

Zeitschrift: Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Thurgauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 6 (1884)

Artikel: Das Rückenmark
Autor: Böhi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-594093>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Das Rückenmark.

Eine anatomisch-physiologische Skizze

von

Dr. Böhi,
Bezirksarzt in Erlen.

Dem unermüdlichen Fleisse ernster Forschung ist es endlich gelungen, jenes geheimnissvolle Dunkel zu erhellen, das so lange, wie ein undurchdringlicher Schleier, auf dem Gebiete des Nervensystems lagerte. Spezielle und mikroskopische Anatomie und Physiologie, experimentelle Pathologie, pathologische Anatomie und klinische Forschung haben ihre besten Kräfte aufgeboten, um dieser scheinbar unbezwingbaren Feste eine Bresche beizubringen. Und wenn auch der Lichtblick in dieses chaotische Gewirr labyrinthischer Gänge noch wenige sind, so haben sie doch viel dazu beigetragen, eine tiefere Einsicht in diese wunderbaren Verkettungen zu gewinnen und die gegenseitigen Beziehungen unserm Verständnis näher zu rücken.

Wenn man bedenkt, welch' riesiger Arbeit es bedarf, um nur *einen* Baustein zu dem Tempel unserer Erkenntniss fertig zu bringen, so wird man sich um so weniger über das langsame Fortschreiten dieses Baues wundern, als uns die tägliche Erfahrung lehrt, dass viele von diesen fertig geglaubten Bausteinen sich bei genauerer Untersuchung als unbrauchbar erweisen, sei es, dass ihr inneres Gefüge zu locker befunden wird, sei es, dass die äussere Form selbst schadhaft zu Tage tritt. Nirgends

10741
126549

wie hier muss der Künstler sich hüten, seiner Phantasie die Zügel schiessen zu lassen, nirgends wie hier für solidere Fundamentirung Sorge tragen. Wie manch scheinbar stolzer Prachtbau verschwand, kaum dass ihm als letztes Baustück die Kuppel aufgedacht worden, um für alle Zeiten verschollen und vergessen zu bleiben. Ob wohl je an eine Vollendung dieses Baues gedacht werden kann? Kaum denkbar! Wenn wir das Gehirn auch in seine kleinsten materiellen Theilchen zu zerlegen vermöchten, so bliebe es uns doch ewig benommen, die höhern geistigen Vorgänge aus der Mechanik dieser Moleküle zu verstehen. Hier kommt sich der Mensch selbst fremd vor, sagt Ekhard und er wird mit seinem Ausspruche wohl noch lange Recht behalten. Carl Vogt von Genf sagte einst, „dass alle jene Fähigkeiten, die wir unter dem Namen Seelenthätigkeiten begreifen, nur Funktionen des Gehirnes seien und die Gedanken etwa in demselben Verhältnisse zum Gehirne stehen, wie die Galle zur Leber oder der Urin zu den Nieren.“ Damit aber hat der Genfer Naturforscher die Lösung des Räthsels nicht näher gebracht, sondern nur gezeigt, dass, was an seinem Ausspruche richtig, nicht neu und was neu, nicht richtig ist. Denn, wenn wir auch die Seelenthätigkeiten als das Produkt materieller Bewegungen im Gehirne auffassen, so geht uns doch noch jedwede Berechtigung ab, die psychischen Funktionen aus dem Bau des Gehirnes ihrer Natur nach so zu begreifen, wie die Absonderung der Galle aus dem Bau der Leber oder die des Urins aus der Struktur der Nieren. Es gibt eben ein Etwas, das dem Menschengeiste ewig fremd, ewig Rätsel bleiben wird, Rätsel, wie der Mensch sich selbst. Und so wird, trotz der vielen Anfechtungen, die er erlitten, der Ausspruch Albrecht von Hallers noch lange Geltung behalten: „In's Innere der Natur dringt kein erschaffner Geist!“ Wohl können wir die Schäale zerlegen, aber jenes Eine Geheimnissvolle wird sich wohl immer jeder Analyse entwinden.

Gelangen wir zu unserm Thema und verweilen wir einen kurzen Moment bei seiner geschichtlichen Seite. Es erscheint uns naiv, wenn wir vernehmen, dass die Alten das Gehirn als eine Art Feuchtigkeit des Körpers aufsaugenden Schwamm betrachteten und in dem Rückenmarke eine besondere Sorte consistenteren Knochenmarkes entdecken wollten. Indess hatte der ums Jahr 304 vor Christo lebende, der alexandrinischen

Schule zugehörende Arzt, *Erisistratus*, bereits eine bessere Einsicht gewonnen, indem er die Empfindungs- von den Bewegungsnerven unterschied und beide im Gehirn ihren Ursprung nehmen liess, während er den Sitz der Seele in die Hirnhäute verlegte. *Aretaeus der Cappadocier* (30—90 n. Chr.) hatte dann in seiner Lehre von den Lähmungen auf die Kreuzung der Nerven aufmerksam gemacht und der berühmte, im Jahre 131 n. Chr. zu Pergamos geborene *Claudius Galen* den Ursprung der Bewegungsnerven auf das Rückenmark, denjenigen der Empfindungsnerven aber auf das Gehirn, als den Sitz der vernünftigen Seele, zurückgeführt. Die Mystik des Mittelalters und die in die Fesseln verschiedener philosophischer Systeme gebannte Medizin der folgenden Jahrhunderte waren nicht dazu angethan, das Wissen über unsern Gegenstand zu bereichern. So kam es denn, dass in den ersten Dezennien unsers Jahrhunderts die *Charles Bell* und *Magendie* an die Ergebnisse anzuknüpfen hatten, zu denen vor bereits 1500 Jahren Galen gelangt war. Bell stellte dann an der Hand exakter Untersuchungen für ein- und allemal den Satz fest: „dass Bewegungs- und Empfindungsnerven gesondert das Rückenmark verlassen und zwar die erstern durch die vordern, die letztern durch die hintern Nervenwurzeln.“ Der berühmte deutsche Physiologe *Johs. Müller* machte dann den Bell'schen Lehrsatz zur Grundlage seiner „Physik des Nervensystems“ und diese wurde wiederum der Ausgangspunkt und die reichhaltige Fundgrube für die modernen Forschungen.

Gehen wir nach dieser kurzen historischen Abschweifung zu dem anatomischen Theile über und betrachten wir das Rückenmark für sich und in seinen Beziehungen zum Gehirne und dem verlängerten Marke.

Unter dem Rückenmarke begreifen wir jenen in den Wirbelkanal eingelagerten Nervenstrang, dem die Aufgabe zufällt, den Rapport zwischen Centrum und Peripherie zu vermitteln. Betrachten wir diesen kleinfingerdicken, plattrundlichen Strang etwas genauer, so fällt uns sofort auf, dass derselbe durch eine *vordere* und eine *hintere Medianfurche* in zwei symmetrische Hälften getheilt wird, welche jedoch nicht separat für sich bestehen, sondern durch eine schmale Brücke miteinander in Verbindung treten. Für den Moment mag es genügen, nur eine dieser Hälften in Augenschein zu nehmen.

Man bemerkt alsdann, dass jede Hälfte wiederum durch eine vordere und hintere seichte Längsfurche in drei Stränge zerfällt, einen *Vorder-*, einen *Seiten-* und einen *Hinterstrang*; zudem dienen diese Furchen als Ausgangspforten für die *vordern und hintern Nervenwurzeln*. Durchtrennen wir das Rückenmark in seiner Gesamtheit mittelst eines Horizontalschnittes, so tritt uns jenes eigenthümliche bekannte Bild vor Augen: Im Centrum der Schnittfläche hebt sich eine Figur von grauer Farbe ab, die man nicht unpassend mit zwei ihre Convexitäten einander zuwendenden, durch eine ebenfalls *graue Brücke* (Commissur) miteinander verbundenen Halbmonden verglichen hat. Man hat dann wie bei der Sichelform des Halbmondes Hörner unterschieden und so dieses Centralgebilde in *Vorder-* und *Hinterhörner* zerlegt. Stellt man sich vor, dass jedes Rückenmarksegment, das durch Horizontalschnitte isolirt wird, dieses Bild darstellt, so wird es klar, dass die graue Rückenmarksubstanz in ihrer Totalität eine durch vier Hohlrienen begrenzte vierkantige Säule formirt, die von einem Mantel weisser Substanz umhüllt wird. Ergänzend will ich noch beifügen, dass diese Centralssäule von einem engen *Centralkanale* durchzogen wird, der nach oben mittelst der sogenannten *Sylvi'schen Wasserleitung* mit den Hirnventrikeln kommunizirt und dass vor der grauen Commissur eine sogenannte *weisse* liegt, die als Verbindungsstrasse zwischen die beidseitigen Manteltheile interponirt ist.

Die aus den Vorderhörnern austretenden und die in die Hinterhörner eintretenden Nervenwurzeln haben eine Doppel-aufgabe zu erfüllen; jene leiten die im Gehirne erhaltenen Impulse zu den Muskeln und zwingen sie zur Contraction; diese aber überbringen die an der Peripherie empfangenen Eindrücke dem Centralbüreau des Gehirnes, wo sie in bewusste Empfindungen umgewandelt werden; die *vordern Wurzeln* enthalten somit *motorische*, die *hintern sensible* Fasern. Die beiden Nervenwurzeln treten dann im Wirbelkanale zusammen zu *einem* Nervenstrange, der je zwischen zwei Wirbeln den Wirbelkanal verlässt. Motorische und sensible Fasern liegen nun in ähnlicher Weise nebeneinander, wie die Telegraphendrähte im submarinen Kabel, aber dort, wie hier, isolirt, so dass keine direkt mit einer andern in Contact kommt, sondern jede für sich ihrem Verbreitungsbezirke zueilt. Mit dem

Mikroskop vermögen wir die Nerven in die zartesten Fibrillen, von denen jede ihre Isolirhülle hat, zu zerlegen, aber wir sind, auch mit den besten Instrumenten bewaffnet, ausser Stande, die motorische von der sensibeln Faser zu unterscheiden. Auch über den die lebenden Nerven durchfliessenden Strom gibt uns das Mikroskop keinen Aufschluss, während der feinfühlige Multiplikator rasch durch Ablenkung seiner Nadeln die minимsten Ströme nachweist. Verfolgen wir die motorischen Nervenfasern in ihren peripheren Ausbreitungen, so sehen wir dieselben sich mittelst eigenthümlicher Endapparate, der *Nervenendplatten*, an die Muskelfibrillen anlagern. Die Terminalapparate der sensibeln Nerven sind manigfaltiger in der Form ihres Auftretens, jedoch noch nicht allerorten so genau erforscht, wie die der motorischen; in der Haut finden sie sich als *Meissner'sche* und *Pacini'sche* Körperchen, während sie in einzelnen Schleimhäuten als sogenannte *Krause'sche* Endkolben eingebettet sind.

Vergleichen wir die motorischen Nervenfasern auf ihrem Wege zum Rückenmarke, so sehen wir dieselben durch die vordern Wurzeln eintreten, um jedoch nicht direkt sich dem Gehirne zuzuwenden, sondern vorerst in die durch ihre auffallende Grösse sich auszeichnenden *Ganglienzellen* der Vorderhörner überzugehen. Verweilen wir einen Moment bei diesen seltsamen Gebilden, denen wir wiederum in einzelnen Bezirken der Hirnrinde begegnen! Dieselben zeichnen sich, wie bereits angedeutet, durch ihre Grösse besonders vor den Ganglienzellen der Hinterhörner aus und werden zum Unterschiede von denselben, den *sensibeln*, als *motorische* bezeichnet; ihre Grösse hat ihnen sogar den Namen Riesenzellen beigebracht. Sie präsentiren einen hüllenlosen *Zellkörper* mit *Kern* und *Kernkörperchen*. Von diesem Protoplasmakörper gehen dann eine Unzahl Fortsätze aus, die sich in feinste, zum Theil an der Grenze mikroskopischen Erkennens stehende Fäserchen auflösen. Ein Fortsatz indessen verästelt sich nicht, sondern umgibt sich mit einer Hülle und wird so zum *Achsencyylinder* einer markhaltigen Nervenfaser, weshalb er auch *Achsen-cylinderfortsatz* genannt wird. Die verschiedenen Ganglienzellen stehen nun unter einander durch jene vorhin beschriebenen Protoplasma-Fortsätze in Verbindung; ein Theil derselben lagert sich geordnet aneinander und gibt auf diese Weise zur Bildung von breitern Fasern Veranlassung. Aus der der Mittellinie zunächst

gelegenen Gangliengruppe geht ein Faserzug je von der einen zur andern Seite über und bildet so eine Faserkreuzung, die, unmittelbar hinter der vordern Medianspalte gelegen, als *weisse Commissur* beschrieben wird. Mit dem Gehirne stehen die Vorderhornganglien durch zwei Fasersysteme in Verbindung, durch das der *direkten* und das der *gekreuzten Pyramidenfasern*.

Zur genaueren Orientirung ist festzuhalten, dass die Fasersysteme des Rückenmarkes, bevor sie zum Gehirne gelangen, vorerst das verlängerte Mark (*Medulla oblongata*) zu passiren und dort eine theilweise Umlagerung der Fasern zu erdulden haben. Das verlängerte Mark ist ähnlich, aber nicht gleich componirt wie das Rückenmark; nach vorn, ebenfalls durch eine Medianspalte getrennt, liegen die *Pyramiden*, seitwärts von der hintern Spalte die *strangförmigen Körper* (*corpora restiformia*) und zwischen diesen und den vorigen die länglich runden *Oliven*. Alle motorischen, in centripetaler Richtung dem Gehirne zulaufenden Fasern nehmen ihren Verlauf durch die Pyramiden, durchziehen dann die Brücke (*Pons Varoli*) und den Hirnschenkelfuss, nehmen dann die medialen zwei Drittel der innern Kapsel in Beschlag und wenden sich nun, in den Stabkranz ausstrahlend, den Centralwindungen zu, wo sie sich in gleiche Ganglienzellen einsenken, wie wir solehe in den Vorderhörnern des Rückenmarkes kennen gelernt haben. Verfolgen wir von diesen, die Willensimpulse produzierenden Ganglien aus die Fasern in centrifugaler Richtung, so sehen wir das kleinere, nur etwa 3—9 % der Fasern aufnehmende Bündel *direkt*, d. h. ohne Kreuzung, den bekannten Weg einschlagen und jedes auf seiner Seite die Pyramide durchziehen, um dann in dem Rückenmark, unmittelbar der vordern Medianspalte sich anlehnend, ihren Verlauf zu nehmen. Der grösse Faserzug dagegen geht nur bis zu den Pyramiden gleichzeitig, dort *kreuzen* sich die Fasern und verlaufen dann in dem Seitenstrange der entgegengesetzten Seite abwärts, um sich in den verschiedenen Etagen des Rückenmarkes in die Ganglien der Vorderhörner zu inseriren.

Die Ganglien der Hinterhörner sind bedeutend kleiner als die motorischen der Vorderhörner; auch sie senden eine Menge feinster Fortsätze aus, entbehren aber des Achsenzylinderfortsatzes, wie wir ihn bei den motorischen Ganglien kennen gelernt

haben. Die durch die hintern Wurzeln eintretenden sensibeln Nervenfasern lösen sich in ein äusserst zartes Fasernetz auf, aus welchem nur mit guten Mikroskopen erkennbare Fibrillchen hervortreten. Diese senken sich in die Hinterhornganglien ein; aus diesen austretend, nehmen sie einen verschiedenen Verlauf. Ein Theil kreuzt sich in ähnlicher Weise, wie wir bei den motorischen Fasern der weissen Commissur gesehen haben, mit den Fasern der contralateralen Seite und steigt dann in den Hintersträngen nach oben. Ein anderer Theil verläuft ohne Kreuzung auf der gleichen Seite, auf der er eingetreten, in centripetaler Richtung. Andere Fasern inseriren sich in die Ganglien der Vorderhörner, noch andere verbinden die Ganglien der grauen Substanz unter sich, in transverseller sowohl als longitudinaler Richtung. Ausser der grauen Substanz finden wir vorzüglich drei Fasersysteme, in denen die sensibeln Eindrücke dem Centrum zueilen. Zwei Systeme davon nehmen ihren Verlauf in den Hintersträngen und zwar nennt man dasjenige, welches zunächst der Medianspalte gelegen ist, *innerer* oder *Goll'scher Keilstrang*, während das zwischen innerem Keilstrang und hinterer Wurzel plazirte Faserbündel als *äusserer* oder *Burdach'scher Keilstrang* bezeichnet wird. Nach aussen von den gekreuzten Pyramidenbündeln endlich befindet sich die sogen. *Kleinhirnseitenstrangbahn*.

Den verschiedenen Perceptionen entsprechen auch verschiedene Leitungsbahnen und wird somit die Schmerzempfindung auf andern Wegen zum Centrum des Bewusstseins geleitet als die Tastempfindung und diese wiederum auf andern als die Temperaturempfindung.

Durchschneiden wir einem Thiere das Rückenmark, so werden alle *unter* der Schnittfläche gelegenen Theile gelähmt sein, Wille und bewusste Empfindung reichen nicht über die Schnittfläche hinaus, Empfindung und Bewegung sind aufgehoben. Je näher dem Centrum zu die Durchtrennung stattgefunden, um so ausgedehnter ist das Gebiet der Lähmung. Aehnliche Zustände werden beim Menschen herbeigeführt durch Verschiebung der Bruchstücke bei Wirbelfrakturen, bei Quetschungen des Rückenmarks, bei Druck durch Geschwülste u. dgl. Der Körper zerfällt dann gleichsam in zwei Hälften, eine obere, empfindende und willkürlich zu bewegende und eine untere, empfindungslose und gelähmte.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass die *Tastempfindung* durch die *weissen Hinterstränge*, die *Schmerzempfindung* aber durch die *graue Substanz* selbst geleitet wird. Nehmen wir noch hinzu, dass die Willensimpulse durch die Vorder- und Vorderseitenstränge zu den Muskeln gelangen, so wissen wir genug, um folgendes Experiment zu verstehen. Einem Thiere werden durch Schnitt die Hinterstränge durchtrennt, was wird die Folge sein? Noch wird es Schmerz empfinden und sich bewegen können, aber die Tastempfindung ist ihm abhanden gekommen. Lassen wir den Schnitt auch noch durch die graue Substanz gehen, so wird es sich noch bewegen können, aber keinen Schmerz mehr empfinden; werden die Pyramidenstränge durchtrennt, so hört auch die Bewegung auf. Was in diesem Falle das künstliche Experiment ausführte, bewerkstelligen beim Menschen Krankheiten, die sonderbarer Weise sich in gewissen Fasersystemen lokalisiren und damit deren Funktion ausschalten.

Nachdem wir bis jetzt das Rückenmark in seiner Continuität mit dem Gehirne, als dem Sitze der bewussten Empfindung und der Willensimpulse, kennen gelernt haben, wollen wir dasselbe nach Entfernung des Gehirnes einer kurzen Betrachtung unterziehen. Diese Operation wird bekanntlich von gewissen Thieren, z. B. Frosch und Taube, relativ gut ertragen. Monate lang können sie noch fortleben oder besser ausgedrückt fortvegetiren. Der enthirnte Frosch besitzt eher grössere als geringere Beweglichkeit. Unmittelbar nach der Operation verharrt er eine Zeit lang in einem Zustande von Betäubung, dann aber nimmt er seine gewohnte Sitzhaltung ein oder hüpf't auch weg. Es müssen somit im Rückenmarke Apparate vorhanden sein, welche nicht nur die Muskeln zu Bewegungen nöthigen, sondern dieselben auch zu *zweckmässigen* Bewegungen impulsiren. Wenn wir den enthirnten Versuchsfrosch in das linke Hinterbein kneipen, so zieht er dasselbe weg. Es wird also der von den Empfindungsnerven an der Peripherie (Haut) aufgenommene Reiz durch Vermittlung des Rückenmarkes in Bewegung umgesetzt; eine solche Bewegung nennt man *Reflexbewegung*. Dieselbe bedarf, um zu Stande zu kommen, dreier Bedingungen: 1) einer sensibeln centripetal leitenden Faser; 2) eines übertragenden Nervencentrums und 3) einer centrifugal leitenden motorischen Faser. Der bei unserm Frosche durch das Kneipen ausgelöste Hautreiz gelangt durch die sensible Faser in der

hintern Nervenwurzel zu den Ganglien des linken Hinterhornes, von diesen zu den motorischen Vorderhornganglien und von diesen endlich durch die Vorderwurzeln zu den denselben zugehörenden Muskeln und Muskelgruppen. Die Ganglien des linken Hinterhornes stehen aber, wie wir wissen, nicht nur mit den gleichseitigen motorischen Vorderhornganglien, sondern auch mit denen der rechten Seite in Verbindung; ein starker Reiz wird daher auch auf dieser Seite eine Bewegung auslösen. Besteht sich aber das Rückenmark unter der Einwirkung eines die Reflexerregbarkeit excessiv erhöhenden Momentes, wie z. B. bei Strychninvergiftung oder beim traumatischen Tetanus, so wird ein relativ geringerer Reiz nicht nur auf die zunächst liegenden Ganglien, sondern von diesen aus nach allen Seiten auf die Ganglien des Rückenmarkes propagirt, der Körper gerät in einen ganzen Sturm von Bewegungen, es entsteht ein *Reflexkrampf*. Die Reflexvorgänge machen oft den Eindruck, als ob ihnen eine bestimmte Absicht zu Grunde liegen würde und daher kam es auch, dass vor bald 30 Jahren zur Erklärung derselben das Axiom von der *Rückenmarkseele* auftrat. Der berühmte Physiologe *Pflüger* gab dazu durch folgendes, von ihm häufig und immer mit dem gleichen Resultate ausgeführte Experiment den ersten Anstoss. Er betupfte einem geköpften Frosche eine bestimmte Stelle des Oberschenkels mit Essigsäure, der Frosch führte den Zehenrücken desselben Fusses an die betupfte Stelle und wischte die Säure ab. Nun wurde dieser Fuss abgeschnitten und der gleiche Reiz applizirt; der Frosch beugte jetzt seinen Schenkel, wurde unruhig, als suche er nach einem Mittel, sich des Reizes zu entledigen und nahm endlich den nicht gereizten Schenkel zu Hilfe, indem er ihn so beugte, dass er mit dem Stumpfe die Säure wegputzte, oder er beugte den gereizten Schenkel so stark, dass er dieselbe an der Seitenfläche des Rumpfes wegwischen konnte. Allein durch dieses und ähnliche Experimente war man doch nicht im Stande, für die Existenz einer *Rückenmarkseele* Beweise zu erbringen, die einer eingehenden Kritik Stand zu halten vermochten. Schon der bekannte, von *Marshal Hall* herrührende Fall musste diese Hypothese gewaltig erschüttern. Ein Mann hatte sich eine Verletzung des Rückenmarkes in der Nackengegend zugezogen. Die untere Körperhälfte und die untern Extremitäten waren jedweder Empfindung beraubt, der Wille

war unvermögend, einen Muskel derselben in Bewegung zu setzen. Trotz der vollständigen Empfindungslosigkeit und völliger Unfähigkeit zu willkürlichen Bewegungen, wurden die Gliedmassen, wenn man sie mit einer Nadel stach oder mit kaltem Wasser besprengte oder die Fusssohlen kitzelte, mit Heftigkeit angezogen, ohne dass der Verunglückte Schmerz, Kälte oder Kitzel empfand, ohne dass ihm die auf diese Reize folgenden Bewegungen bewusst waren. Welche Anhaltspunkte blieben in diesem Falle für die Annahme einer Rückenmarksseele übrig? Die neuere Physiologie hat überhaupt mit Recht die Seelenfrage bei Seite gesetzt und den Philosophen überlassen, die ja bekanntlich mit Vorliebe in Dingen thun, über die man nichts weiss und nichts Bestimmtes wissen kann.

Die Forschung brachte, zur Lösung des die reflektorischen Vorgänge betreffenden Räthsels, die Thatsache an den Tag, dass, wenn eine Nervenerregung von einer bestimmten Stelle aus *sehr häufig* eine bestimmte Bahn durchläuft, *die Wiederstände* auf dieser Bahn geringer werden als auf andern, so dass die Nervenerregung bei Elimination des Willens stets diesen am häufigsten betretenen Weg einschlägt.

Aehnliche reflektorische Vorgänge wie bei enthirnten Thieren können wir bei Menschen beobachten, denen die Hirnthätigkeit durch Narcose ausgeschaltet wurde und ebenso bei Hypnotisirten, bei denen durch bestimmte Manipulationen eine Thätigkeitshemmung der Grosshirnrinde herbeigeführt wurde. Es werden von der hypnotisirten Person eine Reihe zweckentsprechender Bewegungen ausgeführt, ohne dass sie es will oder weiss.

Pflüger hat gezeigt, dass die reflektorischen Vorgänge sich nach bestimmten Gesetzen vollziehen und zwar:

1) Dass bei schwachen sensiblen Reizen die Reflexe sich stets auf der mit dem gereizten Nerven gleichnamigen Seite abspielen;

2) dass, wenn die zugeleitete Erregung sich auch auf die andere Seite ausdehnt, die in Thätigkeit versetzten Muskeln gleichnamig sind mit denen der erregten Seite, dass also bei verstärktem Reize Reflexsymmetrie stattfindet;

3) dass bei doppelseitigen Reflexbewegungen von ungleicher Stärke der stärkere Reflex der direkt erregten Körperhälfte entspreche;

4) dass bei einer sensiblen Erregung zunächst die Muskeln reagiren, deren Nerven im Rückenmark in gleicher Höhe entspringen mit der gereizten Faser und dass endlich, wenn der Reflex sich weiter ausdehnt, derselbe zunächst seinen Weg nach oben, dem verlängerten Marke zu nimmt und erst, wenn die Erregung dort angelangt, von der stärker gereizten Stelle aus nach unten sich erstreckt.

Ueber diese eigenthümlichen Prozesse hat man eine Theorie aufgestellt, die allerdings geeignet ist, dieselben unserer Einsicht näher zu rücken. Man hat angenommen, dass der an der Peripherie aufgenommene Reiz in der centripetalen Empfindungsfaser oscillirende Bewegungen hervorrufe, die sich bis zu den im Rückenmark gelegenen Ganglienzellen fortpflanzen. Hier aber gelangen sie auf einen durch die Ganglienzellen gebotenen Widerstand, der überwunden werden muss. Jede neue Ganglienzelle, nimmt man an, setze der Fortleitung der Erregung einen neuen Widerstand entgegen, was dann zur Folge habe, dass bei schwachen Reizen die Erregungen im Rückenmark bald erloschen, nachdem nur wenige Ganglienzellen und zwar die der direkt gereizten zunächst gelegenen erregt worden seien. Mit der zunehmenden Stärke des Reizes werden auch mehr Widerstände überwunden und gewinne dadurch der Reflex an Ausdehnung. Würden die Ganglienzellen keine Widerstände darbieten, so müsste sich der von der sensiblen Faser herzuleitete Reiz auf sämmtliche Ganglienzellen ausdehnen und dadurch die ganze Körpermuskulatur in alarmirende Bewegung versetzen. Die Strychninnarcose liefert hiezu ein illustrirendes Beispiel. Durch dieselbe werden die Widerstände auf ein Minimum reduzirt und vermögen demnach schon sehr schwache Reize allgemeine Reflexkrämpfe hervorzurufen.

Was die Qualität und Quantität der Reflexe betrifft, so begegnen wir bald einfachern, bald komplizirtern; denn nicht immer findet auf einen einfachen Hautreiz eine entsprechende einfache Reflexzuckung statt; sehr oft treten ganze Muskelgruppen in Aktion, wobei die einzelnen Muskeln gleichzeitig in adäquater Stärke sich betheiligen. Diese Beobachtung drängt zu der Annahme, dass sich im Rückenmarke gewisse Gangliengruppen vorfinden, welche mit einer Anzahl einer ganz bestimmten Bewegung dienender motorischer Nervenfasern im Zusammenhange stehen, inniger als mit den andern, derart

zwar, dass, wenn die Taste auch nur *einer* zu dieser Gruppe gehörigen Ganglienzellen angeschlagen wird, sich die Erregung sofort auf sämmtliche derselben zugehörenden Zellen überträgt und sich somit die ganze Klaviatur der betreffenden Muskelbewegungen abspielt. Derartige Gangliengruppen, die gleichsam als Alarmstationen für bestimmte Muskelgruppen angesehen werden können, werden gewöhnlich als *Centren* bezeichnet. Legt man an dem Rückenmarke des Frosches von Wirbel zu Wirbel je einen Querschnitt an, so sieht man bei mechanischer Reizung des Markes an bestimmten Stellen immer gewisse Bewegungen auftreten, Bewegungen, die aber nur dann sich geltend machen, wenn eben diese und nicht andere Stellen gereizt werden. Wird das Froschmark in der Höhe des zweiten Wirbels gereizt, so tritt immer nur Adduction der Vorderextremität auf, Abduction aber, wenn der Reiz in der Höhe des dritten Wirbels applizirt wird. Bei Reizung dem fünften Wirbel entsprechend beugen sich die Hinterbeine, gerathen aber in Streckung, wenn der Reiz zwischen dem sechsten und siebenten Wirbel stattfindet. Ausser diesen Extremitätencentren, gibt es aber im Rückenmarke noch eine Reihe anderer ebenfalls spezifischen Thätigkeiten vorstehender Centren. Im Lendenmarke befindet sich beispielsweise ein den *Schliessmuskel der Harnblase* beeinflussendes Centrum. Wenn nämlich der Inhalt der Harnblase zunimmt, so findet eine Dehnung ihrer Wandung und der in derselben verlaufenden sensiblen Nervenfasern statt, die peripheren Enden werden somit gereizt. Mit der Zunahme des Urins wächst auch die Dehnung der Blase und damit der periphere Reiz, der, zum Rückenmark verlaufend, durch das Medium der Ganglien in dem Schliessmuskel einen Reflex aushebt. Der Muskel wird sich daher kräftiger contrahiren und den Ausfluss des Blaseninhaltes zu verhindern bestrebt sein. Hat der Druck einen gewissen Grad erreicht, so langt der Widerstand an seiner Grenze an, wird überwunden und die Blase entledigt sich ihres Inhaltes. Einen ähnlichen Vorgang treffen wir beim Schliessmuskel des Afters.

Die *Gefässmuskeln* werden durch die ebenfalls im Rückenmark gelegenen sogenannten *vasomotorischen Centren* regulirt. Werden letztere gereizt, so verengern sich die Gefässe, während bei Zerstörung derselben Erweiterung sich geltend macht. Allerdings spielt das Rückenmark hiebei nicht die Hauptrolle,

denn diese ist in diesem Falle dem verlängerten Marke zugedacht, wo auch die Regulatoren für das Herz und die Athmung gelegen sind. Bekanntlich hat der französische Physiologe *Floureens* in der sogenannten Rautengrube des verlängerten Markes eine Stelle ausfindig gemacht, durch deren Zerstörung sofort die Athmung zum Stillstande gebracht und der Tod herbeigeführt wird; er nannte sie *Point vital*. Wird dieses Respirationscentrum nur auf *einer* Seite von der Medianlinie zerstört, so hören nur auf dieser Seite die Athembewegungen auf, während die andere Seite ununterbrochen fortathmet. In der unmittelbaren Nähe des Athmungscentrums liegt dasjenige des *Herzens*, sein Regulator. Wird dasselbe gereizt, so verlangsamen sich die Herz-contractionen und hören bei zunehmendem Reize vollständig auf. Wir begegnen hier somit einem sogenannten *Hemmungsczentrum*, von dem aus die sogenannten Vagusnerven zum Herzen führen. Werden dieselben durchschnitten, so hört der Einfluss des Centrums auf und es tritt eine Beschleunigung der Herz-contraction auf. Auch für die *Schweissabsonderung* wurde im Rückenmark ein dem verlängerten Marke ebenfalls subordinirtes Centrum entdeckt. *Goltz* in Strassburg beobachtete, dass, wenn er beim Hunde den peripheren Stumpf eines durchschnittenen ischiadischen Nerven reizte, aus den von Haaren befreiten Hinterpfoten grosse Schweißtropfen hervorperlten und *Adamkiewicz* in Krakau sah beim Menschen, wenn er einen motorischen Nerven elektrisch reizte, im Bereiche der contrahirten Muskulatur Schweißsecretion auftreten. Einige pathologische Beobachtungen lassen auch auf ein *spinale Centrum* für die *Temperatur* schliessen. Schon im Jahre 1837 beobachtete der Engländer *Brodie* nach Quetschung des Halsmarkes eine unmittelbar dem Tode vorangehende Temperatursteigerung bis auf $43,9^{\circ}$ C. und *Simon* in Heidelberg nach Bruch des zwölften Brustwirbels sogar bis zu 44° C. Die höchste, wohl an der Grenze des Glaubwürdigen stehende Temperatur will *Teale* bei einer jungen Dame beobachtet haben, bei der das Thermometer auf 50° gestiegen sein soll.

Wir haben bei Anlass der Reflexe gesehen, dass dieselben bei enthirnten Thieren ein viel freieres Spiel haben, als bei solchen, denen das Gehirn intakt gelassen wurde. Während bei jenen auf leichte Reize schon Reflexbewegungen folgen, vermögen sie bei diesen keine Reaktion hervorzurufen. Und

wiederum sehen wir bei unverletzten Thieren die Reflexthätigkeit auftreten, sobald die Funktion des Gehirns eliminiert wird, sei es, dass sie schlafen oder sei es, dass sie der Einwirkung bestimmter narkotischer Mittel ausgesetzt sind. Im einen wie im andern Falle sind die Funktionen der den Willensimpuls producirenden sogenannten psycho-motorischen Ganglienzellen der Hirnrinde suspendirt, der *Willenseinfluss* somit aufgehoben. Denn der Wille ist es ja, dem es anheim gestellt ist, das Reflexspiel der der Willkür unterworfenen Muskeln vor sich gehen zu lassen oder demselben Halt zu gebieten. Man nimmt an, dass von diesen Ganglien der Hirnrinde aus spezielle *Reflexhemmungfasern* zu den motorischen Ganglienzellen der Vorderhörner des Rückenmarkes ihren Verlauf nehmen, denen die Aufgabe zukommt, die Umsetzung der zugeleiteten Erregung in Bewegung zu verhindern. Es treffen, wenn wir die oben angeführte Hypothese zu Grunde legen wollen, in den spinalen Ganglienzellen gleichzeitig von zwei Seiten, der Peripherie und dem Gehirne her, Oscillationen auf einander und bringen auf diese Weise gleichsam eine *Interferenz* zu Stande.

Bei jungen Thieren und neugebornen Kindern finden wir noch ein vom Willen unbeeinflusstes Reflexspiel. Ich kann nicht umhin, in Bezug auf das letztere *Virchow's* eigene Worte anzuführen. Er sagt: „Das *neugeborne Kind*, mag man ihm auch Geist und eine Art bewusster Empfindung zuschreiben, zeigt doch nicht die mindeste Erscheinung, aus welcher man auf *bewusstes Wollen* oder auf *bewusstes Handeln* schliessen könnte. Alle seine Handlungen tragen den *spinalen* Charakter und insofern kann man sagen, sie seien wesentlich instinktiv. Sehen wir uns ein solches Kind nur einmal im Hungerzustande an. Es wird unruhig, es macht allerlei Bewegungen, namentlich mit dem Kopfe, es wendet den Mund nach der Seite, während es die Lippen bewegt. «Es sucht die Mutterbrust.» Legt man es mit dem Munde an dieselbe, so fasst es sie und beginnt zu saugen und zu schlucken. Ist es gesättigt, so lässt es los, streckt sich behaglich und schläft ein. Findet es die Brust nicht, so steigern sich die Bewegungen. Das Kind nimmt ein ärgerliches oder gar zorniges Aussehen an, der Kopf röthet sich, es fängt an zu schreien. Je mehr es schreit, um so heftiger werden seine Bewegungen, bis der ganze Körper daran Anteil nimmt. Stecken wir ihm einen Finger in den Mund,

so fängt es wohl an zu saugen und beruhigt sich für einige Zeit, endlich «merkt es, dass es getäuscht ist» und schreit nur um so bitterlicher.

Ist nun in allen diesen Dingen irgend eine bewusste Absicht, ein bewusstes Wollen oder Handeln zu erkennen? In keiner Weise. Wir schieben dem Kinde unsere, aus einer langen Erfahrung hervorgegangenen geistigen Motive unter; wir sagen: «es will, es sucht, es ist ärgerlich.» Aber in Wahrheit weiss es nichts von demjenigen Wollen, Suchen und Aergern, das wir an uns kennen. Das soll es Alles erst lernen auf dem Wege vielfachen Leides in dem Maasse, als sich «sein Geist» entwickelt.

Das neugeborne Kind ist ein prächtiges Beispiel eines fast reinen Rückenmarks-Wesens.“

Ich habe *Virchow's* klassische Darstellung, die er vor zwölf Jahren niedergeschrieben, wörtlich wiederholt, da es mir noch vergönnt sein wird, zu zeigen, wie sehr die neuesten Untersuchungen über die Rückenmarksstruktur und über die Verhältnisse der Pyramidenbahnen zum Gehirne in der ersten Lebensperiode dazu angethan sind, die obigen Sätze voll und ganz zu unterstützen. Vorher aber muss ich noch auf die physiologische Thatsache aufmerksam machen, dass auch bei dem enthirnten Frosche Lust- und Unlustempfindungen sich vorfinden. Wir haben gesehen, wie er die ihm aufgetragene Essigsäure wegzuwischen sich anstrebt. Ebenso wendet sich der Schwanz einer decapitirten Eidechse einem sanften Streichen zu, dagegen von einem heftigen Reize ab. *Goltz* machte darauf aufmerksam, dass ein enthirnter Frosch jedesmal eigenthümlich quackt, sobald man dessen Rückenhaut streicht. Solche und ähnliche Erscheinungen liessen sich noch eine Menge anfügen.

Sehr interessant sind die elektrischen Erregungen der sogenannten psycho-motorischen Hirnrindenbezirke, welche Bewegungen in den Gliedmaassen oder in andern Theilen der gegenüberliegenden Körperhälfte hervorrufen und zwar hat man eine Reihe eng abgegrenzter Rayons ausfindig gemacht, auf deren Reizung stetsfort bestimmte Muskelgruppen und nur diese in Aktion treten. Und ebenso hat es sich gezeigt, dass, wenn man diese Bezirke künstlich entfernt, die bezeichneten Gliedmaassen oder Körpertheile einem lähmungsartigen Zustande anheimfallen. *Soltmann* hat dann nachgewiesen, dass diese

erregbaren Hirnrindenpartien bei den Jungen derjenigen Thiere, welche blind oder, wie die neugebornen Menschen, ohne Willensfähigkeit zur Welt kommen, noch fehlen; so beim Hunde und Kaninchen. Dagegen haben die Untersuchungen Tarchanoffs dargethan, dass die sehend oder mit Willensbewegungen befähigt zur Welt kommenden Thiere schwer erregbare Rindencentren mitbringen.

Auch die mikroskopische Technik mit ihrem vervollkommenen Tinktionsverfahren hat zu gleichen Resultaten geführt und die Sache in ein noch klareres Licht gebracht. Sie hat gezeigt, dass in dem Rückenmarke des Neugebornen noch nicht alle Partien zur definitiven Entwicklung gelangt sind. In einem völlig ausgebildeten Rückenmarke soll der Axencylinder von seiner Myelinscheide umgeben sein. Die Osmiumsäure steht nun zu dem Myelin derart in einer Verwandtschaft, dass sie sich mit demselben rasch verbindet und dasselbe braun tingirt. Wird nun der Rückenmarksdurchschnitt eines Neugebornen mit Osmiumsäure behandelt und untersucht, so zeigt es sich, dass die gekreuzten sowohl als die direkten Pyramidenbahnen nichts von diesem Farbstoffe aufgenommen, dass sie also noch keine Myelinscheiden oder mit andern Worten noch unreife Axencylinder besitzen. Da aber diese Bahnen mit den motorischen Regionen der Hirnrinde zusammenhängen, so liegt es klar vor, warum von der Hirnrinde ausgehende Impulse nicht zum Rückenmarke geleitet werden. Mit der Zeit, wenn die Bahnen ihre vollständige Ausbildung erlangt haben, werden die Reflexe unter dem Einflusse des Willens verhindert. Durch die Erfahrung lernt das Individuum die Grösse und Stärke der antagonistischen Erregung bemessen, welche zur Unterdrückung der Reflexbewegungen gerade hinreicht. Und wenn es sich dann einmal an die Hemmung derselben gewöhnt hat, wenn die vom Gehirn herabsteigenden Bahnen recht oft solch' hemmenden Impulsen gedient haben, so kommen sie auch ohne spezielle Beeinflussung durch den Willen zum Ausdrucke, eigentlich gewohnheitsgemäss. Als Beispiel eines solchen Reflexes dürfte der Lidschluss beim Nahen eines fremden Gegenstandes gegen das Auge dienen. Unter dem Willenseinflusse gelernt, erfolgt er später eigentlich instinkтив.

Setschenow hat im Gehirne des Frösches einen Hemmungsapparat entdeckt, durch dessen Entfernung die Reflexerregbarkeit

gesteigert wird, während Reizung desselben Unterdrückung der Reflexe herbeiführt. Aber nicht nur im Gehirne, sondern auch im Rückenmark selbst scheinen solche Hemmungscentren zu bestehen. Denn, wenn wir durch das Rückenmark einen galvanischen Strom fliessen lassen, so werden bei zunehmender Intensität desselben die Reflexbewegungen immer langsamer, bis sie endlich bei einer gewissen Stromstärke vollständig aufhören.

Aus Allem diesem ist unverkennbar, dass die letzten Jahre manche Errungenschaft gebracht haben, und wenn auch noch Manches Stückwerk ist, wenn auch noch manche Hypothese an die Unvollkommenheit unsers thatsächlichen Wissens erinnert, so bürgt immerhin der edle Wetteifer, womit die gewiegtesten Forscher verschiedenster Nationalitäten sich des Gegenstandes annehmen, dafür, dass das Dunkel, das bis vor Kurzem auf diesem Gebiete herrschte, immer mehr gelichtet werde und damit auch die Einsicht in die pathologischen Prozesse des Rückenmarkes sich erweitert. Noch hat manches Rätsel seiner Lösung zu harren, aber dem nimmer rastenden Drange nach Erkenntniss müssen mehr und mehr die Nebel weichen, die bisher dieses Gebiet umlagert, so dass es auch hier einmal heissen dürfte: Post tenebras lux!