerventhätigkeiten lähmt, bedingt es, dass man schon das Kirschwasser und andere blausäurehaltige Flüssigkeiten hierher gerechnet hat. Eine Reihe von Pflanzen aus der an Giftgewächsen so reichen Gruppe der Nachtschatten (Solaneen) zeichnet sich als pupillenerweiternde Körper vorzugsweise aus. Die Tollkirsche (*Atropa Belladonna*), das Bilsenkraut (*Hyoscyamus niger*, *albus* und andere Arten) und der Stechapfel (*Datura Stramonium* und die sehr giftige *D. Metel Ostindiens*) gehören vorzugsweise hierher⁴⁾. Eine so innige Beziehung zum Auge tritt dagegen in anderen nicht minder giftigen Pflanzen der Nachtschattengruppe, in den schädlichen Nachtschattenarten (*Solanum nigrum* und *dulcamara*) und dem aus ihnen darstellbaren Solanin und in den Tabakpflanzen (*Nicotiana tabacum*, *macrophylla*, *rustica* u. s. w.) und dem so

¹⁾ CHRISTISON, a. a. O. S. 780.

²⁾ Eine Zusammenstellung der literarischen Angaben findet sich z. B. bei E. F. PETRINUS, Nonnulla de mydriaticis atque mydriasi. Lipsiae 1857. S. p. 3—15.

³⁾ Man hat daher die Pupillenerweiterung als gerichtlich medicinisches Kennzeichen empfohlen. Siehe F. RUNGE, De nova methodo veneficinium Belladonnae, Daturae nec non Hyoscyami explorandi. Jenae 1819. S. p. 25.

⁴⁾ Versuche über die örtliche Anwendung zahlreicher Arzneien und Gifte auf das Auge und andere Theile finden sich bei J. HORRE, Die Nervenwirkungen der Heilmittel. Vier Hefte. Leipzig 1855. 56. S.

giftigen Nicotin nicht hervor. Die Nicotinvergiftung erzeugt sogar immer nach HIRSCHMANN eine Verengerung und keine Erweiterung des Sehloches. SCHROFF, LEONIDES, VON PRAAG, DE RUITER und PETRINUS¹⁾ betrachten die Pupillenvergrößerung als ein charakteristisches Merkmal der Vergiftung durch Eisenhut (*Aconitum ferox*, *napellus* und andere Arten) oder Aconitin. STROHL²⁾ dagegen fand stets eine Verengerung in Kaninchen. Man erhält oft die Erweiterung durch Digitalin, Coniin, Ergotin und viele andere tödtende Verbindungen. Eine Verengerung kann ihr vorangehen³⁾.

§. 1300. Keine der europäischen Pflanzen wirkt auf die Regenbogenhaut mit solchem Nachdrucke wie die Tollkirsche. Alle Theile dieser Pflanze besitzen giftige Eigenschaften. Die meisten Unglücksfälle entstehen aber durch den Genuss der Beeren, deren schöne rothe Farbe Kinder und Erwachsene nicht selten verführt. Das von BRANDES 1818 entdeckte Atropin, das in der Pflanze mit Aepfelsäure verbunden ist, wirkt so stark, dass erst 200 Theile des Extractes, 360 der Wurzel und 600 des Krautes einem Theile des Alkaloides nach GEIGER⁴⁾ entsprechen sollen. $\frac{1}{1000}$ Gran Atropin erweiterte das Sehloch eines Hundes in den Versuchen von HONOLD und RIECKE⁵⁾. Ein Tropfen, der $\frac{1}{129600}$ schwefelsauren Atropins enthält, kann noch nach DE RUITER wirken. Die anderen aus der Tollkirsche dargestellten Körper, die Atropasäure, die zwei Arten von Belladonnin und das Pseudotoxin, sind noch zu wenig gekannt, als dass sich etwas Genaueres über ihre Eigenschaften angeben liesse.

§. 1301. Hat man eine passende Gabe des Tollkirschenextractes unter die Rückenhaut oder in eine Zungenwunde des Frosches gebracht, so verräth sich später ein Reizbarkeitszustand, der die heftigsten Starrkrämpfe nach leisen mechanischen Hautreizen erzeugt. Man begegnet hier wiederum der schon bei dem Strychnin angegebenen Eigenthümlichkeit (§. 1240.), dass die stürmischen Zuckungen und die vergrößerte Reflexempfindlichkeit in hohem

¹⁾ PETRINUS, a. a. O. p. 15. 16.

²⁾ G. HAHN, Essai sur l'Aconit. Strasbourg 1863. 4. p. 25.

³⁾ Vgl. H. BRAUN, Experimenta nonnulla ad illustrandum effectum atropini aliorumque quorundam mydriaticorum. Berolini 1859. 8. p. 35.

⁴⁾ VAN HASSELT-HENKEL. Bd. I. S. 295.

⁵⁾ C. HONOLD, Ueber die Erweiterung der Pupille durch Narcotica. Tübingen 1837. 8. S. 26.

Grade von einander unabhängig erscheinen. Das Thier kann die erhöhte Empfänglichkeit Stunden lang zeigen und später die längste Zeit betäubt und scheinodt daliegen, dessenungeachtet aber an dem folgenden Tage wiederum eben so munter sein, als wenn keine Vergiftung Statt gefunden hätte. Da sehr kleine Gaben von Atropin grossen des Belladonnaextractes entsprechen, so erklärt es sich hieraus, wesshalb jenes Alkaloid keine lange anhaltende Reizbarkeitserhöhung herbeizuführen, sondern rasch zu lähmen pflegt, sowie es nicht in sehr kleinen Mengen angewandt worden.

§. 1302. Die Tollkirschenvergiftung erzeugt häufig zuerst fieberhafte Aufregung und Pulsbeschleunigung, dann Pupillenveränderung, Gesichtstäuschungen, undeutliches Sehen, Hautjucken, bisweilen Trockenheit oder andere lästige Empfindungen im Halse ohne Vergrösserung des Durstes, Schlingbeschwerden und Brechneigung, später Lachen, nicht selten fortwährendes Sprechen, dem nachher Stimmlosigkeit folgen kann, und lebhafte Bewegungen der Gesichts- und der Körpermuskeln, phantastische Visionen, meist von Thiergestalten oder anderen beunruhigenden Gegenständen, Raserei, Herzklopfen und bisweilen Vermehrung der Pulsschläge bis auf 150 in der Minute, endlich Strangurie oder unwillkürliche Entleerung des Harnes und des Kothes, hin und wieder Krämpfe, immer dagegen Lähmung der Körpermuskeln, Blutüberfüllung und Hervorragen der Augäpfel, Hautröthe wie bei Scharlach, Schlafsucht, Abnahme der Zahl der Herzschläge und der der Athemzüge und zuletzt den Tod des comatösen Kranken. Man hat auch hier den Fall, dass die beunruhigendsten Zeichen vorübergehen. Eingenommenheit des Kopfes, Pupillenerweiterung und Störungen des Sehens oder selbst Blindheit bleiben oft vor der völligen Genesung zurück.

§. 1303. Das Eintröpfeln eines leichtflüssigen Belladonnapräparates oder einer wässerigen Atropinlösung in den Bindehautsack erweitert das Sehloch des Auges eines Menschen innerhalb ein bis zwei Stunden so sehr, so dass man sich dieses Mittels zur Erleichterung der Untersuchung mit dem Augenspiegel oder zu einzelnen Augenoperationen bedient. Die wässerige Feuchtigkeit eines Thieres kann dann eine hinreichende Atropinmenge enthalten, um das Sehloch eines anderen Auges zu vergrössern. Das Sehloch des zweiten Auges verengt sich dann nach RUETE in geringem Grade, vorzugsweise bei lichtscheuen Personen. Sein Durchmesser nimmt aber zu, sowie man die Lider des mit der Tollkirsche behandelten Auges schliesst. Belladonna- oder atropinhaltige Ueberschläge auf

eine ihrer Oberhaut beraubte Hautstelle führen leicht zu Pupillenerweiterung.

§. 1304. Wir haben schon §. 893. gesehen, dass das Atropin auf die mit einfachen Muskelfasern versehene Regenbogenhaut des Auges der Säugethiere ähnlich wie auf die des Menschen wirkt, die mit quergestreiften Fasern ausgestattete Iris der Vögel dagegen nicht ändert. Es ergab sich ferner, dass die Trennung keines der zu dem Auge gehenden Nerven, des Sehnerven, des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven, des Rollmuskel-, des äusseren Augenmuskelnerven oder des Halstheiles des sympathischen Nerven die Wirkung der Belladonna auf das Auge aufhebt. Sie kann sich noch an dem ausgeschnittenen Auge geltend machen. Selbst die Entfernung des sogenannten Pupillenschliessers (§. 890.) hebt sie nicht auf. Diese Thatsachen lehren, dass man es mit einer rein örtlichen, von dem Baue der Muskelfasern wesentlich bestimmten Wirkung zu thun hat. Es erklärt sich hieraus, wesshalb das Eintröpfeln einer gewissen Menge eines flüssigen Belladonnapräparates in den Bindehautsack des Auges die Regenbogenhaut nachdrücklicher ändert als die allgemeine Vergiftung, bei der nur eine geringere Menge mit dem Blute zum Auge gelangt. Das Atropin erweitert bisweilen das Sehloch eines völlig amaurotischen Auges, wenn ein noch so starker Lichtwechsel nicht mehr wirkt. Fehlt aber die Belladonnawirkung nach weiteren Fortschritten des Leidens, so haben sich indessen örtliche Entartungen nach und nach entwickelt. Die Angabe von SCHMIDT¹⁾, dass Menschen vorkommen, auf deren Regenbogenhaut die Belladonna nicht wirkt, lässt sich nur aus einer krankhaften Veränderung der Irisgewebe erklären.

§. 1305. Die bleibende Erweiterung des Sehloches hat zunächst zur Folge, dass sehr helles Licht eine grössere Menge von Strahlen in das Auge führt. Dieses wird daher leichter geblendet. Die Abweichung wegen der Kugelgestalt einer Linse entsteht dadurch, dass die Randstrahlen derselben einen der hinteren Linsenfläche näher gelegenen Brennpunkt als die Centralstrahlen haben. Obgleich der geschichtete Bau der Hornhaut und des Glaskörpers und vorzugsweise der der Krystalllinse die sphärische Abweichung wesentlich vermindern, so wird sie sich doch bei der durch die Belladonna erzeugten anhaltenden Pupillenerweiterung nachdrücklicher geltend machen und eine gewisse Undeutlichkeit des Sehens

¹⁾ RUETE, Ophthalmologie. Bd. I. S. 103. 104.

herbeiführen können. Diese verliert sich auch, wenn der Mensch durch die enge Oeffnung eines undurchsichtigen Schirmes sieht. Die Farbensäume, welche die Gegenstände nach stärkeren Belladonnawirkungen zu haben scheinen, lassen sich von demselben Gesichtspunkte aus erklären. Das Roth hat den kleinsten und das Violett den grössten Brechungscoefficienten. Jenes liefert also die längste und dieses die kürzeste Brennweite. Die ungleiche Brechung führt aber die verschiedenen Brennpunkte der mannichfachen Farbenstrahlen höchstens in der Mitte so zusammen, dass Weiss zum Vorschein kommt. Die Randbegrenzungen, welche sich diesen Vorthells nicht erfreuen, erscheinen daher in Farbensäumen. Das Auge wird zugleich weitsichtiger. Sein Fernpunkt rückt oft mehr hinaus, als sein Nahepunkt. Die gesehenen Gegenstände erscheinen daher kleiner. Da diese Belladonnawirkung wie die Anpassung überhaupt auch noch bei Irismangel möglich bleibt, so folgt, dass das Gift nicht bloss auf die Regenbogenhaut, sondern auch auf Innentheile des Auges, welche die Einrichtung desselben für verschiedene Entfernungen der Gegenstände vermitteln, also wahrscheinlich auf den Spanner der Aderhaut wirkt. Das Kleinersehen der Gegenstände wird im Allgemeinen am auffallendsten, wenn sie in die Nachbarschaft des jetzt von dem Auge weiter abstehenden Nahepunktes gebracht werden. Die Doppelbilder, welche die Belladonnawirkung häufig begleiten, lassen sich daraus erklären, dass das eine Auge mit seiner geringeren, aber nicht gänzlich fehlenden Anpassung fernsichtig bleibt, das andere dagegen sich mit Verschiedenheit der Abstände der genau gesehenen Gegenstände ändert. Ein scharfes Bild des fixirten Punktes entsteht also neben einem undeutlicheren. Trägt die Auffassung die beiden ungleichen Eindrücke nicht congruent auf dieselbe Stelle über, so wird ein Doppelbild wahrgenommen. Die Tollkirsche vermindert endlich nach GRAEFE die Spannung des Auges. Grössere äusserlich angewandte Belladonnagaben sollen Blindheit und ein lange nachhaltendes Gefühl von Steifheit der Augenmuskeln erzeugen können.

§. 1306. Der unter dem Namen des *Lactucarium* ¹⁾ bekannte eingetrocknete Milchsaft des zu den Cichoraceen gehörenden Salates, das *Thridaceum* der Alten, bildet ein im Ganzen unzuverlässiges Präparat. Es wird in der Regel aus *Lactuca sativa* in Deutschland

¹⁾ Das Geschichtliche über *Lactuca* und *Lactucarium* siehe bei H. HIRSCHFELD, *De Lactuca virosa et scariola*. Berolini 1833. 8. p. 7—21.

und aus *L. altissima* Bieb., *L. virosa* oder *L. scariola* in Frankreich, seltener aus anderen Lattigarten bereitet. Man findet Sorten von *Lactucarium*, die ohne allen Nachtheil genossen werden. Andere erzeugen Kopfschmerz, Schwindel, Uebelkeiten, Erbrechen und selbst Betäubung und Tod, wenn grosse Gaben genommen worden. Die Wirkungen auf die Regenbogenhaut des Menschen schwanken ebenfalls in hohem Grade. Die Versuche von GERBER¹⁾ ergeben keine sichere Pupillenänderung nach dem Einträufeln in den Bindehautsack von Kaninchen. Ein Klystier oder die subcutane Anwendung schien die Reactionen der Iris zu verlangsamen.

§. 1307. Die Calabar- oder Gottesurtheilsbohne (*Ordeal bean*), die sich durch ihre pupillenverkleinernde Wirkung oder als *Myoticum* auszeichnet, stammt von einer Leguminose, die BALFOUR wegen ihrer eigenthümlichen Narbenform *Physostigma venenosum* genannt hat. Sie dient an dem Calabarflusse in Afrika als sogenanntes *Esere* zu Gottesurtheilen und enthält ihr Gift nach JOBST und HESSE²⁾ nur in den Cotyledonen. Man kann es durch wiederholtes Ausziehen mit Weingeist vollständig entfernen, so dass dann ein Kaninchen fünf Grammen des getrockneten Rückstandes ohne Nachtheil verzehrte. Es besteht in einem Alkaloid, dem *Physostigmin*, nach dessen Genuss ein Kaninchen in einem von JOBST und HESSE angestellten Versuche umfiel, ziemlich bewegungslos liegen blieb und nach 25 Minuten verschied. Hatte CHRISTISON 0,8 Grm. einer solchen Bohne genossen, so litt er eine Viertelstunde später an immer zunehmendem Schwindel und Lähmung der willkürlichen Muskeln. Grosse Schwäche verband sich mit fast ungetrübter Geistesthätigkeit.

§. 1308. Die Wirkung dieses Giftes auf das Sehloch ist der des Atropins entgegengesetzt. Brachten JOBST und HESSE zwei Tropfen einer wässerigen *Physostigmin*-Lösung in das eine Auge eines Menschen, so war das Sehloch nach 10 Minuten bis auf $\frac{1}{20}$ seiner natürlichen Grösse verengt. Es verharrte ungefähr eine Stunde in diesem Zustande und erlangte seine frühere Grösse fünf bis sechs Stunden später. Die wässrige *Physostigmin*-Lösung verengerte die Pupille eines vor einer Stunde ohne Gift getödteten Kaninchens bis auf $\frac{1}{4}$ ihres früheren Durchmessers, wirkte nur schwach auf die

¹⁾ TH. A. GERBER, *Quomodo Lactucarium musculos iridis afficiat*. Berolini 1863. S. p. 17—30.

²⁾ JOBST und HESSE, *Annalen der Pharmacie*. Bd. CXXIX. 1864. S. 117.

Regenbogenhaut eines anderen, das nach dem Genuss von Cyankalium zu Grunde gegangen war und änderte die eines dritten, das sein Leben durch Physostigmin verloren hatte, gar nicht. Da sich dieses Alkaloid in reinem Zustande oder mit Säuren verbunden rasch zersetzt, so ist es zweckmässiger, den Weingeistauszug, als das gesonderte Physostigmin anzuwenden. Man bedient sich auch jetzt häufig des Calabarpapiers zu augenärztlichen Zwecken. Es besteht aus einem kleinen blauen, in quadratische Stücke getheilten Bogen, der mit einer den Giftkörper enthaltenden Flüssigkeit durchtränkt worden. Ein kleines Quadrat, das man in den Bindehautsack bringt, verengert nach einiger Zeit das Sehloch in hohem Grade. Es wirkt jedoch nach GRAEFE reizender und weniger beständig als die Extractlösungen. Da das Papier zurückbleibt, so tränkt HART dünne Streifen von Gallerte mit Calabarextract oder Atropin. Sie lösen sich in der Thränenflüssigkeit und reizen daher nicht wie die Papierquadrate.

§. 1309. ROBERTSON ¹⁾ bemerkte zuerst, dass ein auffallender Grad von Kurzsichtigkeit, der die Gegenstände näher und grösser erscheinen lässt und durch passende Concavgläser gehoben wird, der von FRASER entdeckten Verkleinerung des Sehloches vorangeht und sich auch wiederum früher als diese verliert. Das Sehloch des zweiten Auges vergrössert sich alsdann. GRAEFE ²⁾ fand, dass hippusähnliche Schwankungen des Pupillendurchmessers zu einer gewissen Zeit der allmählichen Verengerung eintreten. Der Mensch, in dessen Bindehautsack das Gift gebracht worden, erkennt diese Erscheinung leichter als ein Fremder, wenn er ein mit einer kleinen Oeffnung versehenes Metallblättchen dicht vor das Auge bringt und die scheinbare Grösse des Zerstreuungskreises, die nur von der Pupillenfläche bei gleichbleibender Anpassung abhängt, mit Aufmerksamkeit verfolgt. Das Vermögen der Regenbogenhaut, das Sehloch bei stärkerem Lichte zu verengern, bleibt auf allen Stufen der Einwirkung des Physostigmin erhalten. Die Verengerung selbst aber verharret im Durchschnitt drei Tage lang und kann über vier Tage fortdauern. Eine leichte Pupillenerweiterung folgt oft dem Aufhören derselben nach. Die scheinbare Beleuchtung der Gegenstände nimmt im Anfange der Verengerung des Sehloches ab. Diese Täuschung, die sich später,

¹⁾ Journal de Pharmacie. Troisième Série. Tome XLIV. 1863. p. 51. 52. und 351.

²⁾ GRAEFE, Archiv für Ophthalmologie. Bd. IX. Abth. III. 1863. S. 87—128.

wie es scheint, wegen der Empfindlichkeitserhöhung der Netzhaut verliert, fehlte in einem irislosen Kranken, den GRAEFE zu beobachten Gelegenheit hatte. Das Anpassungsvermögen desselben änderte sich unter dem Einflusse der Calabarbohnen in merklichem Grade. Eine Abnahme der Sehschärfe bei geringerer Beleuchtung gesellte sich zu jener Störung hinzu.

§. 1310. Man hat hier, wie bei der Tollkirsche, die Eigenthümlichkeit, dass sich die Aenderungen des Einrichtungsvermögens erst nach grösseren Gaben des Giftes nachdrücklich verrathen. Wie die Belladonna den Abstand des Fernpunktes und den des Nahepunktes vergrössert, so bringt die Calabarbohne beide näher an das Auge. Diese Verschiebung der Grenzen der Sehweite geht der Verengerung des Sehloches nur bei starken Gaben deutlich voran, während eher das Umgekehrte bei schwachen Statt findet. Die Kurzsichtigkeit verliert sich aber immer früher, als die Kleinheit des Pupillendurchmessers. Das durch sie bedingte Grössersehen der Gegenstände verräth sich am nachdrücklichsten, wenn sich diese in der Nachbarschaft des jetzt näher gerückten Fernpunktes befinden. Die Herrschaft über den inneren Augenmuskel, wie sie die Anpassung fordert, scheint durch die Calabarbohne ebenfalls zu leiden. Einzelne Menschen klagen noch über unangenehme Empfindungen im Auge. Sie fehlten in einem Manne mit vollkommenem Mangel der Regenbogenhaut. GRAEFE konnte dagegen an ihm die Aenderungen des Brechungszustandes des Auges unter dem Einflusse der Calabarbohnen eben so gut als unter dem des Atropins beobachten. Beide Gifte stimmen auch darin überein, dass sie auf die Iris von Kranken, die an Spinalamaurosen (§. 675.) leiden, wirken, dagegen keinen unmittelbaren Einfluss auf die mit quergestreiften Fasern versehene Regenbogenhaut der Vögel ausüben. Während aber die wässerige Feuchtigkeit eines Auges, das mit Atropin behandelt worden, auf das Sehloch eines anderen Auges, in das sie geträufelt wird, nach DE RUYTER wirkt, gelang es GRAEFE nicht, eine ähnliche Ausdehnung der Wirkung der Calabarbohne nachzuweisen. Hat man das Sehloch durch Atropin erweitert, so lässt sich ein Zwischenzustand der Verengerung durch eine sehr verdünnte Physostigminlösung einschalten, nach dessen kurzer Dauer sich der Einfluss der Belladonna wiederum kenntlich macht.

§. 1311. Hatte ich den linken Halssympathicus eines braunäugigen Kaninchens durchschnitten, so verkleinerte sich das Sehloch des linken Auges. Es besass dann eine länglichrunde Form mit grösserem

senkrechtem Durchmesser. Die Pupille des rechten Auges blieb grösser und rundlicher. Der linke äussere Gehörgang fühlte sich merklich wärmer als der rechte an. Brachte ich ein Quadrat von Calabarpapier in das rechte und ein anderes in das linke Auge, so waren die beiden Pupillen nach weniger als einer Stunde beträchtlich verengt. Der scheinbare Durchmesser (§. 491.) des Sehloches des rechten Auges betrug $4\frac{1}{3}$ Millimeter der Quere und $5\frac{1}{8}$ der Länge nach. Das linke gab in dieser Hinsicht $3\frac{1}{4}$ und 2 Millimeter. Die Sympathicusdurchschneidung verkleinerte nicht bloss das entsprechende Sehloch, sondern vergrösserte auch den Unterschied von Längen- und Querdurchmesser desselben. Da sich dieser zu jenem wie 1:1,18 in dem rechten und wie 1:1,63 in dem linken Auge nach der Einwirkung der Calabarbohne verhielt, so sieht man, dass diese die frühere durch die Sympathicustrennung erzeugte verhältnissmässige Verkleinerung des Sehloches nicht aufhob und die eigenthümliche eben vorgefundene Pupillenform noch auffallender als früher machte. Die erweiternde Wirkung der Tollkirsche führt zu den gleichen Erscheinungen.

7. Fingerhut, Tabak und Schierling.

§. 1312. Der Fingerhut (*Digitalis purpurea*, *ferruginea*, *lutea*, *grandiflora*, *laevigata* und *Thapsi*) bildet die giftigste Pflanze aus der Gruppe der Scrophularinen. Das in ihm enthaltene, von LE ROYER zuerst unkrystallinisch und später von PAUGUY krystallinisch dargestellte Digitalin, von dem es noch zwei Arten gibt, ein lösliches und ein unlösliches und das bei der medicinischen Anwendung der Tücke seiner Wirkungen wegen zur Vorsicht mahnt, kann schon in kleinen Gaben Menschen und Thiere tödten, wenn es gut bereitet ist. Die nach dem mässigen Gebrauche des Fingerhutes eintretende Abnahme der Zahl der Herzschläge¹⁾ verschaffte demselben einen Ruf, den es seiner übrigen Giftwirkungen wegen nicht verdient.

¹⁾ Wie manche Gifte als Mydriaca (§. 1298.) und andere als Myotica (§. 1323.) wirken, so hat man auch Körper, welche die Herzbewegungen verlangsamten und andere, die sie beschleunigen. Die als Kaumittel in dem tropischen Amerika benutzte Coca (*Erythroxylon coca*) nimmt in letzterer Hinsicht die erste Stelle nach MONTEGAZZA (P. MONTEGAZZA *Sulle virtu igieniche e medicinali della Coca e sugli alimenti nervosi in generale*. Milano 1859. 8. p. 43.) ein. Die Selbstbeobachtungen dieses Forschers ergaben warmes Wasser und die Aufgüsse von Thee, Caffee, Cacao, Mate und Coca als aufsteigende Reihenfolge der Flüssigkeiten, welche die Zahl der Pulsschläge vergrössern.

§. 1313. Die ärztliche Erfahrung hatte schon gelehrt, dass grössere Gaben von Fingerhutpräparaten oder kleinere von Digitalin die Menge der Pulsschläge in manchen Krankheiten, wie nach BOUILLAUD in fieberhaften Phlegmasieen, vergrössern und nicht herabsetzen. Der Puls eines Wassersüchtigen oder eines Herzkranken, der den Fingerhut gebraucht, wird oft häufiger und bisweilen härter, ehe die Verlangsamung auftritt ¹⁾. Spritzte TRAUBE den Aufguss des Fingerhutes in die Drosselblutader von Hunden zu wiederholten Malen ein, so sank zuerst die Zahl der auf die Zeiteinheit der Minute kommenden Pulsschläge bedeutend. Eine beträchtliche Beschleunigung derselben trat aber später plötzlich auf. Man hatte also hier einen ähnlichen Erfolg, wie ihn die elektrische Erregung der herumschweifenden Nerven ausübt, wenn sie zuerst reizend und später erschöpfend oder lähmend eingreift. Die Erfahrungen, die TRAUBE nach der doppelten Vagustrennung und der späteren Fingerhutvergiftung gewonnen hat, wurden schon §. 855. erwähnt. Die Versuche, welche LENZ und BIDDER an Hunden und Kälbern anstellten, führten zu dem Ergebniss, dass der Seitendruck des Carotidenblutes während der Abnahme der Pulsfrequenz durch den Digitalingebruch im Anfange wuchs und hierauf wiederum sank. Er nahm zuerst zu, wenn sich die Zahl der Herzschläge vergrösserte. Die mit dem Haemodromometer von VOLKMANN gleichzeitig angestellten Beobachtungen zeigten keinen bedeutenden Geschwindigkeitswechsel des Blutlaufes in der Halsschlagader an. VIERORDT ²⁾ fand den Umlauf des Blutes nach der Einspritzung von Digitalisaufguss um die Hälfte verzögert. Beruhigt sich der Herzschlag in Folge des Digitalisgebrauches, so kann auch die krankhaft erhöhte Eigenwärme wiederum abnehmen.

§. 1314. Die Tücke, welche das Digitalin verräth, wiederholt sich insofern für den Fingerhut, als sich die Wirkungen desselben allmählig steigern, die schädlichen Erfolge nicht selten unvermuthet auftreten und der häufige Genuss des Giftes die Nachtheile desselben durch Gewohnheit nicht so leicht beseitigt als für andere, die Thätigkeiten des Nervensystemes störende Körper. Sinnestäuschungen, Trockenheit in dem Munde und dem Schlunde oder Speichelfluss, Erbrechen und Unruhe im Unterleibe gehen den durchgreifenderen Vergiftungszeichen voran. Kopfschmerz, Schwindel, Schlaflosigkeit

¹⁾ Siehe schon F. MUTH, De Digitali purpurea. Kiliae 1839. 8. p. 15.

²⁾ VIERORDT, Stromgeschwindigkeiten. S. 187.

ein unangenehmes Hitzegefühl im Körper, Unregelmässigkeiten des verlangsamten oder beschleunigten Herzschlages zeigen sich später. Delirien, Ohnmachten, Schlafsucht, bisweilen Durchfälle, Verengerung und dann Erweiterung des Schloches, krampfhafter Blasenschluss, ein langsamer, schwacher und unregelmässiger Puls, Zuckungen treten vor dem Tode auf. Geringe Gaben des Fingerhutes können die Reflexempfindlichkeit des Frosches eben so gut erhöhen als die anderen Betäubungsmittel.

§. 1315. Die Versuche, welche STANNIUS¹⁾ über Fingerhut und Digitalin an Kaninchen und Katzen anstellte, lehrten, dass die Uebelkeiten und das Erbrechen in den Kaninchen immer mangeln, in den Katzen dagegen nur nach der unmittelbaren Einspritzung in das Blut, wahrscheinlich der raschen Lähmungswirkung wegen, ausbleiben. Da die Herzthätigkeit derselben nach grösseren Gaben des Giftes bald aufhört, man mag vorher die beiden herumschweifenden, die zwei sympathischen Nerven oder alle vier Stämme durchschnitten haben, so folgt, dass man hier keine von dem centralen Nervensysteme ausgehende Wirkung, wie bei dem Strychnin oder Morphin hat. Die Lähmung ergreift wahrscheinlich zuerst die Nerven und dann die Muskelfasern der Herzmasse. Steht auch das Herz vollkommen still, so können sich noch die Lungenblutadern periodisch zusammenziehen. Die fleischessende Katze ist für die Digitalinwirkung empfänglicher als das pflanzenfressende Kaninchen. Eine Eule und eine Krähe unterlagen ebenfalls früher als Tauben. Frösche zeigten sehr geringe Veränderungen. Die in Katzen so auffallende Herzlähmung fehlte in dem Kaninchen selbst nach der Einspritzung grösserer Digitalinmengen in das Blut. Die Muskelschwäche trat in einem Hunde weit mehr in den Vordergrund als in den Katzen.

§. 1316. Der Gebrauch des Tabaks, des Cohiba²⁾ der Ureinwohner von Haiti, beginnt in Europa mit der Rückkehr des Anfangs gehobenen und dann verstossenen Günstlings, WALTER RALEIGH, der auch das Urari zuerst aus Amerika brachte (§. 1242.). Die verschiedenen zu den Solaneen gehörenden *Nicotiana*arten (*Nicotiana tabacum*, *macrophylla*, *paniculata* u. s. w.) verdanken ihre Giftwirkungen dem an Citronensäure und Aepfelsäure gebundenen

¹⁾ STANNIUS, Arch. der physiol. Heilkunde. Bd. X. S. 177—209.

²⁾ A. v. SCHERZER, Aus dem Natur- und Völkerleben im tropischen Amerika. Leipzig 1864. 8. S. 269.

Nicotin¹⁾, das zu den heftigsten giftigen Alkaloiden gehört und eine farblose, sich nach und nach bräunende Flüssigkeit in reinem Zustande bildet. Es tödtet, von einer Wunde aus aufgesogen, mit grosser Schnelligkeit. Da es durch den Mastdarm rascher als nach der Einverleibung in den Magen wirkt, so muss dieses bei dem ärztlichen Gebrauche der Tabaksklystiere zur Vorsicht mahnen. Der Reiz des Tabakrauchens beruht auf den leise erregenden und später betäubenden Wirkungen der Giftmasse. Er gleicht in mancher Hinsicht dem der Einnahme geistiger Getränke. Beide Fehler, das Rauchen und das Trinken, haben auch das gemein, dass sich das Bedürfniss anhaltenden Genusses um so nachdrücklicher geltend macht, je tiefer sich die üble Gewohnheit eingenistet hat.

§. 1317. Das übermässige Tabakrauchen oder das Verschlucken grösserer Rauchmengen soll schon Menschen getödtet haben²⁾. Der Tribut, den jeder anfangende Raucher bei leichterem und der geübte bei schwererem Tabak entrichtet, besteht in Uebelkeiten und Erbrechen, dem Unregelmässigkeit des Pulses, Gesichtsblässe, Angst, kalter Sch weiss, Schwindel und in selteneren Fällen angeblich Schluchzen vorangehen. Ein allzustarkes Rauchen kann ein Aussetzen der Pulsschläge nach sich ziehen³⁾. NAMIAS⁴⁾ beobachtete einen Fall, in dem ein Mann seinen Körper mit Tabakblättern bedeckte, um das Zollgeld zu ersparen, bei dem Gehen schwitzte und sich auf diese Weise vergiftete. Der Gebrauch geistiger Getränke und des Opium stellte ihn wiederum her. Durchfälle, Muskelzittern, Abgeschlagenheit, Beschleunigung und später Verlangsamung des Herzschlages, erschwertes Athmen, Krämpfe bei noch vorhandenem Bewusstsein, blutige Stuhlgänge, unwillkürliche Harn- und Kothentleerungen und endlich der Tod folgen der stärkeren Tabakvergiftung, die unvorsichtige Tabakklystiere oder das Verschlucken einer grösseren Menge von Schnupftabak oder von Tabakabkochungen erzeugen. Die Untersuchungen von PARENT-DUCHATELET und D'ARCET lehrten, dass die Arbeiter in Schnupftabakfabriken an keinen eigenthümlichen durch ein Gift erzeugten Krankheiten leiden.

¹⁾ Ueber dessen Wirkung auf verschiedene Wirbelthiere siehe: FALCK und WACHENFELD, De Nicotini effectu in organismum animale. Marburgi 1848. 8. p. 4—22.

²⁾ So in zwei Fällen von GMELIN, wo 17 und 18 Pfeifen unmittelbar hinter einander geraucht worden. Vgl. CHRISTISON, a. a. O. S. 859., und VAN HASSELT-HENKEL. Bd. I. S. 311.

³⁾ DESCAINE, Comptes rendus. Tome LVIII. 1864. p. 1017.

⁴⁾ NAMIAS, Ebendas. Tome LIX. 1864. p. 90. 91.

Spritzt man eine Tabakabkochung in den Mastdarm des Frosches, so stellt sich oft eine so grosse Erhöhung der Reizempfänglichkeit ein, dass jede leise Erschütterung einen Anfall von Starrkrampf hervorruft.

§. 1318. Das Nicotin tödtet schon in kleinen Gaben mit auffallender Geschwindigkeit. Ein gellender Schrei des Säugethieres begleitet nicht selten die Wirkung. Es hängt von der Menge desselben ab, ob eine kurz dauernde Reizbarkeitserhöhung oder Starrkrämpfe der Lähmung vorangehen. Die Thätigkeit des Herzens, die es zuerst vergrössern kann und dann herabsetzt, und die der Empfindungsfasern erhalten sich längere Zeit als die der Bewegungsnerven.

§. 1319. Der mit anderen, unschuldigen Doldengewächsen, wie dem Körbelkraut oder der Petersilie, oft verwechselte Schierling (*Conium maculatum*), enthält ein sehr giftiges, tropfbar flüssiges und farbloses Alkaloid, das 1830 von GEIGER dargestellte Coniin, das mit Methylconiin gemischt und an Aepfelsäure gebunden in den Früchten der Pflanze in verhältnissmässig grösster Menge vorkommt. Der schädliche Einfluss des Schierlings, der wahrscheinlich (und nicht *Cicuta virosa*) zur Bereitung des *Κόνητον*, des Staatsgiftes der Griechen, diente, rührt von dem Coniin und angeblich von dem noch in der Pflanze vorhandenen Conhydrin her. Kranke können sich allmählig gewöhnen, immer bedeutendere Mengen von Schierling ohne Nachtheil zu nehmen. Obgleich das Coniin zu den kräftigsten Giften gehört, so scheint doch auch die tödtliche Gabe desselben mit Verschiedenheit seiner Darstellungsweise und daher seiner Reinheit zwischen bedeutenden Grenzen zu schwanken¹⁾. Man hat in dieser Hinsicht 1 bis 10 Gran angegeben. Die Einspritzung in das Blut tödtet blitzartig.

§. 1320. Eingenommenheit des Kopfes, Sinnestäuschungen, Schwindel, Schwerbeweglichkeit der Zunge, Muskelschwäche, ein Gefühl von Kraftlosigkeit und Abgeschlagenheit, Taumeln, Kälte und Empfindungslosigkeit der Haut, Abnahme der Zahl der Pulsschläge bis auf 30 oder 40 in der Minute, Athmungslähmung, Betäubung und Tod bilden die Hauptfolge der Schierlingsvergiftung. Das Sehloch erweitert sich erst am Ende des Lebens. Das Coniin lähmt nach SCHROFF vorzugsweise die Athmung und das linke Herz, während das rechte noch eine Zeit lang fortschlägt. Seine Wirkung

¹⁾ VAN HASSELT-HENKEL, a. a. O. S. 337.

soll 16 Mal so stark als die des Nicotin sein¹⁾. CHRISTISON²⁾ konnte ein mit Coniin vergiftetes Kaninchen eine Stunde lang, nachdem die Erstickungsgefahr begonnen hatte, mittelst der künstlichen Athmung am Leben erhalten.

8. Zeitlose, Nieswurz und Sabadille.

§. 1321. Die Gruppe der Colchiceen enthält drei in ihren schädlichen Wirkungen vielfach übereinstimmende Pflanzenarten, die Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*), den Niesswurz (*Veratrum album*) und die Sabadille (*Sabadilla officinalis*). Eine heftige Reizung der Theile, mit denen sie in Berührung kommen, gesellt sich zu den zuerst erregenden und später lähmenden Einflüssen auf das centrale Nervensystem.

§. 1322. Starkes Erbrechen und reichliche Durchfälle mit Schmerzen in dem Magen und dem Unterleibe, Hautblässe, kalter Schweiss, Abgeschlagenheit des Körpers und des Geistes, vermehrte Harnabsonderung, Krampfbeschwerden bei der Urinentleerung, Abnahme der Zahl der Pulsschläge, Wadenkrämpfe, Irrereden, allgemeine Krämpfe und bisweilen Betäubung gehen dem Vergiftungstode durch die Herbstzeitlose voran. Die Angaben, ob die Pflanze im Herbste oder im Sommer giftiger sei, widersprechen einander. Es ist eben so wenig festgestellt, ob die schädlichen Einflüsse derselben nur von dem in Wasser leicht löslichen Colchicin herrühren.

§. 1323. Der Niesswurz und die zur Vertilgung der Läuse oft gebrauchten, aus Mexico und den westindischen Inseln stammenden Sabadillsamen wirken in ähnlicher Weise. Sie stören jedoch die Thätigkeiten des Nervensystemes nachdrücklicher. Beide enthalten das von PELLETIER und CAVENTOU 1819 entdeckte Veratrin, das in ihnen vorzugsweise mit Galläpfelsäure verbunden sein soll. Es stimmt mit dem 1819 von MEISSNER gefundenen Sabadillin überein. So wenig sich dieses Alkaloid in Wasser löst, so leicht werden von diesem die Salze, wie chlorwasserstoffsäures Veratrin, aufgenommen. Die rothe Färbung durch Schwefelsäure lässt noch geringe Mengen von Veratrin erkennen.

§. 1324. Das scharf schmeckende Alkaloid erzeugt reichlichen Speichelfluss, wenn es in die Mundhöhle und das heftigste Niesen

¹⁾ VAN HASSELT-HENKEL, a. a. O. S. 338.

²⁾ A. CH. A. POEHLMANN, Physiologisch-toxicologische Untersuchungen über das Coniin. Erlangen 1838. S. S. 20. und 36.

und vermehrte Thränenabsonderung, nachdem es in die Nasenhöhle eingeführt worden. Die an Hunden angestellten Beobachtungen von MAGENDIE ¹⁾ und zum Theil von FORCKE ²⁾ lehrten, dass das in den Darmcanal eingeführte Veratrin zuerst örtlich reizend wirkt und Zusammenziehungen der Muskelhaut an der Anwendungsstelle erzeugt. Reichlichere Gaben führen zu Erbrechen, Durchfällen, Beschleunigung der Herz- und der Athembewegungen, Starrkrämpfen und endlich dem Tode, sie mögen in den Nahrungscanal, eine seröse Höhle oder unmittelbar in das Blut gebracht werden. Die Einführung in eine Vene tödtet sogleich nach ANDRAL in einem Anfalle von Starrkrampf. Frösche, die mit Veratrin vergiftet worden, werden zuerst leicht von selbst oder nach Hautreizen tetanisch. Die Lähmung der willkürlichen Muskeln und des Herzens folgt später nach. Der Gebrauch von weisser Nieswurz tinctur vergrössert nach HERING die Menge der Pulsschläge von Pferden um das Zwei- bis Dreifache. Die Kreislaufsdauer bleibt aber in der Regel unverändert.

§. 1325. Der innere Gebrauch kleiner Veratringaben erzeugt nach FORCKE ³⁾ eigenthümliche Hautgefühle, deren Beschaffenheit und Oertlichkeit mit Verschiedenheit der Personen wechselt. Halbgelähmte Theile verfallen leicht in zuckende Bewegungen. Erbrechen zeigt sich häufiger bei Kindern als in Erwachsenen. Die äussere Anwendung des Veratrins führt zu der Empfindung des Prickelns nicht bloss an der Berührungsstelle, sondern auch oft in entfernten Theilen, vorzugsweise den Fingerspitzen.

§. 1326. Künftige Erfahrungen werden entscheiden müssen, ob und wie sich die in dem Nieswurz noch vorkommende Veratrin-säure, das aus ihm und der Sabadille darstellbare, von dem Veratrin verschiedene Sabadillin, sowie die der Sabadille angehörenden Körper, die man als Sabadillsäure und Cevadinsäure beschrieben hat, bei den Giftwirkungen jener Pflanzen theiligen.

9. Anilin und dessen Farbstoffe.

§. 1327. Das bei der Bereitung des Leuchtgases als Neben-erzeugniss auftretende Steinkohlentheer und das aus diesem

¹⁾ F. MAGENDIE, Vorschriften für die Bereitung und Anwendung einiger neuen Arzneimittel. Dritte Auflage. Leipzig 1824. 8. S. 45. 46.

²⁾ F. A. FORCKE, Physiologisch-therapeutische Untersuchungen über das Veratrin. Hannover 1837. 8. S. 18—20.

³⁾ FORCKE, Ebendasselbst. S. 21.

durch Destillation gewonnene Theeröl enthält zunächst das Benzol oder Benzin, das man zur Entfernung von Fettflecken häufig benutzt und das MOSLER zur Abtödtung der Trichinen empfohlen hat. Die Behandlung mit rauchender Salpetersäure erzeugt das Nitrobenzol oder Nitrobenzin, das man gewöhnlich zur Darstellung des Anilins gebraucht. Dieses liefert aber eine Reihe der schönsten, in der Technik vielfach angewandten Farbstoffe, nämlich verschiedene rothe (Fuchsin, Solferino, Magenta, Azaleïn, Anilinroth), violette (Anileïn, Harmalin, Violin, Purpurin), blaue (Anilinblau, Pariserblau), einen braunen (Havanna) und einen grünen Körper¹⁾.

§. 1328. Die Untersuchungen von SCHUCHARDT und von SONNENKALB²⁾ lehrten, dass grössere mit Wasser versetzte Anilinemengen Fische, Reptilien und Säugethiere tödten können. Es reizt einerseits die Theile, mit denen es in Berührung kommt, örtlich, so dass der Speichel und der Schleim in reichlicherer Menge hervortreten, nachdem es in die Mundhöhle eingeführt worden, und erregt andererseits im Anfange und lähmt später das centrale Nervensystem. Die Vergiftung führt daher zuerst zu erhöhter Empfänglichkeit für Reflexkrämpfe, zu einzelnen Krampfstössen, zur Beschleunigung des Blutlaufes und der Athmung und in der Folge zur Abnahme der Empfindlichkeit, zu schwankendem Gange, Lähmung der Hinterbeine und endlich zu völligem Zusammensinken der Säugethiere. Das Anilinroth und das Anilinblau, wie sie zur Färbung von Zeugen benutzt werden, verriethen keine Giftwirkungen in den Versuchen von SONNENKALB³⁾. Da sie, an Kleidungsstoffe oder an Tapeten gebunden, nicht wie die Arsenikfarben, verstäuben, so würde sich ein nachtheiliger Einfluss, wenn selbst jene Körper schädlich wären, nur in Ausnahmefällen geltend machen. Künftige Erfahrungen müssen jedoch noch näher feststellen, ob nicht Zusätze von Anilinfarben zu Zuckerbäckerwaaren und zu anderen Genussmitteln von den Gesundheitsbehörden beaufsichtigt werden sollten.

§. 1329. Hatte ich eine grössere Menge von Anilin, das ursprünglich schwach gelblich war, im Laufe der Zeit aber roth geworden, unter die Rückenhaut eines enthirnten Frosches gebracht, so traten die Lähmungserscheinungen ein, ohne dass ihr eine längere

¹⁾ Vgl. auch H. SCHIFF, Untersuchungen über metallhaltige Anilinderivate und über die Bildung des Anilinrothes. Berlin 1864. 8. S. 87. 112. 113. 126. 131—136.

²⁾ SONNENKALB, Anilin und Anilinfarben in toxicologischer und medicinalpolizeilicher Beziehung. Leipzig 1864. 8. S. 20—32.

³⁾ SONNENKALB, Ebendas. S. 37—40.

Periode der erhöhten Reflexempfänglichkeit voranging. Es schien dagegen ein Zeitpunkt vorhanden zu sein, zu welchem sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenirregung vor ihrer Abnahme vergrösserte, wenn selbst schon die Dauer der verborgenen Reizung zugenommen hatte (§. 1155.).

10. Gifte der Schlangen, vorzugsweise der Vipern.

§. 1330. Die Lehre von den thierischen Giften steht der der pflanzlichen bedeutend nach, weil es der Chemie noch nicht gelungen ist, die in den verschiedenen Thiersäften enthaltenen schädlichen Stoffe eben so zu sondern, als es für die giftigen Alkaloide der Gewächse möglich geworden. Nur die Ameisensäure ist als die Ursache der nachtheiligen Einflüsse der Ameisen und das kampherartige Cantharidin als die der Schädlichkeiten der Spanischen Fliegen (*Lytta vesicatoria*) nachgewiesen. Man vermag hingegen nicht anzugeben, ob die Gifte der Tausendfüsse (*Scolopendra*), der Biene (*Apis mellifica*), der Hummel (*Bombus terrestris*), der Wespe (*Vespa vulgaris*), der Hornisse (*Vespa crabro*), der Scorpione (*Scorpio*, *Buthus*), der Spinnen (*Theraphosa avicularia*, *Lycosa tarantula*), der Kröten (*Bufo cinereus*, *fuscus*, *calamita*, *agua*), der Schlangen und des Männchens des Schnabelthieres (*Ornithorhynchus paradoxus*) von demselben Stoffe oder, wie wahrscheinlicher, von verschiedenen Körpern herrühren; welche Verbindungen sich erzeugen, wenn der Speichel eines wüthenden Hundes oder angeblich auch der eines rasenden Menschen oder die Milch einer durch heftigen Aerger aufgeregten Amme schädlich eingreift oder die Fäulnisszersetzung sonst nahrhafte Fleischarten von Fischen oder Säugethieren oder die Weichtheile von Stachelhäutern, Muscheln oder Schnecken zu den gefährlichsten Genussmitteln macht. Das sogenannte Viperin oder Echidnin scheint kein reiner Körper zu sein und birgt auch nicht, so viel man weiss, die giftigen Eigenschaften. Die angeblich giftigen Wirkungen vieler Polypen, Medusen und anderer im Wasser, vorzugsweise im Meere lebender Thiere rühren zum Theil von den Nesselorganen derselben her.

§. 1331. Die Giftschlangen nehmen um so mehr an Menge und an Artenzahl ab, je mehr man sich von den heissen Gegenden des Erdballes den kälteren nähert. Die Klapperschlangen (*Crotalus durissus*, *horridus*, *miliarius*) gehören Amerika, die Trigonocephalen (*Trigonocephalus crotalinus*, *atrox*, *lanceolatus* u. s. w.) ihm und dem tropischen Asien, die Bungarusarten nur

diesem, die Elaps allen Welttheilen mit Ausnahme von Europa, die Brillenschlangen (*Naja tripudians*, *porphyrica* u. s. w.) Asien, Afrika und Australien nach SCHLEGEL an. Die Vipern finden sich in allen Welttheilen, nur nicht in Amerika. Die Kreuzotter (*Vipera berus*), die mit der schwedischen Kupferotter (*Vipera cherssea*) übereinstimmen soll und von der die schweizerische Natter (*Vipera prester*) eine Abart bildet, lebt in dem mittleren und dem nördlichen und die Aspis (*Vipera aspis* s. *Redii*) in dem südlichen Europa. Viele andere gefährliche Vipern dagegen (*Vipera elegans*, *arietans*) werden in den Tropen gefunden. Die an dem hinteren und unteren Theile des Kopfes beiderseits liegenden Giftdrüsen, ausser denen noch unschädliche Speicheldrüsen überall vorkommen, entleeren ihr Gift durch ihre Ausführungsgänge und die Giftzähne, die eine für die Verwendung passende Stellung unmittelbar vor dem Bisse annehmen, dann stechen und die schädliche, durch den Druck benachbarter Muskeln in reichlicherer Menge ausgetriebene giftige Flüssigkeit durch eine Furche oder einen Canal auslaufen lassen und auf diese Art einimpfen. Manche mit solchen gefurchten Zähnen versehene Schlangen, wie die auf Java vorkommende *Dipsas dendrophila*, haben keine schädlichen Wirkungen für den Menschen. Besitzen schon die gefährlichsten Schlangen, wie die Klapperschlange, die *Trigonocephalen*, die Brillenschlange, verhältnissmässig grosse Giftdrüsen, so nimmt die der west-afrikanischen *Naja rhombeata* Schl. den sechsten Theil der gesammten Körperlänge nach REINHARDT und RAPP¹⁾ ein.

§. 1332. Die ausgedehnten Beobachtungen, die FONTANA über das Viperngift (*Vipera aspis*) anstellte, die über 6000 Versuche umfassen und bei denen er mehr als 4000 Thiere von den Schlangen beißen liess, bilden ein Muster naturwissenschaftlicher Forschung. Sie sind die Hauptquelle der sicheren Kenntniss der Wirkungen der Schlangengifte überhaupt. Die gelbliche geruch- und fast geschmacklose Flüssigkeit, die das Viperngift bildet, trocknet zu einer gummiähnlichen Masse ein, die ihre schädliche Wirkung die längste Zeit beibehält. FONTANA²⁾ benutzte häufig den halbirtten Kopf der getödteten Viper, um andere Thiere mit dem Giftzahne zu verwunden

¹⁾ W. v. RAPP, Untersuchungen über die Giftwerkzeuge der Schlangen. Tübingen 1843. 4. S. 9. Taf. II. Fig. 7.

²⁾ F. FONTANA, Abhandlung über das Viperngift, die amerikanischen Gifte, das Kirschlorbeergift und einige andere Pflanzengifte. Berlin 1787. 4. S. 77.

und dann das Gift durch Druck auf die Drüse hervorzutreiben. Man hat häufig behauptet, dass Schlangen, die in Weingeist aufbewahrt worden, vergiften können. CHRISTISON fand das Gift der Brillenschlange noch nach 15 Jahren wirksam.

§. 1333. FONTANA ¹⁾ bemerkte schon, dass das Viperngift nicht nur für andere Vipern, sondern auch für Blutegel, Schnecken, Schildkröten, Blindschleichen und andere Schlangen unschädlich ist. Es kann dagegen alle den Versuchen unterworfenen Arten warmblütiger Geschöpfe tödten. Die Stärke des Thieres entscheidet den Erfolg. Während alle gebissenen kleinen Hunde starben, man mochte so gleich die Wunde mit kaustischem Salmiakgeist befeuchtet haben oder nicht, sind in der Regel die grössten Hunde am Leben geblieben ²⁾.

§. 1334. Lässt man eine Viper eine Reihe von Malen beißen, so zeigen sich die ersten Vergiftungen nahezu gleich gefährlich. Der schädliche Einfluss der späteren dagegen nimmt allmählig ab ³⁾. Das getroffene Thier unterliegt eher, wenn die Bisse verschiedene Körperstellen, als wenn sie denselben Theil treffen. Die spätere Anschwellung fällt aber an diesem letzteren Orte grösser aus. Während die Einführung des Giftes in Muskelwunden von Tauben tödtete, blieb es wirkungslos, so wie man es nur auf die Aussenfläche der Muskelmasse gebracht hatte ⁴⁾. Da aber die Wiederholung des Versuches an der Achillessehne des Kaninchens das Thier meistens tödtete ⁵⁾, so folgt, dass zufällige ungünstige Bedingungen der Aufsaugung der Erfolglosigkeit der Gifthanwendung in jenem Falle zum Grunde lagen.

§. 1335. Weniger als $\frac{1}{500}$ Gran Viperngift reichte nach FONTANA ⁶⁾ hin, um ein kleines warmblütiges Geschöpf in einigen Minuten zu tödten. Die blaue Färbung der Umgebung der Wunde von Tauben, die in eines ihrer Beine gebissen worden, wurde schon 20 Secunden nach der Einführung des Giftes erkannt ⁷⁾. Gesunde Tauben vertrugen leicht die Amputation eines Beines. Wiederholte aber FONTANA die Operation zwei bis drei Minuten, nachdem das

¹⁾ FONTANA, a. a. O. S. 15—23.

²⁾ FONTANA, a. a. O. S. 86.

³⁾ FONTANA, a. a. O. S. 90. 91.

⁴⁾ FONTANA, a. a. O. S. 104.

⁵⁾ FONTANA, a. a. O. S. 124.

⁶⁾ FONTANA, a. a. O. S. 162.

⁷⁾ FONTANA, a. a. O. S. 166.

Glied von der Viper gebissen worden, so starb dessenungeachtet die Taube in Folge der Vergiftung¹⁾. Ein Thier der Art, dessen Bein durch einen kräftigen Hieb 60 Secunden nach dem Bisse entfernt worden, ging nach 7 Minuten zu Grunde. Die Ausführung der Operation nach 45 Secunden gab 20 Minuten, die nach 35 Secunden eine, nach 30 Secunden drei und die nach 25 Secunden zehn Stunden als Lebensdauer. Drei Tauben, die ihr Bein 15 bis 5 Secunden nach dem Bisse verloren hatten, boten keine Krankheitszeichen dar. Meerschweinchen genasen sogar nach der Ablösung des Gliedes, wenn diese früher als sechs Minuten nach dem Bisse vorgenommen wurde²⁾. Das Abschneiden des gebissenen Ohres von Kaninchen und Hunden, von dem aus das Gift überhaupt weniger leicht wirkt, die Entfernung der Haut des gebissenen Bezirkes, des Hahnenkammes, wenn er getroffen worden und die Unterbindung des gebissenen Gliedes können die allgemeine Vergiftung beseitigen³⁾.

§. 1336. Spritzt man das Gift in die Drosselblutader eines Kaninchens, so schreit das Thier laut auf, bekommt Krämpfe und stirbt in einer bis zwei Minuten⁴⁾. Impft man es einem Gliede ein, dessen Blutlauf durch die Unterbindung der Hauptschlagader aufgehoben worden, so bleibt die allgemeine Vergiftung aus⁵⁾. FONTANA schliesst, dass dasselbe bei der bloss örtlichen Anwendung auf die Nerven der Fall sei⁶⁾. So richtig auch wahrscheinlich dieser Satz ist, so hinderte doch der Zustand der Nervenphysiologie zu Ende des vorigen Jahrhunderts FONTANA, diesen Theil seiner Beobachtungen so anzustellen, dass aus ihnen ein vollkommen genügender Beweis hervorgegangen wäre. Die Einführung des Giftes in den Bindehautsack oder den Magen zog keine schädlichen Wirkungen in einzelnen Versuchen nach sich⁷⁾. Der Genuss desselben tödtete jedoch Tauben in günstigeren Fällen⁸⁾.

§. 1337. Das Viperngift wirkt auf Thiere, die stets klein bleiben, nachdrücklicher als auf grosse. FONTANA⁹⁾ spricht sich

¹⁾ FONTANA, a. a. O. S. 168. 170. und 236.

²⁾ FONTANA, a. a. O. S. 236—238.

³⁾ FONTANA, a. a. O. S. 238—246.

⁴⁾ FONTANA, a. a. O. S. 176—184.

⁵⁾ FONTANA, a. a. O. S. 206—208.

⁶⁾ FONTANA, a. a. O. S. 196.

⁷⁾ FONTANA, a. a. O. S. 287.

⁸⁾ FONTANA, a. a. O. S. 417.

⁹⁾ FONTANA, a. a. O. S. 248. 249.

nach seinen Erfahrungen dahin aus, dass der Biss einer einzigen Viper nicht hinreichen werde, einen Menschen zu tödten. Er hatte Gelegenheit, mehr als zwölf Geheilte zu untersuchen und von mehr als fünfzig zu hören. Von zwei angeblichen Todesfällen war der eine Mensch in Folge kalten Brandes des Armes zwanzig Tage nach dem Bisse gestorben. Die Wahrheit des anderen Falles blieb trotz aller Erkundigungen zweifelhaft. Die blosse Angst, von einer Viper gebissen worden zu sein, versetzte einen Menschen in eine Ohnmacht, die länger als eine Stunde dauerte. Furchtsame Thiere sterben nach der Vergiftung leichter als Hunde, die voll Zorn auf die Viper losgehen¹⁾.

§. 1338. Andere Schlangengifte als das der Viper sind bis jetzt mit zu geringer wissenschaftlicher Consequenz untersucht worden, als dass sich angeben liesse, ob die Vergiftungszeichen wesentlich unter einander abweichen oder die Ungleichheit der Wirkung nur von der Concentration des schädlichen Stoffes abhängt. Man darf jedoch vermuthen, dass sich noch Unterschiede mit dem Wechsel der Schlangenarten ergeben werden. Die Bissstelle selbst schwillt im Allgemeinen auf, wird blau und infiltrirt. Sie schmerzt nicht nur selbst, sondern kann auch in unglücklichen Fällen den Ausgangspunkt von Entzündungen der Saug- oder der Blutadern und von Leiden bilden, die sich auf entfernte Körpertheile verbreiten. Abnahme der Empfindung, erschwerte Bewegung und brandige Zerstörung treten nicht selten auf. Die Angabe, dass das Gift der Klapper- und das der Brillenschlange Blindheit bei unmittelbarer Berührung des Auges erzeugt habe, bedarf noch der Bestätigung²⁾. Blässe und Entstellung des Gesichtes, Sinnestäuschungen, Kopfschmerz, Schwindel, grosser Durst in bewussten Augenblicken, Irreden in anderen, Ohnmacht, Zittern, Abgeschlagenheit, bisweilen Erbrechen von Blut oder Galle, später Schlafsucht, Anschwellung der Zunge und der Schlingwerkzeuge, erschwertes Schlucken und Sprechen, bald Blutungen und Trommelsucht und bald Krämpfe werden als Vorläufer des Todes nach dem Bisse der giftigen Schlangen der heissen Gegenden angeführt. Der Tod erfolgt nie blitzschnell, sondern erst nach einer Reihe von Minuten oder Stunden, wenn selbst die giftigsten Arten von *Crotalus*, *Trigonocephalus* oder *Naja*

¹⁾ FONTANA, a. a. O. S. 257.

²⁾ VAN HASSELT-HENKEL, a. a. O. Bd. II. S. 118.

Valentin, Pathologie der Nerven. II.

den Menschen verwundet haben¹⁾. Wird er geheilt, so bleibt die Narbe meist schmerzhaft und bricht oft später nach SCHOMBURGK auf.

§. 1339. Der Biss der europäischen Vipernarten führt zu Schmerzensempfindungen der Verwundungsstelle, die sich im Laufe der Zeit steigern, Erbrechen, Schlaflosigkeit und Kopfschmerz. Man hat später in den durchgreifendsten Fällen Anschwellung, rosenartige Röthe, eine gelbliche oder bläuliche Färbung und einzelne livide extravasatähnliche Flecke des gebissenen Gliedes, eine entzündliche Röthung der von der Wunde ausgehenden Saugadern und der ihnen entsprechenden Lymphdrüsen, bisweilen Gelbsucht, Erbrechen, einen unregelmässigen, nicht aber nothwendigerweise fieberhaften Puls, einen regelwidrigen Athmungsrythmus, einen angstvollen Gesichtsausdruck, kalte Schweisse, Sinnestäuschungen bei vollem Bewusstsein, Schwindel und in der Folge Irrreden. Der Biss einer Viper in die Zunge eines 33jährigen schwächlichen Mannes erzeugte nach HAUSSMANN²⁾ eine bedeutende Anschwellung nicht nur der Zunge selbst, sondern auch der Gebilde der Mundhöhle und des Gesichtes. Grosse Einschnitte in die Zunge konnten nicht verhüten, dass die nach fünf Stunden vorhandene Erstickungsgefahr die Tracheotomie nöthig machte. Der Mensch genas später vollständig.

VIII. Beziehungen der Nerven zu den physikalischen und den chemischen Vorgängen des lebenden Körpers.

§. 1340. Wir haben gesehen, dass die beiden Hauptträger der Nerventhätigkeit, die Ganglienkugeln und die Nervenfasern wesentlich verschiedene anatomische und physiologische Eigenschaften besitzen. Das einseitige Vorherrschen einer bestimmten Richtung der Molecularanordnung, das die Hüllen der Nervenfasern zu optisch positiven und das Mark zu einer negativen doppeltbrechenden Masse

¹⁾ Vgl. VAN HASSELT-HENKEL, Ebendas. S. 120. 121.

²⁾ A. J. HAUSSMANN, De morsu serpentum. Regiomonti 1838. S. p. 21—23., wo noch drei andere glücklich abgelaufene Fälle von Vipernbiss ausführlich erzählt sind.

macht (§. 73.) und den elektrischen Gegensatz von Längsfläche und künstlichem Querschnitt in der Form des Nervenstromes (§. 153.) erzeugt, fehlt den Ganglienkugeln. Die optische (§. 85 und §. 284.) und wahrscheinlich auch die elektrische Indifferenz derselben (§. 286.) deuten an, dass hier eine vielseitigere, gleichsam unpartheiischere Ausbreitung der von einem Punkte ausgehenden Veränderung möglich ist.

§. 1341. So sehr auch die Formen und die Grössen der peripherischen Ganglienkugeln wechseln, so wenig lässt sich nachweisen, dass diese Gestaltunterschiede von dem Orte des Vorkommens jener Gebilde abhängen. Man hat runde bis länglichrunde Kugeln mittlerer Grösse in den verschiedensten Nervenknotten. Eckige kommen nur ausnahmsweise, wie hin und wieder in dem Gasser'schen Knoten vor. Die Formen und die Grössen der Ganglienkugeln des centralen Nervensystemes wechseln in weit höherem Grade. Die Fälle aber, in denen diese Beziehungen mit Ortseigenthümlichkeiten zusammenhängen, bilden die Minderzahl. Man findet auf diese Weise die räucherkerzenähnlichen Gestalten in der Rinde des kleinen Gehirns vieler Säugethiere (§. 89.), die grossen Ganglienkugeln in der Rolando'schen grauen Masse des Rückenmarkes oder der paarigen blauen Stelle (*locus coeruleus*) des Bodens der vierten Hirnhöhle und die schon mit freiem Auge kenntlichen der elektrischen Lappen der Zitterrochen (*Torpedo marmorata*, *Galvanii*, *Narke*) und nach BILHARZ die der Ursprungsstelle des elektrischen Nerven des Zitterwelses (*Malapterurus electricus*).

§. 1342. Der Thätigkeitsunterschied der grauen Masse der Grosshirnhalkugeln und der des Rückenmarkes lässt schliessen, dass die Fähigkeiten der verschiedenen Ganglienkugeln des centralen Nervensystemes in hohem Grade unter einander abweichen. Benachbarte graue Massen des verlängerten Markes stehen den verschiedenartigsten Wirkungen vor. Man hat hier die mannichfachsten Centralwerkzeuge, zum Theil die der Nerven der Antlitzmuskeln die der Bewegungen der Zunge, der Schlingwerkzeuge, des Herzens, der Athmungs- und der Stimmorgane, zahlreicher Empfindungs- und vieler Gefässnerven. Die allmähliche seitliche Kreuzung der Bewegungsfasern der Gliedmaassen kommt überdiess hinzu (§. 685.). Jede der genannten Wirkungen kann sich vereinzelt geltend machen. Unsere physikalischen und chemischen Hilfsmittel gestatten es aber nicht, die verschiedenen Gruppen jener grauen Massen mit Sicherheit zu unterscheiden. Nur die Lebensthätigkeiten lehren, dass ent-

weder die Trennung nach Maassgabe der Verhältnisse mit grösster Schärfe hervortritt oder bestimmte Verbindungen einzelner Leistungen und Scheidungen von anderen zu Stande kommen. Ein regelloses Ueberspringen fehlt selbst noch häufig in dem stürmischen Kampfe gegen äussere, das Leben bedrohende Einwirkungen.

§. 1343. Wir haben schon §. 292. gesehen, dass die Vergleichung der Thätigkeiten der Knoten der hinteren Rückenmarkswurzeln, der des sympathischen und der des dreigetheilten Nerven wesentlich verschiedene Thätigkeiten dieser mannichfachen Gebilde nachweist. Nur die Lebenswirkungen, nicht aber die anderen uns zu Gebote stehenden Prüfungsmittel können von diesen Eigenthümlichkeiten Rechenschaft geben.

§. 1344. Wie die elektrischen Ströme die feinsten Unterschiede in der Zusammensetzung der Markmasse der peripherischen Nerven anzeigen, so sind die betäubenden Gifte die empfindlichsten Reagentien für das centrale Nervensystem. Ihre Verbindung mit den Ganglienkugeln erzeugt Veränderungen derselben, die man sonst durch kein anderes Untersuchungsverfahren entdeckt. Ihr Einfluss reicht nicht selten so weit hinab, dass noch homöopathische Gaben die tiefsten Störungen herbeiführen. Sie können wiederum später und zwar die flüchtigeren zu einem grossen Theile durch die Lungen und die äussere Haut und die fixeren vorzugsweise durch den Harn ausgeschieden werden. Da aber dann die Vergiftungszeichen in vielen Fällen aufhören, so folgt, dass sie eine chemische Verbindung mit der Masse der Ganglienkugeln erzeugten, die nicht, wie die mit Säuren oder Alkalien, die Thätigkeit derselben für immer beseitigt. Eine Ernährungsstörung kann eine Reihe von Nachwirkungen herbeiführen. Das eine betäubende Gift wirkt zuerst oder überhaupt vorherrschend auf die grauen Massen des grossen Gehirns und ein anderes auf die des Rückenmarkes. Dieser Umstand bekräftigt den Schluss, dass die Molecularbeschaffenheit der Ganglienkugeln dieser einzelnen Theile unter einander von vorn herein abweicht. Das verlängerte Mark verräth dasselbe für seine zahlreichen Einzelwerkzeuge. Manche Gifte stören zunächst die Leistungen der Schlingwerkzeuge, andere die der Herzthätigkeit und noch andere die der Athembewegungen.

§. 1345. Wie die Elemente der grauen Massen die Schöpfer, so bilden die Nervenfasern die Leiter der Nerventhätigkeit. Es wurde schon §. 80. bemerkt, dass man nie von vollkommen marklosen Nervenfasern mit Sicherheit sprechen darf. Lässt man auch

die Trugbilder, die hier häufig irre führten, unbeachtet, so gibt es viele Markarten, die erst in polarisirtem Lichte kenntlich werden. Die dabei nöthigen Hilfsmittel versagen aber, so wie die Nervenfasern allzu dünn ist. Man kann daher vorläufig nur die zuverlässigeren Markmassen bei der Betrachtung der Nervenfasern berücksichtigen.

§. 1346. Die gegenwärtige Physik schreibt jedem schweren Körper zweierlei Arten kleinster Theilchen, Atome des Aethers und solche der wägbaren Masse zu. Obgleich die Zeit kommen dürfte, in der man einen unmittelbaren Zusammenhang der Theilchen für die Erklärung aller physikalischen Erscheinungen nach demselben Continuitätsprincipe, wie man es häufig in der höheren Hydraulik anwendet, voraussetzen wird, so muss man sich doch bis jetzt noch vorstellen, dass die beiden Arten von Theilchen in gewissen Entfernungen wechselseitig von einander abstehen. Man hat daher auch das Gleiche für die Ganglienkugeln und die Nerven anzunehmen. Es wurde schon §. 278. erläutert, dass die Aetheratome keine irgend bedeutende Rolle bei der Nerventhätigkeit übernehmen. Selbst das Sehen kommt nicht dadurch zu Stande, dass sich die Unruhe des in der Netzhaut und dem Sehnerven enthaltenen Aethers dem in dem Sehstreifen, dem Sehhügel und den Vierhügeln enthaltenen Aether mittheilt (§. 184.). Man hat vielmehr eine Veränderung der wägbaren Theilchen der Nervenmassen, wie bei den anderen Nerveneffekten.

§. 1347. Da eine Unterbrechung des unmittelbaren Zusammenhangs des Markes in einer Länge von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{5}$ Millimeter dieselben Lähmungserscheinungen und Ernährungsstörungen, wie die vollständige Nerventrennung nach sich zieht, so folgt, dass die Nervenmoleküle keine sehr ausgedehnte Fernwirkung besitzen. Die Sonderung der Empfindungseindrücke wird hierdurch wesentlich erleichtert. Man kann sich aus jenem Grunde vorstellen, dass das Ende einer Bewegungsfaser nur den benachbarten Theil der Muskelfaser zur Verkürzung zwingt, sich aber dann die Veränderung von einer unendlich dünnen Schicht zur anderen innerhalb der Muskelmasse, vermöge der eigenthümlichen Reizbarkeit derselben fortpflanzt (§. 104. und §. 326.). Da der mittlere Theil der Faser die Nervenregung noch fortleiten kann, wenn schon der im Umkreise befindliche Abschnitt des Markes unthätig geworden, so folgt, dass die Mittheilung der Unruhe von Querschnitt zu Querschnitt nicht dessen ganze natürliche Breite als unerlässliche Bedingung voraussetzt. Es wäre möglich, dass ein sehr dünner Faden des

Markes zu einer, wenn auch in entsprechendem Maasse geschwächten Durchleitung hinreichte.

§. 1348. Stärkere elektrische Eingriffe, die den Nerven zuerst kräftig anregen, später umstimmen (§. 259.) und endlich lähmen, verkleinern die gegenseitigen Entfernungen einzelner Markmolecüle so sehr, dass sich neue chemische Gruppen derselben (§. 227.) erzeugen. Der Wechsel der Einflüsse, welche dann die beiden verschiedenen Stromesrichtungen ausüben, kann zu der Vermuthung führen, dass die Marktheilchen asymmetrische Gestalten angenommen haben (§. 256.). Erzeugen auch schwächere Erregungen keine dauernden Veränderungen, die sich als chemischer Umsatz für unsere gröberen Prüfungsmittel verrathen, so lässt sich doch erwarten, dass ihre Wirkungen nur der Grösse, nicht aber dem Wesen nach von denen der stärkeren Eingriffe abweichen. Wir können daher voraussetzen, dass Alles, was wir Thätigkeit der Nervenfasern nennen, auf einem Wechsel der Molecularstellung des Markes beruht. Da aber die verschiedenartigsten und schwächsten Einflüsse die Masse desselben ändern und sich hierauf die Erregung längs der Nervenfasern fortpflanzt, so müssen die Marktheilchen ihre Gleichgewichtslage in Folge der örtlichen Reizung leicht verlieren und ihre Unruhe den Nachbartheilchen bei dem Wechsel der gegenseitigen Entfernungen mittheilen können. Die Grösse dieser mechanischen Veränderlichkeit des Markes entscheidet aber in hohem Grade, welche Erregungsstärke eines Nerven einem bestimmten Werthe der Reizung nachfolgt.

§. 1349. Die Ortsverrückung der Nerventheilchen von Null bis zu derjenigen Entfernung, welche die Unruhe benachbarter Theilchen anregt, fordert eine gewisse Zeit. Man kann die Dauer dieser Ausweichung als eine umgekehrte Function der Stärke des Stosses, den der Reiz dem Molecüle ertheilt, ansehen. Eine allzukurze Erregung bleibt daher um so eher erfolglos, je schwächer ihre mechanische Wirkung ist (§. 125. 200.). Die Erfahrung, dass nicht nur zu rasch, sondern auch zu langsam eingreifende Reizungen weder Empfindung noch Bewegung erzeugen, lehrt, dass erst die mit einer gewissen Geschwindigkeit vor sich gehende Ortsveränderung der Nervenmolecüle eine merkliche Thätigkeitsgrösse der Ganglienkugeln oder der Verkürzungsgebilde herstellt.

§. 1350. So leicht auch die Gleichgewichtslage der Marktheilchen gestört wird, so setzen sie doch einen inneren Widerstand an der Reizungsstelle und einen äusseren jenseit derselben bei der Fortpflanzung der Unruhe entgegen (§. 207.). Der hierdurch und

durch den nachträglichen Widerstand erzeugte Verlust an mechanischer Leistung (§. 218.) und die chemische Veränderung machen Wärme frei, so dass jede Nerventhätigkeit von einer, wenn auch im Verhältnisse zu der der Muskelverkürzung geringen Wärmeerhöhung begleitet wird. Jene Widerstände bestimmen aber zum Theil die wirkende Erregungsstärke der Nervenfasern (§. 214.). Da die Empfindung und die Zusammenziehung nicht bloss von dieser, sondern auch von der Beschaffenheit der Ganglienkugeln und der verkürzbaren Massen abhängen, so kann die gleiche Grösse der wirkenden Erregungsstärke das eine Mal nur als verborgene und das andere Mal als sichtlich thätige Reizung auftreten. (Man muss vier Zeiträume in dem zweiten Falle unterscheiden. Ein erster, der des ursprünglichen Anstosses, vergeht, bis die Ganglienkugel ihre Unruhe auf das Nervenmark der ihr zugewiesenen Primitivfaser überträgt oder die durch eine örtliche Einwirkung aufgerüttelten Marktheile ihre Ortsveränderungen beginnen. Eine zweite Zeitgrösse, die der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung, wird für die allmähliche Mittheilung der Unruhe bis zu den Nervenenden in Anspruch genommen. Eine dritte, die der Uebersetzung, ist für die Umwandlung der Wirkung in eine Veränderung der unmittelbar benachbarten centralen Ganglienkugeln oder des anstossenden Muskelabschnittes nöthig. Man hat endlich noch einen vierten Zeitraum, den der Uebertragung, den die weitere Mittheilung des Eindruckes bis zum Auftreten der bewussten Empfindung oder der Reflexwirkung oder die Fortpflanzung der Verkürzung von Querschnitt zu Querschnitt der Muskelfaser bis zur nächsten Stelle der Nervenirregung (§. 103.) fordert. Die Wirkung fehlt, wenn die Zeit des ursprünglichen Anstosses allzu klein ist. Sie bleibt verborgen, wenn die beiden letzten Zeiträume der Null gleichen. Die latente Reizung (§. 172.) dagegen umfasst alle vier Zeiträume. Die beiden ersten hängen nur von der Beschaffenheit des Nerven, wenn dieser örtlich gereizt wird, unter sonst gleichen Verhältnissen ab. Der dritte wird von dem Baue des Markes und der ihm entsprechenden Uebersetzer und der vierte von diesen allein bestimmt. Läuft ein zweiter Anstoss einem ersten nach, so pflegt die Interferenz der Wirkungen beider den Erfolg zu vergrössern (§. 210.). Zwei Erregungen, von denen die eine schwächer ist, können dann eine wesentlich kräftigere Wirkung liefern, als die stärkere allein (§. 342.), wenn auch die anhaltende Wiederholung derselben kleineren aus-

schliesslich gebrauchten Erregungen geringere Erfolge nach sich zieht, als die öftere Wirkung der grösseren.

§. 1351. Wie uns die zwar rasche, aber nicht unendlich schnelle Mittheilung der Unruhe der Aethermolecüle die Verfinsterung der Jupiterstrabanten noch vorführt, wenn sie schon eine Zeit lang aufgehört hat, wie wir aus demselben Grunde Sonnen sehen können, die schon seit Jahrhunderten erloschen sind, so wiederholt sich das Gleiche im Kleinen für alle unsere Nerventhätigkeiten. Die beiderseitige Uebersetzung der Erregung im Centrum und in der Peripherie (§. 99.), die Fortpflanzungsgeschwindigkeit derselben durch die Nervenmasse (§. 175.) und das Durchschlagen durch die Hirngebilde, die das Bewusstsein vermitteln (§. 710.) sind mit einem verhältnissmässig so grossen Zeitverluste verbunden, dass nicht selten der Willensbefehl beendigt ist, wenn sich die Muskeln zusammenzuziehen anfangen und die Ursache eines Sinneseindrucks im Augenblicke der Empfindung desselben nicht mehr wirkt. Das mit sinkender Geschwindigkeit und zuletzt asymptotisch verlaufende Abklingen der Unruhe der Nervenmolecüle, auf dem die Nachwirkung der Sinneseindrücke beruht, bildet das zeitlich entgegengesetzte Seitenstück zu jener anfänglichen Verspätung des Erfolges. Wie wir die ganze Welt nicht, wie sie ist, sondern wie wir sie in unserem Nervensysteme übersetzen, auffassen, wie eine Bewegung der Aetheratome und kein Licht und eine Unruhe der wägbaren Theilchen und kein Schall in der Wirklichkeit vorkommen, wie dasjenige, für das wir keinen Sinn haben, gar nicht oder höchstens mittelbar für unsere Erkenntniss vorhanden ist, so leben wir auch in fortwährenden zeitlichen Täuschungen, indem unsere Sinneseindrücke der Wirklichkeit nachhinken und erst nach einer endlichen Zeitgrösse ohne äusseren Erregungsgrund wiederum schwinden. Die verspätete Zusammenziehung und die allmähliche Erschlaffung nach dem Aufhören der Reizung bilden eine ähnliche Erscheinung in den Muskelfasern. Manche Arten von Wechselkrämpfen sind ebenso die Folgen der Nachschwingungen der Theilchen des Inhaltes der Bewegungsnerven.

§. 1352. Die Molecularveränderung, welche Empfindung und Bewegung bedingt, kann bei den verschiedensten Arten der Markmasse vorkommen (§. 201.). Das mannichfache Auseinandergehen der an dem Galvanometer kenntlichen Bewegungserscheinungen des Nervenstromes (§. 153. 243. 246.) und der Lebensthätigkeiten oder dieser und des Elektrotonus (§. 142. 259.) lehrt, dass diejenige Molecularveränderung, welche die elektromotorischen Wirkungen und

die, welche die physiologischen Erfolge bedingt, nicht in allseitiger Congruenz zusammenfallen. Dieser Satz steht fest, die hypothetischen Vorstellungen, die man zur Erklärung der Erscheinungen versucht (§. 243 fgg.), mögen sich bewähren oder nicht. Der Wechsel der elektromotorischen Beziehung tritt daher in die gleiche Reihe mit anderen Nebenfolgen der im Augenblicke der Thätigkeit auftretenden Erscheinungen, wie der Aenderung der Elasticität, der Wärme oder der chemischen Beschaffenheit und der Aufnahme des Sauerstoffes und der Aushauchung der Kohlensäure. Da sich der Nervenstrom und die Bewegungserscheinungen desselben nach Vergiftungen nicht nur erhalten, sondern noch verstärken können, wenn auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenirregung allmählig sinkt und endlich Null geworden (§. 246.), die Fähigkeit der Uebersetzung der Nervenirregung in Muskelthätigkeit aber noch nicht gelähmt ist (§. 1249.), so folgt, dass auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Art von Unruhe, welche die elektromotorischen Beziehungen ändert, einen grösseren oder kleineren endlichen Werth haben kann, wenn die, welche die Lebenswirkungen hervorruft, vollkommen aufgehört hat.

§. 1353. Die Uebertragung der Nervenirregung in Empfindung ist leichter, als die in Bewegung. Die Verkürzungsgebilde weichen aber auch in dieser Hinsicht unter einander nach Maassgabe ihrer Beschaffenheit ab. Der kräftige quergestreifte Muskel antwortet rascher und nachdrücklicher, als der halbgelähmte. Die einfachen Muskelfasern zeigen schon im Gesunden eine Reihe scheinbar launenhafter Wirkungen, die sich den unberechenbaren Stimmungen einer Hysterischen würdig an die Seite stellen. Die Muskelmassen des Nahrungschanals arbeiten oft beständiger, als die der Blutgefässe und diese sicherer als die der Drüsengänge. Ein Bezirk zieht sich nicht selten zusammen, während ein anderer hartnäckig in Ruhe verharret. Unsere gegenwärtigen Kenntnisse reichen nicht hin, von diesen Verschiedenheiten Rechenschaft zu geben. Es liegt aber die Vermuthung nahe, dass die mit der Zeit wechselnde Wirkungsweise von einer ungleichen Mischung in Folge der fortwährend sich ändernden Zusammensetzung abhängt.

§. 1354. Keine eigenthümliche Lebenskraft, wie man sie auf einer früheren Entwicklungsstufe der Physiologie annahm, sondern die mikroskopische Kleinheit und die vielseitige Beweglichkeit der Werkzeuge unterscheiden die Organismen von unseren unorganischen Vorrichtungen. Ein aus umsetzbaren Stoffen bestehendes Material, der Austausch der Verbindungen durch Poren, deren Form und Um-

fang mit den Nebenbedingungen wechselt, und der bedeutende Einfluss der Temperatur, der sich hier, wie bei allen Haarröhrchenerscheinungen nachdrücklich geltend macht, verfeinern die Vorgänge. Die Vorthelle werden aber durch einen gewissen Grad von Vergänglichkeit erkaufte. Die Verkürzungserscheinungen, die eine untergeordnetere Rolle im Pflanzen-, als im Thierreiche spielen, verleihen dem Organismus eine Labilität, die die physikalischen und die chemischen Wirkungen der Gewebmassen binnen Kurzem auf das Mannichfachste ändert. Man hat dabei gewissermaassen drei Stufen der Wechsellerscheinungen. Die groben verrathen sich schon dem freien Auge. Man sieht unmittelbar, wie die Zusammenziehung des Herzens das Blut treibt, die der Athemmuskeln die Luft in die Lungen der höheren Geschöpfe einführt und so die für die Dauer des Lebens unerlässliche Erneuerung der früheren Blutbeschaffenheit herbeigeführt wird. Die feineren verrathen sich erst den genaueren Prüfungsmitteln des Forschers mit völliger Sicherheit. Nur auf diesem Wege konnte man sich überzeugen, dass es vor Allem die Schlagadern mittlerer und kleinster Grössen, nicht aber, wie der erste Anblick zu lehren schien, die Haargefässe sind, deren Zusammenziehung und Erweiterung die Grösse und die Geschwindigkeit der Blutzufuhr und mit ihr die physikalischen und die chemischen Vorgänge ändern. Da endlich die feinsten Poren zu klein sind, als dass wir sie mit den uns zu Gebote stehenden Hilfsmitteln wahrzunehmen im Stande wären, und eben so unüberwindliche Hindernisse der Erkenntniss der physikalischen und der chemischen Beschaffenheit ihrer einzelnen Wandbezirke entgegenstehen, so können uns höchstens die Folgen dieser wichtigsten Beziehungen im Pflanzen- und Thierreiche manches Einzelne andeuten. Sie werden aber nie eine vollkommen genügende Belehrung zu liefern vermögen.

§. 1355. Zeichnete sich auch nicht das Nervensystem durch die höchste und räthselhafteste Leistung, die Vermittelung des Selbstbewusstseins aus, so würde ihm schon sein Einfluss auf die Bewegungserscheinungen die erste Rolle im Thierkörper anweisen. Diese Wirkungsart desselben macht es unmöglich, mit Sicherheit zu entscheiden, ob die Nerven die Beschaffenheit der Bestandtheile der Organe unmittelbar ändern können oder alle Einflüsse derselben nur von einem durch die Verkürzungserscheinungen bedingten Wechsel der Porositätsverhältnisse, von Unterschieden in der Grösse und der Form der Lückenräume und der Anziehung der Wände derselben herrühren. Der Körper eines jeden grösseren organischen Geschöpfes

besteht aus einer unübersehbaren Menge einzelner Werkzeuge, von denen jedes nach Maassgabe seiner augenblicklichen Beschaffenheit wirkt. Die Thätigkeit selbst ändert die Mischung desselben. Neue Anziehungen ersetzen das Verlorene und führen zu einem Zustande, der oft genug nicht mit dem ursprünglichen genau zusammenfällt. Die Wirkung eines organischen Elementes gewinnt hierdurch eine doppelte Bedeutung. Sie liefert nicht bloss die augenblickliche Thätigkeit, sondern auch den ersten Anstoss zu künftigen mehr oder minder durchgreifenden Veränderungen, die wiederum die Möglichkeit gleicher oder abweichender Thätigkeiten bedingen. Viele Gewebe, vorzugsweise die einer Integralerneuerung unterworfenen Elemente gehen ohne Weiteres verloren, sowie sie eine gewisse Altersstufe erreicht haben. Der Wechsel der wirksamen Glieder liegt eben in dem Wesen der Organismen und macht sich gerade für die höchsten Gewebe am nachdrücklichsten geltend. Selbst die scheinbar gleichartigsten weichen stets in untergeordneten Merkmalen von einander ab. Die Beweglichkeit kann neue Unterschiede für die kleinsten Bezirke eines Elementarwerkzeuges in jedem Augenblicke herstellen. Was unsere Sinne als Lebenswirkungen erkennen, bildet immer nur die Gesamttresultante der verschiedenen Thätigkeiten einer oft unendlichen Zahl von Einzelgliedern, die an und für sich labil gebaut und in den Thieren unter dem Einflusse des Nervensystemes von Augenblick zu Augenblick wechselnd die mannichfachsten untergeordneten Aenderungen der physikalischen und der chemischen Erscheinungen während kurzer Beobachtungsdauer herbeiführen können. Die Elementaranalyse bildet ein viel zu grobes Mittel, als dass sie von irgend feineren Unterschieden der organischen Verbindungen Rechenschaft geben könnte. Sie steht auch nur dann auf sicherem Boden, wenn die Krystallisation als Zeichen der Unveränderlichkeit, also in mancher Hinsicht das Gegentheil des Hauptmerkmals der Lebenserscheinungen der Untersuchung zu Hilfe kommt. Ihre einseitige Berücksichtigung von drei oder vier Grundstoffen verschiebt den natürlichen Standpunkt der Auffassung der Gesamtmischung. Die Erkenntniss der chemischen Veränderungen der lebenden Gewebe müsste daher schon unvollständig bleiben, wenn die Zusammensetzung der Theile an allen Orten gleich wäre. Der Wechsel ihrer Beschaffenheit in Ausdehnungen, die oft noch nicht die stärksten Vergrösserungen dem Auge enthüllen, wird den denkenden Menschen zu der Ueberzeugung führen, dass sich die ihm gewährten Erkenntnismittel viel zu sehr auf das Grosse beschränken, um in die Ge-

heimnisse der physikalischen und der chemischen Technik der gesamten Natur und vorzugsweise der lebenden Wesen in irgend grossartiger Weise eindringen zu können. Nicht bloss die allgemeinsten Fragen der Naturlehre, die nach der Ursache der gleichen absoluten Dichtigkeit aller wägbaren Körper und der eine Zusammenrückung anzeigenden Spannkraft des Aethers, sowie alle die Atomistik betreffenden Aufgaben, sondern auch die Betrachtung der organischen Wesen können die Ansicht stützen, dass die uns gegebenen Untersuchungswerkzeuge nicht hinreichen, um das wahre Wesen des Baues und der Thätigkeit der Dinge in irgend genügender Weise zu enthüllen.



