

- Beispielhafter Auszug aus der digitalisierten Fassung im Format PDF -

# Ueber das Rückenmark

---

Rudolf Virchow

Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib ([www.BioLib.de](http://www.BioLib.de)).

Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie ([ViFaBio](http://ViFaBio)) durch die [Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg \(Frankfurt am Main\)](http://Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg (Frankfurt am Main)) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.

Sammlung gemeinverständlicher  
wissenschaftlicher Vorträge,

herausgegeben von

Rud. Virchow und Fr. v. Holkendorff.

~~~~~  
V. Serie.

Heft 97—120.  
~~~~~

---

Berlin, 1870 und 1871.

C. G. Lüdewitz'sche Verlagsbuchhandlung.  
A. Charisius.

# Ueber das Rückenmark.

Vortrag,

gehalten im Börsensaal zu Stettin am 20. Februar 1870

von

Rudolf <sup>\*</sup>Birchow.

Mit 8 Holzschnitten.

---

Berlin, 1871.

C. G. Lüdertg'sche Verlagsbuchhandlung.  
A. Charijus.

Noch heutigen Tages kennt Mancher das Rückenmark nur als einen eßbaren Körper. Da es rings von Knochen umgeben ist und im Innern derselben einen Hohlkanal, den sogenannten Wirbelkanal, ausfüllt, so gleicht es in hohem Grade dem Knochenmark, welches bekanntlich am besten in den langen oder Röhrenknochen zu sehen ist, deren Röhre (Markhöhle) davon erfüllt ist. Dieses Knochenmark und seine Eßbarkeit sind aber seit uralten Zeiten bekannt. In den Pfahlbauten<sup>1)</sup>, ja sogar unter den Küchenüberresten aus der Rennthierzeit<sup>2)</sup> findet man die Thierknochen künstlich gespalten, wie es noch jetzt die Lappen thun, um daraus das frische Mark als einen besonders „fetten“ und bevorzugten Leckerbissen hervorzulangen. Die große Geschicklichkeit, mit der dieses Zerbrechen selbst der größten und stärksten Knochen geübt worden ist, zeugt dafür, daß offenbar die Lehre von dem Knochenmark zu den allerältesten Kenntnissen des Menschengeschlechtes zu rechnen ist, ja man könnte fast sagen, daß sie eine der frühesten Grundlagen der Anatomie darstellt.

Das Mark galt noch bis tief in das klassische Alterthum als der eigentliche Nahrungs- und Bildungstoff der Knochen, und da diese wiederum den Grundstock, gleichsam das Gerüst des Körpers bilden und das eigentlich Feste und Starke darstellen, als ein Festigkeit und Stärke verleihender Nahrungstoff. In der alten Sage von Achill heißt es, daß der Centaur Chiron, der ihn erzog, ihn mit dem Mark von Ebern und Bären ernährt habe. Die Sitte der Pfahlbauern muß also wohl sehr verbreitet

gewesen sein, und wenn noch jetzt wenigstens das Rindermark als ein wohlgeschmeckender Bissen selbst an den Tafeln der Gebildeten geschätzt wird, so begreift man leicht, daß in einer an Nahrungsmitteln überhaupt und namentlich an Leckerbissen armen Zeit kein Knochen, der mit einer einigermaßen geräumigen Markhöhle versehen ist, unzerschlagen verworfen wurde.

Noch Aristoteles<sup>3)</sup> betrachtet das Rückenmark einfach als ein, wengleich etwas anders beschaffenes, namentlich durch seine Fähigkeit ausgezeichnetes Knochenmark, und nur von dem Gehirn, obwohl er dessen unmittelbaren Zusammenhang mit dem Rückenmark kennt, ist er der Meinung, daß es eine andere Natur habe. Indes erwähnt er ausdrücklich, daß Andere es für den Ursprung des Markes und daher selbst für Knochenmark hielten. Jedenfalls hat er nicht die mindeste Vorstellung von der Bedeutung des Gehirns; es gilt ihm nur als der kälteste Körpertheil, während der eigentliche Sitz des Lebens und der Empfindung das Herz und das Zwerchfell sei.

Allein unmittelbar nach Aristoteles klärten sich die Meinungen. Als nach dem Tode seines großen Schülers, Alexander's von Macedonien, einer der Feldherrn desselben, Ptolemäus in Aegypten eine neue Herrschaft begründete, welche im edelsten Sinne der Pflege der Wissenschaften gewidmet war, da begann man auch, ganz im Geiste des Aristoteles, die Ergründung des menschlichen und thierischen Körpers in Beziehung auf Bau und Verrichtung der einzelnen Theile. Die einsichtigen Könige gestatteten es, anatomische Untersuchungen an Menschen vorzunehmen, und sie besuchten selbst die Werkstätten der alexandriniſchen Forscher. Hier war es, wo Erasistratus und Herophilus zuerst den Zusammenhang der Nerven mit dem Gehirn und Rückenmark nachwiesen und dadurch auf die höhere Bedeutung derselben geführt wurden. Ihre Lehre wurde von da an die Grundlage der wissenschaftlichen Anschauung, wie sie sich am bestimmtesten in den, freilich erst Jahrhunderte später verfaßten

Schriften Galen's<sup>4)</sup> ausgesprochen findet. Nach dieser Anschauung trennte man nicht nur das Knochenmark von dem Rückenmark und dem Gehirn, sondern man legte diesen beiden letzteren auch dieselbe Natur bei, indem man sie als den Sitz der Bewegung und Empfindung anerkannte. Damit war der erste Schritt zur Wahrheit gethan, und, wie sich zeigen wird, ein überaus großer und folgenschwerer Schritt, der für die Erkenntniß der höchsten Vorgänge im thierischen und menschlichen Körper entscheidend geworden ist.

Auch die Knochen des Schädels und der Wirbelsäule<sup>5)</sup> enthalten Mark. Aber dieses liegt nicht, wie in den Röhrenknochen, in einer zusammenhängenden Markhöhle, sondern es ist enthalten in einer schwammigen Knochensubstanz mit sehr engen Marfräumen, aus welchen es sich wohl ausaugen oder auskochen, aber nicht in zusammenhängenden Stücken herausnehmen läßt. Das Gehirn und das Rückenmark sind wahre Eingeweide, welche allerdings von Knochen umschlossen sind, in Knochenhöhlen liegen, aber nicht zu diesen Knochen gehören. Sie sind nicht da als Nahrungs- oder Bildungstoffe für die sie umgebenden Knochen; sie sind auch nicht da als Nahrungsmittel für Feinschmecker, sondern sie haben eine eigenthümliche und höchst wichtige Bedeutung als die am vollkommensten eingerichteten und für die einheitliche Wirkung des Körpers am meisten befähigten Organe.

Zu einem gewissen Antheile verdanken sie diese Bedeutung ihrer Verbindung mit den Nerven, und, wie schon erwähnt, gerade die Verfolgung der Nerven bis zum Gehirn und Rückenmark leitete zu der wichtigen Entdeckung der alexandrinischen Aerzte. In früheren Zeiten hatte man die Nerven mit einer Reihe von anderen Theilen zusammengeworfen. Neuron (oder Nevron, davon mit Umkehrung der Buchstaben Nervus) hieß ursprünglich jeder feste, strang- oder fadenförmige Theil des Körpers: eine Sehne, ein Knochenband (Ligament) wurde ebenso gut Nerv ge-

nannt, als die davon ganz verschiedenen Stränge oder Fäden, welche in neuerer Zeit allein den Namen behalten haben. „Starke Nerven“ haben in der alten Bedeutung einen sehr mechanischen Werth. Erst die Wahrnehmung, daß gewisse Nerven in hohem Maße empfindlich sind, und der weitere Nachweis, daß gerade diese empfindlichen Nerven mit Gehirn und Rückenmark zusammenhängen, führte zu der Scheidung dieser „wahren“ Nerven von den Sehnen und Bändern.

Merkwürdigerweise hat sich aus dem Alterthum ein Zeugniß erhalten, welches beweist, wie scharfsinnig die Alexandriner waren und wie schnell die neue Methode der Forschung sie zu der Lösung der schwierigsten Aufgaben führte. Rufus <sup>6)</sup> erzählt uns, daß schon Erasistratus eine zweifache Art von Nerven unterschieden habe: Empfindungsnerven und Bewegungsnerven. Auch hatte er jeder dieser Arten einen anderen Ursprung zugeschrieben. Beides ist an sich vollkommen richtig. Allein unglücklicherweise war dieser Ursprung falsch angegeben: die Empfindungsnerven sollten von den Häuten des Gehirns, die Bewegungsnerven von der Substanz selbst ausgehen. Ueber diesem Irrthum ging auch der richtige Grundgedanke wieder verloren, und erst nach einem Zwischenraume von zwei Jahrtausenden, erst in unserem Zeitalter ist mit dem sicheren anatomischen und physiologischen Nachweise die wissenschaftliche Thatsache von der zweifachen Art und dem zweifachen Ursprunge der Nerven für alle Zeit sicher gestellt worden. Wer vermag zu beurtheilen, welchen Einfluß auf die Entwicklung des Wissens und Denkens diese lange Unterbrechung ausgeübt hat! Welchen Gang würde die Wissenschaft vom Menschen, diese Grundlage aller philosophischen und religiösen Systeme, genommen haben, wenn schon dreihundert Jahre vor Christus der Schlüssel zu der Erkenntniß der Nerventhätigkeit gefunden worden wäre?

Nur eine dunkle Erinnerung an die alte Lehre hatte sich durch die Reihe der Jahrhunderte erhalten. Gewisse Erfahrungen

in Krankheiten brachten dieselbe von Zeit zu Zeit dem Bewußtsein einsichtiger Aerzte näher. Auf diesem Wege geschah es, daß ein englischer Arzt, Carl Bell, zuerst auf den Gedanken kam, daß die meisten Nerven aus Theilen verschiedener Bedeutung zusammengesetzt seien und daß nur gewisse dieser Theile der Bewegung, andere der Empfindung und den Lebensthätigkeiten dienen. In einer im Jahre 1811 veröffentlichten Schrift <sup>7)</sup> zeigte er, daß von den zwei Wurzeln, mit welchen die Mehrzahl der Nerven am Rückenmark oder am Gehirn entspringt, nur die vordere der Bewegung diene. Allein erst zehn Jahre später, als er in einer neuen Schrift seine Erfahrung mit weiteren Beweisen belegt hatte, gelang es ihm, die allgemeine Aufmerksamkeit zu erregen, und schon im nächsten Jahre, 1822, fügte ein ausgezeichnete französischer Forscher, Magendie <sup>8)</sup>, die weitere Entdeckung hinzu, daß die hintere Wurzel der Empfindung diene.

Seit der Entdeckung des Blutkreislaufes im 17. Jahrhundert war keine so einschneidende Neuerung in der Physiologie versucht worden. Gleichwie damals Harvey für die Thätigkeit des Herzens und die Bewegung des Blutes verständliche und einfache mechanische Lehrrätze aufstellte, so gewann man jetzt wie mit einem Schlage die erste Einsicht in die Mechanik des Nervensystems. Eine kurze Zeit verging noch, ehe der Versuch, durch welchen die verschiedene Natur der Nervenwurzeln dargethan wird, so weit ausgebildet wurde, daß er in jedem Augenblicke mit der Sicherheit eines physikalischen Experimentes wiederholt werden kann. Als jedoch unser großer Physiolog, Johannes Müller <sup>9)</sup>, in dem Frosche das geeignete Versuchsthier gefunden und die Methode des Experimentes vollständig geregelt hatte, da machte er den sogenannten Bell'schen Lehrratz zur dauernden Grundlage für das, was er jetzt kühn als Physik des Nervensystems bezeichnete.

Versuchen wir nun, uns die hauptsächlichlichen Verhältnisse, soweit es ohne unmittelbare Anschauung geschehen kann, klar

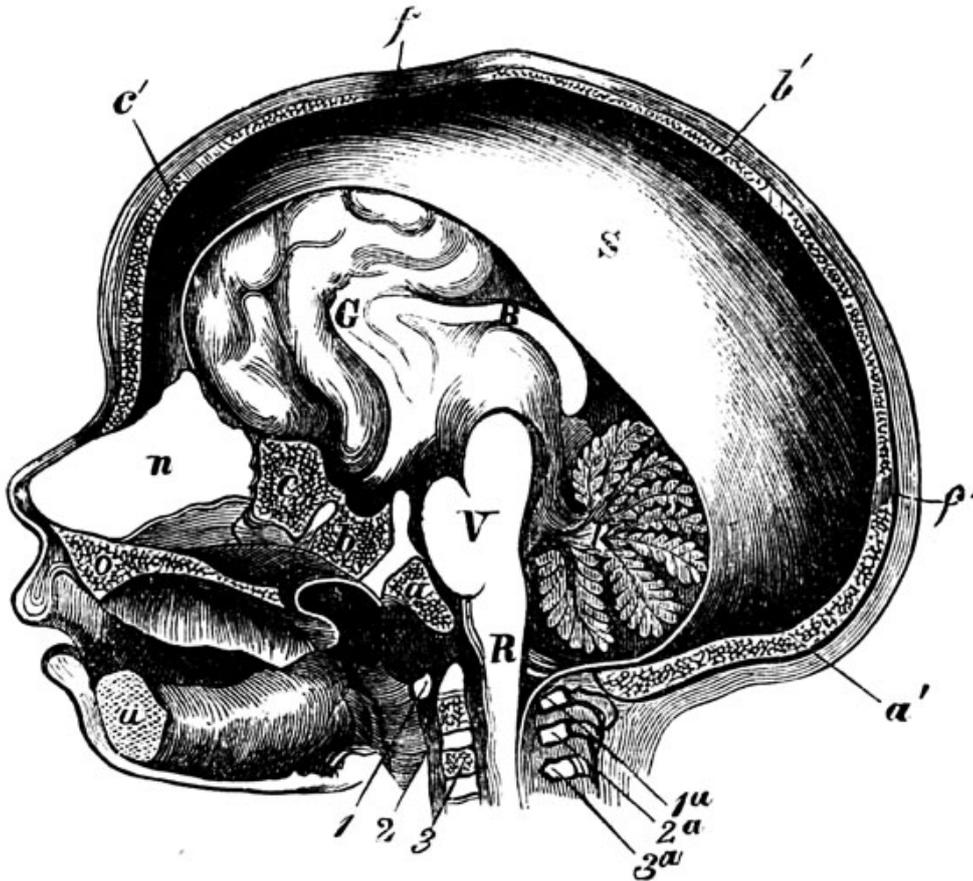
zu machen und damit das Verständniß eines der ruhmvollsten und folgenreichsten Fortschritte in unserem Jahrhunderte zu gewinnen.

In einem früheren Vortrage <sup>10)</sup> habe ich ausgeführt, daß und wie so der Mensch zu den Wirbelthieren gerechnet werden muß. Wenn in dieser Bezeichnung die Wirbel in den Vordergrund geschoben sind, so liegt der Grund nicht darin, daß gerade die Wirbel d. h. die Knochen, welche die Wirbelsäule und die Schädelkapsel zusammensetzen, das Wesentliche sind, sondern nur darin, daß sie das Feste und auch nach dem Tode am meisten Dauernde sind, vermöge welches noch nach Jahrtausenden, ja bei Versteinerungen noch nach ungemessenen Zeiträumen die Stellung des einstmalß lebenden Wesens in dem Thierreiche bestimmt werden kann. Das Wesentliche ist vielmehr das Rückenmark, und die Wirbel haben eben nur deshalb ihren bestimmenden Werth, weil sie das Rückenmark umschließen und weil aus ihrer Anwesenheit auf die (frühere oder gegenwärtige) Anwesenheit des Rückenmarks sicher geschlossen werden kann. In der niedersten Wirbelthierklasse, derjenigen der Fische, giebt es sogar eine wichtige Abtheilung, welche wiederum die niedersten Fische umfaßt, in der statt der knöchernen Wirbel nur knorpelige, ja zum Theil kaum diese vorhanden sind, und wenn wir die frühesten Entwicklungszeiten auch der höheren Wirbelthiere, selbst des Menschen ins Auge fassen, so zeigt sich, daß auch da noch keine knöchernen Wirbel vorhanden sind, trotzdem daß schon das Rückenmark besteht.

Genau gesprochen, sollten daher die Wirbelthiere eigentlich Rückenmarkthiere oder kurzweg Marktthiere (Medullosa) heißen. Damit ist ihr Gegensatz zu den tiefer stehenden Thierklassen scharf ausgedrückt und zugleich ihr innerer Zusammenhang deutlich bezeichnet. Das Gehirn kommt hier erst in zweiter Linie in Betrachtung. Einerseits ist es nur eine höhere Ausbildung einzelner Rückenmarksabschnitte, so daß selbst beim vollkommensten

Menichen immer noch an gewissen Theilen des Gehirns der

Fig 1



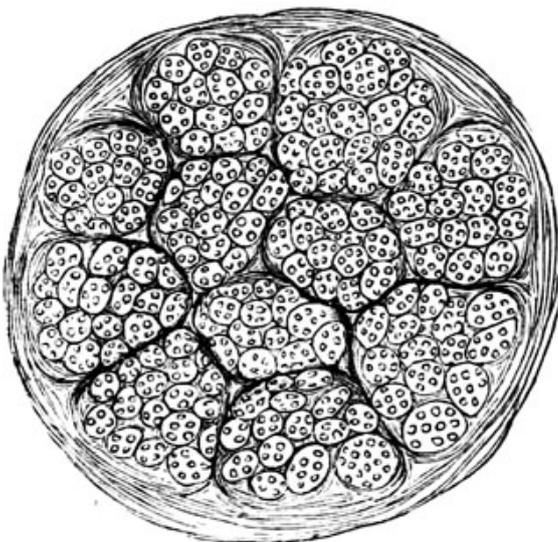
Charakter des Rückenmarks (medulla spinalis) oder, wie man kurz sagt, der spinale Charakter nachweisbar ist. Andererseits ist bei den niedersten Fischen so wenig vom Gehirn wahrzunehmen, daß in der That eigentlich nur vom Rückenmark die Rede sein kann.

Gehirn und Rückenmark hängen daher ohne Unterbrechung mit einander zusammen. Das letztere setzt sich in das erstere unmittelbar fort in der Weise, daß wirklich gewisse feinere Bestandtheile von dem einen in das andere übergehen. Beide zusammen erfüllen bei manchen Thieren fortwährend, beim Menschen nur in früheren Zeiten der Entwicklung die ganze Höhle des Schädels und der Wirbelsäule. Beim Menschen wächst das Rückenmark nicht in gleicher Weise mit dem fortschreitenden Alter weiter. Da es oben am Gehirn befestigt ist, so zieht sich sein

unteres Ende bei der fortgehenden Verlängerung der Wirbelsäule aus den unteren Wirbeln zurück und findet sich beim erwachsenen Menschen in der Gegend der oberen Lendenwirbel, während die unteren Lenden- und Kreuzwirbel nur noch durch einen feinen Faden ohne wahren Rückenmarksinhalt durchzogen werden.

Von allen Theilen des Rückenmarks, auch den im Schädel enthaltenen und zum Gehirn gerechneten, gehen Nerven aus. Es sind dieß Fäden oder Stränge, welche in der Regel an ihrer Ursprungsstelle nur die Dicke einer Rabenfeder oder gar nur eines Zwirnsfadens besitzen, und von mattweißer Farbe sind. Jeder dieser Fäden besteht aus einer größeren Zahl feinerer Fädchen oder Fasern (Nervenfaser), welche in kleineren Bündeln zusammenliegen und durch eine gemeinsame Bindemasse (Nervenscheide) zusammengehalten werden. Schneidet man einen solchen Faden quer durch, so sieht man die einzelnen Bündel auf der Schnittfläche in Gestalt weißlicher Vorsprünge hervortreten, und man gewinnt ein Bild, welches im Kleinen

Fig. 2.



ganz genau demjenigen entspricht, das im Großen die so viel verbreiteten Abschnitte des submarinen Telegraphen-Kabels darbieten. Gerade wie man aus diesen Abschnitten durch Ablösung der umhüllenden Isolationschichten die einzelnen Drähte frei machen kann, so kann man auch durch „Zerfaserung“ aus der Nervenscheide die ein-

zelnen Bündel von Nervenfaser und bei weiterer Trennung aus diesen Bündeln die einzelnen Nervenfaser auslösen. In der That entsprechen sich diese Verhältnisse vollständig: die Nerven

... und die nächsten 10 Seiten ...  
... and the next 10 pages ...

noch jetzt taucht von Zeit zu Zeit die Erinnerung an jene schauerliche Erzählung auf, daß die Wange der Charlotte Corday erröthet sei, als der rohe Henker ihr nach der Enthauptung einen Backenstreich versetzte. Die Erzählung ist glücklicherweise eine Fabel. Auch die neuesten Beobachter <sup>11)</sup> haben kein Zeichen von willkürlicher Bewegung oder von bewußter Empfindung an abgeschlagenen Köpfen wahrnehmen können, und es ist dieß leicht begreiflich, denn das Gehirn bedarf des steten Zustromes von frischem Blute, um der geistigen Thätigkeit mächtig zu bleiben. Sobald dieser Zustand aufhört, erfolgt auch fast unmittelbar die Lähmung des Gehirns oder, wie man gewöhnlich sagt, der Gehirnschlag.

Wesentlich anders verhalten sich jedoch diejenigen Körpertheile, welche unterhalb der verletzten Stelle des Rückenmarkes gelegen sind. Es ist eine allbekannte Thatsache, daß der abgeschlagene Schwanz einer Eidechse sich noch lange bewegt, ein alter Volksglaube sagt, bis Sonnenuntergang. Viel auffallender sind die Erscheinungen, wenn die verletzte Stelle des Rückenmarkes näher nach dem Kopfe zu liegt. Allerdings ist dann Alles, was seine Nerven von dem unteren Abschnitte des Rückenmarkes erhält, gelähmt und empfindungslos, aber nur insoweit, als die Bewegung und Empfindung vom Gehirn abhängig ist. Nicht selten treten in diesen gelähmten Theilen sehr ausgiebige Bewegungen auf, die man dann mit dem Namen von Zuckungen oder Krämpfen belegt. Diese Bewegungen treten zuweilen mit dem Anschein der Freiwilligkeit auf und sie machen dann nicht mit Unrecht den Eindruck des Krankhaften. Aber es giebt auch Bewegungen, welche hervorgerufen werden durch äußere Einwirkungen, Bewegungen, wie sie bei unversehrtem Körper die Folge von Empfindungen sind. Ein Gesunder, der unversehens einen Stich in das Bein erhält, macht eine Bewegung aus Schmerz; er zieht das Bein an in der Absicht, sich dem Stiche zu entziehen. Aber auch ein durch Verletzung des Rückenmarkes Ge-

lähmter macht eine ähnliche Bewegung, obwohl er keinen Schmerz empfindet und keine Absicht hat, sich dem Stiche zu entziehen. Ein solcher Vorgang ist jedoch nur möglich, wenn das Rückenmark noch in Thätigkeit ist; wir wissen, daß alle Bewegungen dieser Art aufhören, wenn das Rückenmark selbst zerstört und nicht bloß unterbrochen ist.

Hat man einmal das Auge geschärft für die Beobachtung solcher Vorgänge, so bemerkt man bald, daß auch bei dem gesunden Menschen zahlreiche Bewegungen vorkommen, bei welchen das Gehirn nicht betheiligt ist und die doch von den Centralorganen des Nervensystems abhängen. Sie vollziehen sich ohne unseren Willen, ja sogar gegen unseren Willen. Es sind Zwangsbewegungen, zuweilen von so eigenthümlicher Art, daß wir außer Stande sind, sie willkürlich hervorzubringen. Selbst in Fällen, wo eine gewisse Betheiligung des Gehirns nicht ausgeschlossen werden kann, ist die Bewegung manchmal so wenig unter der Herrschaft unseres Willens, daß wir sie beim besten Willen gar nicht oder nur unvollständig unterdrücken können. Zu diesen Bewegungen gehört das Husten, das Niesen, das Gähnen. Ein fremder Körper, der uns in den Kehlkopf oder in die Nase geräth, zwingt uns zu sehr zusammengesetzten und stürmischen Bewegungen, welche den Zweck haben, den fremden Körper zu entfernen. Dieselben Bewegungen können wir willkürlich (künstlich) hervorrufen, wenn wir derartige Körper einathmen oder „schnupfen“. Unzweifelhaft ist auch hier die Empfindung von der Anwesenheit des fremden Körpers die Einleitung des Vorganges, aber die darauf folgende Bewegung ist beim Husten sehr gewöhnlich, beim Niesen stets, eine unwillkürliche. Niemand vermag das Niesen in seiner ganzen Vollständigkeit willkürlich zu bewirken, ohne der Nasenschleimhaut einen besonderen Reiz zuzuführen; geschieht dieß aber, so bedarf es gar keines besonderen Willensaktes, um die Explosion zu bewirken.

Noch weit auffälliger ist das Gähnen, insofern wir uns

ohne eingehende Untersuchungen nicht einmal des Zweckes dieses Bewegungsaktes bewußt werden. Man gähnt aus langer Weile oder aus Ermüdung. Aber haben wir bei dem Gähnen die Absicht, die lange Weile oder die Ermüdung zu beseitigen? Können wir wirklich gähnen, wenn wir wollen? Wir sehen einen Anderen gähnen und werden dadurch angesteckt; wir empfinden einen Reiz zum Gähnen, aber wir empfinden nicht, wo er sitzt und wodurch er bewirkt wird. Versuchen wir es zu gähnen, ehe der Reiz eine gewisse Höhe erreicht hat, so gelingt es uns ebenso wenig, „herzhaft“ zu gähnen, als es uns gelingt, richtig zu niesen, bevor der Reiz auf der Nasenschleimhaut seine gehörige Stärke erreicht hat. Wir ahmen dann wohl die Bewegung des Gähnens oder des Nießens nach, aber sie bringt uns nicht das Gefühl der Vollendung und der Erleichterung, welches dem unwillkürlichen Vorgange, wenigstens für eine kurze Zeit, folgt.

Noch zusammengesetzter und ungleich wichtiger sind jedoch gewisse unwillkürliche und zwangsweise auftretende Bewegungen, ohne welche das Leben überhaupt nicht bestehen kann. Ich meine die Athembewegungen und die Herzbewegungen. Auf beide können wir einen gewissen Willenseinfluß ausüben. Allein beim Herzen ist derselbe überaus beschränkt und in keiner Weise unmittelbar. Wir können den Herzschlag unterdrücken, aber nicht dadurch, daß wir unseren Willen auf das Herz selbst dirigiren. Es ist richtig, daß es starke Männer gegeben hat, die sich den Tod gaben, indem sie ihr Herz zum Stillstande brachten, aber ebenso unzweifelhaft ist es, daß sie dieß nur dadurch vermochten, daß sie den Athem lange genug anhielten. Wir können umgekehrt das Herzen „stärker klopfen“ machen, indem wir unseren Geist erregen, aber die stärkere Herzbewegung vollzieht sich, ohne daß wir dem Herzen einen unmittelbaren Anreiz geben. Mag dabei immerhin ein gewisser Anschein der Willkür erzielt werden, so geschieht die Einwirkung des Willens doch auch hier nur

künstlich, auf einem Umwege. Auch eine Uhr können wir zum Gehen bringen, indem wir sie aufziehen, aber wir thun dabei doch nichts anderes, als daß wir Kräfte frei machen, die auch ohne unser weiteres Zuthun, ohne unser unmittelbares Eingreifen in das einmal gegebene Räderwerk, die Bewegung hervorbringen. So geht auch das Herz ohne unser Zuthun fort und fort. Seine Bewegungen werden immer von Neuem angeregt durch bestimmte Reize, aber wir empfinden dieselben nicht einmal; erst durch lange und schwierige wissenschaftliche Forschungen gelingt es, sie zu entdecken.

Bei den Athembewegungen liegt das Verhältniß scheinbar anders. Wir vermögen dieselben mit Leichtigkeit anzuhalten und ebenso mit Leichtigkeit zu beschleunigen oder zu ändern. Wir können je nach Belieben tief oder oberflächlich, häufig oder selten athmen. Aber das ist doch nur die Ausnahme. Die Regel ist, daß sich die Athembewegungen ohne unser Zuthun vollziehen. Das neugeborene Kind, der Schlafende und der Bewußtlose athmen, ohne etwas davon zu wissen, ohne etwas dabei zu wollen; die größte Zahl der Athembewegungen, die wir vollziehen, geschieht, ohne daß wir daran denken, ohne daß wir sie beabsichtigen, ohne daß wir ihr Maas, ihre Zahl willkürlich bestimmen. Und doch hat jede einzelne Athembewegung einen bestimmten Grund und einen bestimmten Zweck. Die Erneuerung der normalen Blutmischung, die Zufuhr neuen Sauerstoffes aus der Atmosphäre, die Entleerung der im Körper entstandenen Kohlensäure und damit die Möglichkeit der Fortführung des Lebens überhaupt ist der Zweck des Athmens. Der durch die Kohlensäure-Anhäufung veränderte Zustand des Blutes ist der Grund und zugleich der Reiz, welcher die Athembewegung auslöst. Dieser Reiz wird von den Centralorganen empfunden, aber keineswegs so, daß wir wahrnehmen, wo er einwirkt oder auch nur, daß er einwirkt.

Das Gehirn ist dabei so wenig betheiligt, daß man dem Frosche dasselbe entfernen kann, ohne daß er aufhört, zu athmen

und Herzbewegungen zu besitzen. Der enthirnte Frosch kann daher Wochen und Monate fortleben. Wenn das Gleiche von höheren Wirbelthieren nicht ausgesagt werden kann, wenn namentlich der Mensch ohne Gehirn außerhalb des Mutterleibes nur kurze Zeit zu leben vermag, so ist dieß der feineren und in innigerem Zusammenhange der Theile stehenden Einrichtung ihres Nervensystems zuzuschreiben, aber niemand wird daraus folgern können, daß bewußte Empfindung und gewollte Bewegung die Ursachen des Athmens und des Herzschlages seien.

Versuchen wir es, für die merkwürdigen Vorgänge, aus welchen sich dieses große und bewunderungswerthe Gebiet von Lebensrichtungen zusammensetzt, einen einfachen Ausdruck zu finden, so trifft noch heute der Ausdruck der Reflex-Vorgänge vollkommen zu, welchen zuerst Prochaska, ein Wiener Physiolog, im vorigen Jahrhundert dafür aufgestellt hat. Man nennt jeden Vorgang im Nervensystem einen reflektirten, bei welchem eine durch einen peripherischen Reiz hervorgebrachte Erregung eines Empfindungsnerven zu dem Centralorgan geleitet und hier in die Erregung eines Bewegungsnerven umgesetzt oder, kürzer gesagt, wo durch eine Empfindung eine Bewegung ausgelöst wird. Jeder Reflexvorgang hat demnach eine peripherische Veranlassung, aber zugleich setzt er den Durchgang der Erregung durch ein nervöses Centralorgan voraus. Er unterscheidet sich also von einem willkürlichen Vorgange dadurch, daß letzterer eine centrale Veranlassung hat, insofern der Wille unmittelbar durch das Gehirn vermittelt wird. Nicht jedesmal ist bei den Reflexvorgängen das Rückenmark theilhaftig; manche geschehen durch Vermittelung des Gehirns. Indes gibt es auch noch andere nervöse Centralorgane im Körper, als Gehirn und Rückenmark, namentlich die sympathischen Ganglien. Wir wollen uns hier jedoch wesentlich mit den durch das Rückenmark vermittelten, den spinalen Reflexen beschäftigen.

Wissen wir nun zuerst, daß bei jedem Reflexvorgang drei

verschiedene Einrichtungen betheiligt sind, nemlich Empfindungs-  
nerven, Rückenmark und Bewegungsnerven, so müssen wir doch  
sofort betonen, daß, gleichwie die Reflexvorgänge an den Be-  
wegungsnerven sich nicht in willkürlichen, sondern in unwillkür-  
lichen und erzwungenen Bewegungen äußern, so auch die Vor-  
gänge an den Empfindungsnerven nicht nothwendig als bewußte,  
sondern sehr häufig als unbewußte Empfindungen aufge-  
faßt werden müssen.

Was mit dieser Bezeichnung gesagt sein soll, geht aus den  
früher erörterten Beispielen hervor. Das Bein eines Gelähmten,  
welches auf einen Stich zuckt, ohne daß der Stich „empfunden“  
d. h. bewußt empfunden wird, würde unzweifelhaft in voller  
Ruhe verharren, wenn kein Empfindungsnerve da wäre, welcher  
die Nachricht von dem Stiche zum Rückenmark brächte, und wenn  
das Rückenmark von dieser Nachricht keine Kenntniß nähme.  
Das Rückenmark tritt hier also gewissermaßen an die Stelle des  
Gehirns eines Menschen mit unversehrter Leitung im Nerven-  
system; was sonst vielleicht durch einen Willensakt hervorgebracht  
würde, das geschieht nunmehr durch eigene Kraft des Rücken-  
markes. Soll man dieß Empfindung nennen? Der Ausdruck  
kann natürlich leicht mißverstanden werden, da wir gewohnt sind,  
jede Empfindung als eine bewußte anzusehen, und es bedarf erst  
der Verständigung, ja einer gewissen Schulung, um zu lernen, daß  
es auch Wahrnehmungen giebt, welche dem Bewußtsein entzogen  
sind, sich aber im Uebrigen ganz wie Empfindungen verhalten.  
Da sie nun überdieß durch Empfindungsnerven geleitet werden  
und sich von den bewußten Empfindungen nur dadurch unter-  
scheiden, daß sie durch mechanische Hindernisse davon abgehalten  
werden, zum Gehirn zu gelangen und bewußt zu werden, so läßt  
sich in der That schwer ein anderer Ausdruck dafür einsetzen. Ja,  
man wird gewissermaßen gezwungen, den gewöhnlichen Ausdruck  
auch für sie beizubehalten, weil es Reflexvorgänge giebt, bei denen  
das Gehirn betheiligt ist und bei denen daher wirklich bewußte

Empfindungen stattfinden, während die eintretenden Bewegungen unwillkürliche und erzwungene sind. Jemand, der in zu helles Licht sieht, und der in Folge dessen die Augen zukneift, macht eine Reflerbewegung, denn bei gewöhnlicher Reizbarkeit des Auges ist er fast außer Stande, dieselbe zu hindern. Und doch erfolgt diese Bewegung auf eine unzweifelhaft bewußte Empfindung. Wollte man aber noch Bedenken tragen, die Schließung der Augenlider als eine Zwangsbewegung anzusehen, so erinnere ich daran, daß es nicht wenige Leute giebt, welche durch das plötzliche Eindringen von zu grellem Lichte zum Niesen gebracht werden.

Halten wir uns, wie wir uns vorgezeichnet haben, an die Betrachtung der unbewußt geschehenden Reflervorgänge, so ist es nach dem Gesagten selbstverständlich, daß die Reflerion (Uebertragung) von den Empfindungsnerven auf die Bewegungsnerven innerhalb des Rückenmarkes geschehen muß. Unsere nächste Aufgabe ist daher, die mechanischen Einrichtungen zu untersuchen, durch welche diese Uebertragung ermöglicht wird. Hier ergiebt sich nun, daß sowohl die vorderen, als die hinteren Wurzeln in die graue Substanz der Hörner eindringen und hier zunächst mit eigenthümlichen Gebilden in Verbindung treten, den sogenannten Ganglienzellen. Aehnliche Körper finden sich in allen nervösen Centralorganen, namentlich auch im Gehirn, und wir sind genöthigt, in ihnen die eigentlich thätigen Mittelpunkte des Nervenlebens zu sehen. Ihre Zahl ist unglaublich groß; nach mäßiger Schätzung kann man sie auf Millionen veranschlagen. Ihre Größe und Gestalt ist verschieden je nach den einzelnen Orten, an welchen sie vorkommen. Man darf daher schließen, daß ihre Wirkung und Thätigkeit darnach eine verschiedene ist. Die Ganglienzellen des Rückenmarkes sind, obwohl mikroskopisch, doch ziemlich umfangreiche, mit zahlreichen Fortsätzen versehene Körper, welche innen einen großen Kern enthalten. Ihre Fortsätze sind zum Theil stärkere und einfachere (Fig. 8, 1), zum Theil feinere und wurzelartig ver-

Fig. 8.



ästelte (Fig. 8, 2). Erstere stehen mit den Nervenfasern in unmittelbarer Verbindung; letztere dagegen verbinden sich zu einem feinen Reiser- und Netzwerk, aus welchem ein großer Theil der grauen Substanz zusammengesetzt ist.

Betrachtet man nun einen Querschnitt des Rückenmarkes bei schwacher Vergrößerung, so sieht man in jeder Hälfte (Fig. 7) die Hörner der grauen Substanz und in ihnen zwei größere Gruppen von Ganglienzellen. Die eine derselben, aus viel größeren Zellen bestehend, liegt im

Vorderhorn (gn) und entsendet die in den vorderen Wurzeln austretenden Bewegungsfasern: sie besteht aus Bewegungszellen. Die andere, aus kleineren Zellen (Fig. 8 bei bedeutender Vergrößerung) bestehend, liegt am Anfange des Hinterhorns (Fig. 7, gs) und empfängt die aus den hinteren Wurzeln eintretenden Empfindungsnerven: sie besteht aus Empfindungszellen. Zwischen beiden Gruppen befindet sich das Netzwerk der feinen Reiserchen, hie und da unterbrochen durch einzelne Ganglienzellen. Der Weg der einfachsten Reflexion geht daher von den Empfindungsnerven der hinteren Wurzel zu den Empfindungszellen des Hinterhorns, dann in das feine Netzwerk, von da in die Bewegungszellen des Vorderhorns und von hier endlich in die Bewegungsnerven der vor-

deren Wurzel. Diese Reflexion ist eine gleichzeitige, insofern eine Empfindung der linken Seite auch eine Bewegung der linken Seite auslöst; zugleich ist sie eine gleichortige, insofern eine Empfindung des linken Beins auch eine Bewegung des linken Beins zur Folge hat.

Allein das linke Horn der grauen Substanz steht mit dem rechten Horn durch unmittelbare Verbindungen, eine vordere und hintere Commissur (Fig. 7, cn und cp) in Zusammenhang, und bei einer gewissen Stärke des Empfindungsreizes überträgt sich daher die Reflexion nicht selten auf die andere (rechte) Seite und es tritt zugleich eine Bewegung des rechten Beines ein. Ein Thier, dem man das linke Bein schwach kneift, zieht dieses Bein an; kneift man stark und plötzlich, so springt es mit beiden Beinen davon.

Bei noch stärkerem Kneifen oder, was die gleiche Wirkung hat, bei höherer Reizempfänglichkeit (Reizbarkeit, Nervosität) erstreckt sich die Reflexwirkung noch weiter. Sie geht nach oben oder nach unten auf Theile der grauen Substanz über, welche nicht mehr in dem Niveau der gereizten Wurzeln liegen. Denn die graue Substanz erstreckt sich ja durch die ganze Ausdehnung des Rückenmarks und so kann es kommen, daß von einer einzigen Stelle aus alle Bewegungszellen des Rückenmarks in Thätigkeit gesetzt werden. Dieß geschieht jedoch nur unter krankhaften Verhältnissen z. B. im Starrkrampf, der zuweilen durch eine ganz kleine Wunde am Fuße herbeigeführt wird. In diesem Falle gerathen sämmtliche Muskeln des Körpers in eine anhaltende und heftige Zusammenziehung.

Früher haben wir gesehen, daß die Stränge der weißen Substanz des Rückenmarks bis zum Gehirn reichen und von da Eindrücke leiten. Diese Stränge, welche durchweg aus Nervenfasern bestehen, und von denen die vorderen gleichfalls der Bewegung, die hinteren der Empfindung dienen, stehen ihrerseits mit der grauen Substanz des Rückenmarks in einer, bei der Schwie-

rigkeit dieser Untersuchungen noch nicht ganz aufgeklärten Verbindung. Es ist daher möglich, da die elektrische Nervenleitung eine überaus schnelle ist<sup>12)</sup>, daß, sowie eine Reflerwirkung eintritt, die Empfindung zum Gehirn geleitet und dem Bewußtsein zugänglich wird; alsdann kann der Wille in den Vorgang eingreifen. Es ist aber auch möglich, daß die Reflerwirkung eintritt und gleichzeitig die Leitung zum Gehirn erfolgt, so daß allerdings die Empfindung bewußt wird, ohne daß jedoch die gleichzeitige Reflerwirkung von dem Bewußtwerden abhängig ist.

Greift die Willensthätigkeit in den Vorgang ein, so kann dieß in doppelter Weise geschehen. Es wird entweder eine willkürliche Bewegung eingeleitet, oder es wird die unwillkürliche gehemmt. Denn das ist ja eben das Bezeichnende des freien Willens, daß wir die Macht haben, etwas zu thun oder es zu lassen. Die wissenschaftliche Erfahrung hat aber gelehrt, daß das „Lassen“ nicht immer ein einfach passives Verhalten ist, sondern, wie sogar die Erfahrungen der moralischen Welt ergeben, oft eine größere und schwerere That darstellt, als das „Thun“. Die Hemmung ist eine wirkliche Thätigkeit, und es giebt im Gehirn besondere Organe, welche dieselbe ausüben. Somit ist durch die Stränge der weißen Substanz die Möglichkeit gegeben, daß Reflerwirkungen, welche im einfachen Ablauf der Rückenmarksvorgänge eintreten würden, durch hemmendes Eingreifen der Gehirnthteile unterdrückt werden und daß andere willkürliche Bewegungen, welche durch das Rückenmark allein nicht vermittelt worden wären, durch Gehirneinflüsse zu Stande kommen. Der Reflexvorgang im Rückenmark würde vielleicht auf einen Anfall von außen eine Fluchtbewegung hervorbringen; der Willenseinfluß des Gehirns setzt an ihre Stelle eine Angriffsbewegung.

Ein großer Theil auch der unwillkürlichen Reflerbewegungen hat so sehr den Charakter der Zweckmäßigkeit, daß ein oberflächlicher Beobachter dadurch leicht zu der Annahme