

Über die
wichtigsten **Lebenseigenschaften**
der
Nerven.

Von
Prof. Dr. Ernst Fleischl von Marxow.

Vortrag, gehalten den 12. November 1890.

(Mit Experimenten.)

Hochansehnliche Versammlung!

Wenn ich mich entschlossen habe, trotz der sehr erheblichen Schwierigkeiten, welche die Darstellung der Eigenschaften der lebenden Nerven darbietet, sowohl in Beziehung auf die theoretische Auseinandersetzung, als auch, und zwar ganz besonders, mit Rücksicht auf die damit verbundenen Experimente, dieses Thema zum Gegenstande meines heutigen Vortrages zu wählen, so ist dies auf Grund folgender Betrachtung geschehen:

Die Wirbelthiere — sprechen wir zunächst von den Menschen, als deren höchsten Repräsentanten — besitzen eine im wesentlichen von knöchernen Wänden gebildete Kapsel von im allgemeinen kugelförmiger Gestalt, an welche sich ein gegliederter röhrenförmiger Fortsatz anschließt; und dieses Hohlsystem ist erfüllt von einer feuchten, elastischen, festweichen, markigen Masse, die aus sehr verschiedenartigen geweblichen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, und welche man das Centralnervensystem zu nennen pflegt. Es besteht aus dem Gehirn und dem Rückenmark. Dieses Centralnervensystem steht in unzweifelhafter, aber andererseits wieder in für uns vollkommen dunkler

Weise in Beziehung zu den Vorgängen unseres Bewusstseins. Denn so sicher wir wissen, dass das Gehirn und das Rückenmark der Sitz derjenigen Vorgänge sind, welche mit Bewusstseinsacten verbunden sind, so wenig haben wir auch nur eine Ahnung davon, auf welche Weise diese Verbindung gestaltet ist.

Nun sind sämtliche Beziehungen, welche zwischen unseren Bewusstseinsacten und -Vorgängen einerseits und der Außenwelt andererseits überhaupt existieren können, nothwendigerweise gebunden an die Leitung durch ein System von feinen Fäden, welche das Centralnervensystem mit der Peripherie des Körpers verbinden, und zwar schon aus dem Grunde, weil überhaupt keine Beziehung zwischen der Außenwelt und unserem Bewusstsein möglich oder denkbar ist, welche nicht vermittelt würde durch die einzig vorhandene, unser Centralnervensystem mit der Peripherie des Körpers verbindende Leitungsbahn der Nerven. Die große Bedeutung, welche zufolge dieser Betrachtung jener Leitungsbahn zukommt, war Anlass, dass es mir geschienen hat, die Eigenschaften dieser Bahn näher kennen zu lernen, sei von einigem Interesse.

Die Beziehungen unseres Bewusstseins zur Außenwelt sind zunächst von zweierlei Art. Die eine Kategorie von Beziehungen besteht aus solchen, welche ihren Ursprung in unserem Bewusstsein nehmen, und ihren Erfolg in der Außenwelt finden. Das sind also

die Willensacte, durch welche Verschiebungen zunächst der Theile unseres Körpers, und sofort der mit ihnen in Contact befindlichen beweglichen Theile der uns umgebenden Außenwelt hervorgebracht werden. Hierbei findet eine Leitung statt, welche mit einer Erregung im Centralorgan beginnt, welche vom Centralorgan nach der Peripherie unseres Körpers gerichtet ist, und es wird das Erfolgorgan, nämlich der Muskel, mit welchem die aus feinen Fäden zusammengesetzte Leitungsbahn an ihrem peripheren Ende in Verbindung tritt, in Zusammenziehung versetzt, und infolge davon eine Bewegung hervorgebracht.

Die andere Kategorie von Beziehungen zwischen der Außenwelt und uns besteht aus jenen Vorgängen, bei welchen bestimmte, mit eigenthümlichen Apparaten versehene Stellen der Oberfläche unseres Körpers durch gewisse Veränderungen in der Außenwelt afficiert werden. Die mit diesen eigenthümlichen Apparaten in unmittelbarer Verbindung stehenden Nervenfasern leiten die Erregung nun in umgekehrter Richtung wie früher, nämlich von der Peripherie nach dem Centrum zu, und das Erfolgorgan, in welchem die schließliche Veränderung stattfindet, ist unser Bewusstsein. Das sind die Sinnesnerven, überhaupt diejenigen Nerven, bei denen die Leitung in der Richtung von der Peripherie zum Centrum erfolgt.

Nun kann man sich bezüglich der Eigenschaften der Leitungsbahn selbst eine kaum absehbare Reihe von Fragen vorlegen; und es ist der Physiologie bisher

gelungen, einige wenige von diesen Fragen zu beantworten.

Eine der ersten Fragen, die sich wohl jedem aufdrängt, der von einer solchen Fortleitung einer Erregung längs einer fadenförmigen Bahn hört, ist die nach den zeitlichen Verhältnissen. Bedarf es einer Zeit, damit die Erregung durch eine gewisse Strecke der Leitungsbahn sich fortpflanze, oder bedarf es hierfür keiner, wenigstens keiner für uns merklichen Zeit; und wenn es eine für uns merkliche Zeit erfordert, damit eine endliche Strecke der Leitungsbahn von der Erregung durchmessen werde, wie groß ist die Zeit, welche nothwendig ist, damit die Längeneinheit, z. B. ein Centimeter oder ein Meter der Bahn von der Erregung durchmessen werde?

Nun ist die Beantwortung dieser, sowie aller übrigen auf die Nervenphysiologie sich beziehenden Fragen dadurch außerordentlich erschwert, dass die Erregung der Nerven zu jenen Naturerscheinungen gehört, welche wie die Function so vieler anderen Organe mit keiner sinnfälligen Veränderung des betreffenden Organes verbunden sind.

Wenn wir ein Sinnesorgan besäßen, welches uns über die verschiedenen Zustände, in denen sich die Nerven befinden können, in ähnlicher Weise belehrte, wie uns z. B. unser Auge über die Veränderungen der Farbe und der Helligkeit, unser Ohr über Schallverhältnisse belehrt, so wären wir in verhältnismäßig günstiger Lage beim Erforschen der Erscheinungen am Nerven.

Wenn es sich aber um das Studium von Erscheinungen handelt, die, wie z. B. die elektrischen, keine sinnfälligen Veränderungen hervorbringen — wir haben kein Sinnesorgan, welches uns über die Potenziale der einzelnen Oberflächenpunkte irgend eines Körpers unterrichtet — dann sind wir genöthigt, die betreffenden Gesetze, welchen sich diese Vorgänge unterordnen, an secundären Veränderungen zu studieren, wir sind genöthigt, die Sinnfälligkeit der Erscheinungen künstlich herbeizuführen.

Wenn wir den Nerven im Zustande der Erregung unterscheiden könnten vom Nerven im Zustande der Ruhe, so würden wir außerordentlich viel mehr und viel genauere, und mit viel weniger Mühe erworbene Kenntnisse über die Eigenthümlichkeit der Nerven besitzen, als dem thatsächlich der Fall ist.

Wir sind nämlich gezwungen, uns über den Umstand, ob ein Nerv verändert sei oder nicht, zu unterrichten, dadurch, dass wir die Veränderung, die im Erfolgorgan vor sich geht, studieren. Ich habe schon früher erwähnt, dass es zwei Kategorien gibt; wenn wir als Erfolgerscheinung die Empfindung und die Sinneswahrnehmung wählen, dann können wir nur an unseren eigenen Nerven experimentieren; und da dies mit beträchtlichen Verwundungen unseres Körpers verknüpft wäre, so ist diese Art des Studiums der Erregung der Nerven vollkommen ausgeschlossen. Außerdem gibt es, wie ich erwähnt habe, Nerven, welche ihr Erfolgorgan in der Peripherie haben in Gestalt eines

Muskels, welcher sich zusammenzieht, wenn die Erregung des Nerven im Muskel angelangt ist. Wir sind also hauptsächlich darauf angewiesen, aus den Veränderungen der Peripherie-Erfolgorgane, d. h. aus den Contractionen der mit den Nerven verbundenen Muskeln auf die Erregungszustände im Nerven zu schließen.

Das ist ein beträchtlicher Umweg, welcher das Studium jeder einzelnen Erscheinung außerordentlich erschwert; einen zweiten, noch viel weiteren Umweg, welchen wir in gewissen Fällen einzuschlagen genöthigt sind, werde ich später schildern.

Um nun über die Frage nach den zeitlichen Verhältnissen der Fortleitung der Erregung im Nerven mittelst der genannten Methode etwas zu erfahren, hat sich Helmholtz in den Fünfzigerjahren folgender sinn- und geistreichen Methode bedient:

Wenn es sich darum handelt, sehr kleine Zeittheilchen zu messen, so kann man dies nicht mit der Uhr thun. Es handelt sich darum, die Zeit zu messen, welche vergeht zwischen dem Momente, in welchem der Nerv an irgend einer bestimmten Stelle gereizt wird, und dem Momente, in welchem der mit diesem Nerven zusammenhängende Muskel eben anfängt, sich zu verkürzen, d. h. sich mit seinem unteren Ende von seiner Unterlage abzuheben. Diese Zeit zu messen, ist eine Aufgabe gewesen, welche ganz neue Methoden erfordert hat.

Helmholtz hat zunächst die sogenannte Pouillet'sche Zeitmessungsmethode in Anwendung gebracht; diese beruht auf folgender Überlegung:

Wenn Sie eine Magnetnadel so aufhängen, dass sie in horizontaler Ebene schwingen kann, und Sie führen um diese Magnetnadel in einiger Entfernung eine Drahtspirale herum, und lassen diesen Draht von einem elektrischen Strome durchfließen, der andauert, so geräth von dem Momente an, in welchem der Strom geschlossen worden ist, die Magnetnadel in pendelartige Schwingungen, d. h. sie macht zuerst nach der einen Richtung einen weiten Ausschwing, und dann nach der anderen Richtung einen weniger weiten, und so nehmen die Oscillationen immer mehr ab, bis endlich die Magnetnadel in irgend einer abgelenkten Lage, außerhalb des magnetischen Meridians, in dem sie sich befunden hat, so lange noch kein elektrischer Strom durch die Spirale gegangen ist, stehen bleibt.

Wenn Sie aber diesen elektrischen Strom, statt ihn dauernd geschlossen zu halten, durch eine so kurze Zeit geschlossen lassen, dass diese Zeit geradezu verschwindend klein ist im Vergleich mit der Zeit, welche die Magnetnadel braucht, um ihre erste Ausschwingung zu machen, dann ist die Bewegung, welche die Magnetnadel infolge der Einwirkung dieses so kurz dauernden Stromes ausführt, proportionell der Zeit, d. h. wenn die Zeit, welche die Magnetnadel gebraucht, um ihre erste Ausschwingung bei andauerndem Strome zu vollenden, eine Secunde war, und die

erste Ausschwingung 60 Grad betragen hat, und Sie lassen jetzt den Strom nicht dauernd geschlossen, sondern nur während eines sechzigsten Theiles einer Secunde, dann wird die Magnetnadel nur einen Bogen von einem Grad durchschwingen. Das ist aber nur streng richtig, solange die Zeit, während welcher der elektrische Strom in der Spirale geschlossen ist, verschwindend ist gegenüber der Zeit, welche die Magnetnadel braucht, um ihre wirkliche ganze erste Ausschwingung zu machen, die sie machen würde, wenn der Strom dauernd geschlossen bliebe.

Wenn man nun eine Vorrichtung hat, welche es ermöglicht, in demselben Momente, in welchem der Nerv gereizt wird, den Strom, welcher um die Magnetnadel geht, zu schließen, und in dem Augenblicke, in dem der Muskel sich zusammenzuziehen beginnt, ihn wieder zu unterbrechen, so kann man aus dem Bogen, welchen die Magnetnadel durchschwungen hat, schließen auf die Zeit, während welcher der elektrische Strom auf sie eingewirkt hat, und diese Zeit ist gleich der Zeit, welche zwischen der Reizung und dem Beginn des Erfolges gelegen ist.

Nach dieser Methode hat also Helmholtz die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Nerven folgendermaßen zu bestimmen gesucht: Er hat vorausgesetzt, es gebe eine gewisse Zeit, welche nothwendig ist, bis der — sagen wir — elektrische Reiz, welcher hier auf den Nerven ausgeübt wird, in Erregung dieser Nervenstelle umgewandelt wird. Ferner geht diese Erregung

mit endlicher Geschwindigkeit von der Reizstelle am Nerven über diesen bis zum Muskel hin. Dann braucht es möglicherweise eine Zeit, welche verstreicht, bevor die Erregung vom Nerven auf den Muskel übergegangen ist, und dann braucht es eine Zeit, bevor der erregte Muskel sich wirklich zu verkürzen beginnt.

Wenn ich nun den Nerven an irgend einer Stelle reize, so wird die Zeit, welche nothwendig ist, damit der elektrische Strom erregend wirkt, nicht anders sein, als an irgend einer anderen Stelle. Aber die Zeit, welche der elektrische Strom benöthigt, bis er erregend in den Muskel kommt, wird bei verschiedener Entfernung der gereizten Stelle des Nerven vom Muskel eine verschiedene sein, wenn überhaupt eine endliche und messbare Zeit verstreicht, weil ja das Stück Nerv das einmal ein kürzeres ist als das anderemal, welches von der Erregung zu durchfließen ist. Die übrigen Zeitabschnitte, welche für die Vorgänge im Muskel in Anspruch genommen werden, sind voraussetzlich ebenso groß bei der Erregung dieser Nervenstelle wie bei der Erregung irgend einer anderen Stelle der Nervenbahn.

Wenn ich also einen Nerven zweimal an verschiedenen Stellen reize, das einmal möglichst weit entfernt vom Muskel, das anderemal möglichst nahe am Muskel und beidemale die Zeit messe, welche zwischen dem Momente der Reizung und dem Momente der beginnenden Verkürzung des Muskels gelegen ist, und ich finde, dass die Zeit, welche verstreicht, bei der

Reizung an der vom Muskel entfernteren Stelle länger ist als die Zeit, welche verstreicht, wenn ich den Nerven nahe am Muskel reize, dann weiß ich zunächst einmal, dass eine merkliche und messbare Zeit für das Fortschreiten der Erregung im Nerven in Anspruch genommen wird. Und wenn ich diese beiden Messungen genau genug durchgeführt habe, und die Resultate einfach von einander subtrahiere, so bekomme ich die Zeit heraus, welche nothwendig ist, damit die Erregung von der ersten Reizungsstelle bis zur zweiten Reizungsstelle gelangt.

Wenn ich nun außerdem noch den Abstand der beiden Stellen, an denen ich den Nerv gereizt habe, von einander messe, so kann ich aus der Differenz der Zeit und der Länge dieser Strecke die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven aufs einfachste berechnen.

Auf diese Weise hat Helmholtz mittelst des Principes der Pouillet'schen Zeitmessungsmethode — ich kann hier auf die Details der Einrichtung unmöglich näher eingehen, so leid es mir thut, weil diese Details außerordentlich sinnreich, aber auch sehr compliciert sind — die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung zunächst in dem Schenkelnerven des Frosches bestimmt zu ungefähr 30 Metern in der Secunde.

Er hat dann mittelst einer ganz anderen Methode, bei welcher auf einem rasch rotierenden, an seiner Oberfläche beruhten Cylinder sowohl der Moment

der Reizung, als auch der der Verkürzung des Muskels aufgeschrieben wurde, so dass, wenn Sie sich die Mantelfläche des Cylinders abgewickelt denken auf die Ebene der Tafel, eine Figur beschrieben würde, welche aus einem Strich besteht, welcher den Moment der Reizung markiert, dann aus einer horizontalen Linie, welche die Zeit darstellt, welche zwischen der Reizung und der beginnenden Verkürzung des Muskels gelegen war, und dann aus einer ungefähr so gestalteten Curve, welche die Verkürzung des Muskels bezeichnet. Wenn man nun die Umdrehungs-Geschwindigkeit des Cylinders kennt, und das Stück der Linie misst, welches zwischen dem Moment der Reizung und dem Punkt liegt, an welchem sich die Curve von der Horizontalen entfernt, so kann man aus diesen Daten ebenfalls auf die Zeit, die zwischen der Reizung und der beginnenden Verkürzung liegt, einen Schluss ziehen.

Nun ist aber die Art, wie sich diese Curve von der Horizontalen loslöst, eine solche, dass es außerordentlich schwierig ist, zu sagen, wo eigentlich der Punkt ist, an welchem die Linie nicht mehr vollkommen gerade ist. Es wurde also nicht der Abstand dieses Punktes vom Reizzeichen gemessen, sondern Helmholtz hat die Abstände der höchsten Gipfel der Curven vom Reizzeichen bei seinen Messungen in Betracht genommen. Er hat dann zwei möglichst weit von einander entfernte Stellen des Nerven gereizt, und hat bei dieser Gelegenheit zwei Curven bekommen,

welche, wenn sie gleich hoch waren, am besten bezüglich ihrer Differenz gemessen wurden durch die Entfernung ihrer Maxima von einander.

Dies ist die Differenz der Zeiten zwischen der Reizung und der beginnenden Zusammenziehung bei Reizung beider Stellen. Vermittelst dieser graphischen Methode hat sich nun in ganz unerwartet genauer Übereinstimmung mit dem Ergebnisse, welches die Pouillet'sche Zeitmessungsmethode geliefert hatte, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ebenfalls zu 30 Metern in der Secunde herausgestellt.

Dann wurden von Helmholtz sowohl, als auch von anderen Forschern an den verschiedensten Nerven der verschiedensten Thiergattungen diese Messungen wiederholt, und es hat sich höchst auffallender Weise herausgestellt, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung eine im wesentlichen constante ist, weder abhängig von der Gattung des Thieres, noch von der des Nerven, an welchem die Messung vorgenommen wurde.

Nun könnte man sagen: da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit 30 Meter, d. i. 100 Fuß, per Secunde beträgt, und ein Mensch im allgemeinen 5 Fuß lang ist, werden selbst die längsten Nerven, welche hier in Betracht kommen können, in einem für uns kaum merklichen Zeittheilchen von der Erregung durchlaufen werden.

Dem ist aber nicht in der ganzen Natur, und nicht ganz allgemein so.

Stellen Sie sich z. B. einen Walfisch vor, der 100 Fuß lang ist — das ist noch gar kein besonders großer — den eine Wasserratte in den Schwanz beißt; da braucht es schon eine ganze Secunde, bis der Schmerz aus dem Schwanze durch den Nerven bis zum Walfischbewusstsein kommt. Nun will ich gar nicht davon reden, wie lange der Walfisch dazu braucht, sich zu überlegen, was er jetzt anfangen soll (Heiterkeit), ich will aber zu seinen Gunsten annehmen, dass er sofort entschlossen ist, durch einen heftigen Schlag mit dem Schweife sich gegen den Angriff des Feindes zu wehren, so wird doch wieder eine zweite Secunde verstreichen, bis die Erregung durch den motorischen Nerven aus dem Walfischbewusstsein bis zum Muskel im Schwanze herunter geleitet worden ist durch die Strecke von 100 Fuß, und während dieser zwei Secunden hat die Wasserratte also vollkommen freies Spiel. Und das ist eine ganz beträchtliche Zeit — zwei Secunden!

Eine andere Frage, die man sich vorlegen kann, und die von Interesse ist, ist die: Ich habe von zwei Kategorien von Nerven gesprochen, und die beiden Kategorien unterschieden von aus dem Centralnervensystem nach der Peripherie bei dem natürlichen Gebrauch der Nerven durchflossenen, und jenen anderen, welche bei dem natürlichen Gebrauch stets von der Peripherie nach dem Centrum die Erregung leiten. Sind die Nervenfasern, welche bei der natürlichen Verwendung ausschließlich in einer bestimmten Richtung von der

Erregung durchlaufen werden, überhaupt nicht fähig, in der entgegengesetzten Richtung eine Erregung zu leiten, oder werden sie bloß deswegen nur in dieser einen Richtung durchlaufen, weil sie ebensowohl im Centrum als auch in der Peripherie mit bestimmten anderen Organen verbunden sind, aus deren Natur eben die Richtung, in welcher der Reiz durch den Nerven fließt, mit Nothwendigkeit hervorgeht?

Die Antwort auf diese Frage ist schwierig zu geben gewesen, weil es sich darum handelte, einen Nerven, welcher in einer bestimmten Richtung leitet, an irgend einer Stelle seines Verlaufes zu reizen, und dann zu untersuchen, und zwar an beiden Seiten, ob der Nerv erregt ist oder nicht. Nun besitzt aber der Nerv nur an einem Ende ein Erfolgorgan; wie soll man merken, ob die Erregung auch nach der anderen Seite hin sich fortgepflanzt hat?

Hiefür wurde nun die Eigenschaft des Nerven in Anspruch genommen, dass jeder Punkt eines herausgeschnittenen noch lebenden Nerven ein anderes elektrisches Potential hat als jeder andere Punkt, d. h. soviel als (zeichnet): Wenn dies ein Nerv ist, und ich verbinde beispielsweise diesen Punkt der Oberfläche mit diesem Punkte des Querschnittes durch einen Leitungsdraht, dann geht ein constanter Strom durch diesen Draht; ebenso, wenn ich diesen Punkt — hier — mit diesem Punkte des Querschnittes verbinde, so geht auch durch diese Strecke ein constanter Strom.

Wenn ich aber den Nerven errege — es ist dies eben eine Thatsache, die constatirt worden ist, und die Sie einfach als bestehend hinnehmen müssen — so existiert die merkwürdige Beziehung, dass in dem Augenblicke, in welchem die Erregung über diese Stelle hinweggeht, die Stärke des elektrischen Stromes abnimmt, und zwar anfangs um ein geringes, dann um mehr, endlich um ein Maximum und schließlich erreicht der Strom seine ursprüngliche Kraft wieder.

Während also die Erregung über den Nerven hinweggleitet mit einer Geschwindigkeit von 30 Metern in der Secunde, geht zugleich mit ihr eine Welle verminderter elektromotorischer Kraft hinweg. Man nennt diese Welle die negative Stromschwankung. Wenn man nun den Nerven hier, an dieser Stelle reizt, so zeigt sich, dass, wenn der Nerv z. B. bloß in dieser Richtung immer in Anspruch genommen worden ist, so lange er im Thierkörper functioniert hat, wenn dies z. B. ein motorischer Nerv ist, und der Muskel an diesem Ende hier angebracht war, nichtsdestoweniger die Erregung sich von dem Punkte, an welchem der Nerv gereizt worden ist, in vollkommen symmetrischer Weise nach beiden Seiten mit gleicher Geschwindigkeit und Stärke ausbreitet, so zwar, dass also die Nerven, welche immer in einer Richtung von der Erregung durchflossen werden, in der That fähig wären, auch in der entgegengesetzten Richtung zu leiten.

Welches sind nun die Methoden, welche wir haben, um den Nerven zu reizen? Herr Dr. Fuchs, Assistent

an der hiesigen physiologischen Lehrkanzel, wird so freundlich sein, mich in meinen Versuchen zu unterstützen.

Wenn man einen Nerven reizen, und die Zusammenziehung studieren will, kann man nicht warten, bis das Thier, dem der Nerv und der Muskel gehört, sich entschließt, eine Zusammenziehung dieses Muskels auszuführen, sondern man ist genöthigt, eine Thiergattung zu wählen, deren Nerven und Muskeln den Tod des Thieres um ein beträchtliches unbeschädigt überleben, den Nerven sammt dem Muskel herauszupräparieren aus dem frisch getödteten Thier, und nun den Nerven an einer bestimmten Stelle zu reizen.

Die Mittel, welche man zur Reizung anwenden kann, sind von der verschiedensten Art. Es gibt kaum irgend eine lebhaftere, rasch sich vollziehende Veränderung irgend eines Zustandes am Nerven, welche nicht mit einer Erregung desselben verbunden wäre. Wenn man also den Nerven an einer Stelle mechanisch reizt, z. B. dadurch, dass man mit einer Schere ein Stückchen abschneidet, oder quetscht, oder plötzlich stark erwärmt, oder eine ätzende Substanz auf ihn niederfallen lässt, oder durch irgend eine Strecke desselben eine Schwankung des elektrischen Stromes durchgehen lässt, so werden alle diese verschiedenartigen Einwirkungen mit einer Erregung des Nerven verbunden sein.

Wenn man den Nerven der Einwirkung heftiger chemischen Agenzien oder einer starken, raschen

Austrocknung unterzieht, dadurch, dass man ihn z. B. mit Kochsalzpulver bestreut, in allen diesen Fällen geräth der Nerv in Erregung. Nur muss man die zweierlei Arten von Erregungen, welche auf künstliche Weise herbeigeführt werden können, von einander unterscheiden.

Wenn man eine einmalige, rasche Veränderung am Nerven vornimmt, z. B. durch einen Scherenschlag, oder einen Inductionsstrom, der eine außerordentlich kurze Zeit dauert, durch eine Strecke des Nerven laufen lässt, dann zieht sich der Muskel einmal rasch zusammen. Es gibt eine gewisse Größe der Zusammenziehung, welche nicht überschritten werden kann, bei einer einmaligen Reizung des Nerven, selbst wenn der Reiz bis ins Unendliche fortwächst an Stärke. Wenn hingegen die Reize, welche den Nerven treffen, sich wiederholen, dann wird diese maximale Größe, welche durch eine einmalige Reizung des Nerven und Zusammenziehung des Muskels erreicht werden konnte, durch eine Reihenfolge rasch auf einander folgender, verhältnismäßig viel schwächerer Reize überschritten, und der Muskel zieht sich nun um ein viel größeres Stück zusammen, als er sich überhaupt zusammenziehen konnte auf einen einmaligen, noch so starken Reiz.

Da nun einem größeren Publicum die Zusammenziehung eines Froschmuskels ohne Weiteres kaum demonstrierbar ist, so wählt man für derartige Demonstrationen einen Apparat, welcher im wesentlichen

aus folgenden Stücken besteht: eine Säule, welche fest ist auf einer Platte, trägt eine Zange, und in diese Zange werden, von den Weichtheilen entblößt, die untersten Theile des Oberschenkelknochens eingespannt, an welchem der auf seine Zusammenziehung zu prüfende Muskel entspringt; in die Sehne des ganz freipräparierten Muskels wird ein kleiner Haken eingestochen, welcher an einem Faden befestigt ist, der sich um eine Welle herumwindet, an welcher sich außerdem ein leichter Draht befindet mit einer an seinem freien Ende befestigten Papierscheibe. Wenn sich dann der Muskel zusammenzieht, kann er nur das eine Ende bewegen. (Redner hantiert an dem eben besprochenen Apparate, um einen Froschmuskel einzuspannen.)

Ich werde jetzt den Nerven reizen. (Geschieht.) Sehen Sie, so oft ich den elektrischen Strom durch den Nerven schicke, zuckt der Muskel einmal, die dabei vorkommenden Schwingungen sind rein elastischer Natur; jetzt werde ich aber eine Reihe von solchen Reizungen durch den Muskel schicken. (Geschieht.) Sehen Sie, um wie viel stärker sich der Muskel dabei contrahiert hat, als er sich contrahieren konnte auf einen einmaligen solchen Reiz. Dieser Einzelreiz ist bereits kolossal stark, stärker kann sich der Muskel auf einen einmaligen Reiz nicht zusammenziehen, als er sich auf diesen Reiz zusammenzieht, selbst wenn man einen Inductionsstrom von enormer Stärke durch den Nerven schickt. Wenn ich aber einen viel

schwächeren Inductionsstrom mehrmals reizend wirken lasse, so wird er eine sehr viel stärkere Wirkung haben als die einmalige Wirkung eines selbst sehr viel intensiveren, nur einmal applicierten Stromes.

Ich möchte mir nur noch erlauben zu zeigen, dass auch infolge der Einwirkung von Austrocknung durch Bestreuen des Nerven mit Kochsalz der Muskel sich zusammenzieht; es wird aber einige Minuten dauern, bevor der Muskel anfängt darauf zu reagieren, weil eben die Austrocknung des Nerven durch das Kochsalzpulver eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt. Dann aber werden Sie sehen, wie der Muskel in eine Reihe heftiger Zusammenziehungen geräth, welche der allmählichen Einwirkung des Kochsalzes auf die einzelnen Nervenfasern entsprechen.

Ein letzter Versuch, den ich dann zeigen möchte, rührt von Du Bois-Reymond her, und zeigt eine sehr eigenthümliche und frappierende Gestalt.

Man hat unter anderem mittelst Flammenbildern und anderer Methoden die Gestalt der Wellen herausgebracht, welche den einzelnen Vocalen der menschlichen Stimme entsprechen.

Das zum Beispiel hat solche Wellen (zeichnet), dem *i* kommen allerdings mehr einfache, weniger zackige Wellen zu. Genau in derselben Weise, in welcher sich die Lufttheilchen bewegen, bewegt sich beim Sprechen gegen ein Telephon die Platte von Eisenblech, welche sich vor dem Magnetpole befindet, und genau in derselben Weise, wie sich dieses Eisenblech dem Magneten nähert

oder von ihm entfernt, finden die elektrischen Schwankungen statt in den Drahtwindungen, die um den Magneten herumgewickelt sind.

Es werden also die Schwankungen der elektrischen Zustände in der Drahtrolle im Telephon ein genaues Abbild sein der Schwankungen von Verdichtungen und Verdünnungen, welche bei der Erzeugung des Schalles in der Luft hervorgebracht werden. Wenn man nun die beiden Drähte, welche von der Drahtrolle aus dem Telephon herauskommen, durch einen lebenden Nerven überbrückt, der mit dem Muskel zusammenhängt, und man spricht in das Telephon gewisse Vocale hinein, so wird wegen der Raschheit der Schwankungen der elektrischen Intensität im Nerven der Nerv erregt. Es ist nämlich ein Gesetz der Nervenphysiologie, dass man selbst sehr starke Ströme in einen Nerven hineinbringen kann, sozusagen einschleichen kann, wenn man irgend ein Mittel wählt, die Stärke des Stromes im Nerven allmählich ansteigen zu lassen, dass man auf diese Weise selbst sehr starke Ströme in den Nerven einschleichen kann, ohne dass sie eine Erregung im Nerven wirklich ausüben, dass hingegen selbst kaum merkliche, äußerst schwache Ströme, wenn sie nur mit hinreichend großer Geschwindigkeit in dem Nerven zustande kommen oder aus ihm wieder entzogen werden, eine Erregung des Nerven zur Folge haben.

Wenn man nun in ein solches Telephon, dessen beide Drähte von einem lebenden Nerven überbrückt

sind, der mit einem Muskel in Zusammenhang ist, z. B. das Wort: „Zuck“ hineinruft, dann zuckt der Muskel, ruft man aber: „lieg“ hinein, dann rührt sich der Muskel nicht.

Ich werde nun den Apparat hier zeigen. Es ist dies ein etwas anders gestaltetes Telephon wie das Bell'sche. (Redner ruft ins Telephon:) „Zuck!“ (Der Muskel zieht sich zusammen.) „Lieg, lieg, lieg!“ (Der Muskel bleibt ruhig liegen. — Heiterkeit.) „Du bist ein prächtiger Kerl, zuck! Lieg, lieg, (schreiend) lieg!“ (Der Muskel rührt sich nicht. — Heiterkeit.)

Dies erscheint sehr wunderbar, beruht aber auf sehr einfachen und leichtverständlichen Beziehungen. Davon ein andermal!

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Fleischl Ernst von Marxov

Artikel/Article: [Über die wichtigsten Lebensgemeinschaften der Nerven. 103-125](#)