

Die  
Erhaltung des Körpergleichgewichtes  
als  
Function des Centralnervensystems.

Von

**Prof. Dr. Heinrich Obersteiner.**

---

Vortrag, gehalten den 2. December 1896.

Mit 2 Abbildungen im Texte.



Es ist schwer Mensch zu sein, schwerer, als man bei oberflächlicher Betrachtung meinen würde.

Schon in der allerersten Kindheit steht — oder besser gesagt liegt — der Mensch in der Welt da und befindet sich einer Reihe von Aufgaben gegenüber, denen er nur zum Theil gewachsen ist. Zum Glück bringen wir bereits einen höchst fein ausgearbeiteten Organismus mit auf die Welt, damit uns von Anfang an ein großer Theil dieser Arbeit wesentlich erleichtert werde. So sollen wir beispielsweise unser Herz regelmäßig schlagen lassen, im Tacte weiter athmen u. s. w. Aber schon bei der Geburt ist der Mechanismus der Herzthätigkeit und der Athmung so vollkommen entwickelt, dass diese Functionen ganz selbständig, ohne unser weiteres Zuthun ungestört ablaufen können. Müssten wir fortwährend unsere Aufmerksamkeit auf diese beiden absolut nothwendigen Leistungen lenken, wo bliebe uns da die Zeit zu irgend einer geistigen Arbeit!

Auf anderen Gebieten wird es uns aber nicht so leicht gemacht; lange braucht das Kind, bis es aufrecht

sitzen, noch länger, bis es stehen und gehen kann. Haben wir aber einmal diese Künste gründlich erlernt, haben wir sie uns vollkommen zu eigen gemacht, dann bedarf es — wenigstens unter normalen Verhältnissen — nicht mehr unserer Überlegung, unserer bewussten Mitwirkung, um die Equilibrierung unseres Körpers durchzuführen, es geschieht dies ganz unbewusst, während unser Geist mit anderen Dingen beschäftigt ist. Wir können beispielsweise mit gespannter Aufmerksamkeit einem Vortrage sitzend oder stehend folgen und werden — wenn wir nicht zufällig einschlafen — nicht umstürzen oder vom Stuhle fallen.

Es ist dies eine der bewunderungswürdigsten und nützlichsten physiologischen Einrichtungen, dass gerade jene vitalen Vorgänge, welche am meisten Zeit für sich in Anspruch nehmen, ja durchs ganze Leben hindurch unausgesetzt oder fast ununterbrochen ablaufen, die Mitwirkung unseres Bewusstseins schließlich nicht brauchen, sie vollführen sich automatisch.

Meine Aufgabe wird es nun sein, Ihnen zu zeigen, in welcher Weise die Aufrechterhaltung des Körpergleichgewichtes durchgeführt werden kann, wie wir stehen und gehen, ohne uns des complicierten Mechanismus bewusst zu werden, der dabei in Action tritt, und doch ohne fortwährend zu fallen. — Wir werden übrigens auch Gelegenheit nehmen, Störungen dieses Mechanismus zu besprechen, denn gerade dadurch wird uns manch wichtiger Fingerzeig für die Auffassung der normalen Verhältnisse geboten werden.

Beginnen wir mit dem einfachsten Vorgange des Aufrechtstehens.

„Sehe jeder, wie er's treibe,  
Und wer steht, dass er nicht falle.“

Was hat denn zu geschehen, damit wir ruhig aufrecht stehen bleiben? Um dies zu erreichen, muss eine sehr große Menge unserer Muskeln, ja es müssen fast alle Muskeln des Rumpfes und der unteren Extremitäten zusammenwirken. Der Impuls hiezu wird den Muskeln vom Gehirne her zugeführt; dieses aber braucht dazu, um diese Muskelimpulse in richtiger Weise abzugeben, eine Anzahl von äußeren Eindrücken, von Empfindungen, welche diese Impulse anregen und regulieren. Wir werden also zu untersuchen haben, in welcher Weise die Muskeln zusammenwirken müssen, um das Aufrechtstehen zu ermöglichen, wir werden ferner in die Geheimnisse des complicierten centralen Gehirnapparates einzudringen trachten, der dabei so geschickt arbeitet, und werden endlich auch jenen Empfindungen unsere Aufmerksamkeit zuwenden, welche das nothwendige Materiale für diesen Theil der Gehirnthatigkeit liefern.

Ich habe früher bereits darauf hingewiesen, eine wie große Zahl von Muskeln für das einfache Stehen in Anspruch genommen wird. Es genügt aber keineswegs, dass alle die betreffenden Muskeln sich contractieren; wären alle Muskeln im Zustande starker Contraction, der Körper starr und steif, dann würden wir ebenso umfallen wie eine Besenstange, die man senk-

recht auf den Boden stellt. Es ist vielmehr nothwendig, dass jeder einzelne dieser Muskeln sich mit einer gewissen Kraft, bis zu einem bestimmten Punkte, zusammenziehe, dass jede kleine Schwankung des Körpers gleich durch stärkere Contraction entgegengewirkender Muskeln compensiert werde, andere aber in entsprechender Weise nachlassen, sich relaxieren. Es bedarf hiezu einer sehrfein berechneten, abgestuften Wirkungsintensität jeder einzelnen der mitwirkenden Bewegungsfactoren, und dies bezeichnet man als *Coordination der Muskeln*, in diesem Falle als *statische Coordination*.

Nehmen wir wieder den hölzernen Stab, der früher nicht stehen bleiben wollte, und bringen an seinem oberen Ende eine größere Anzahl von Fäden an. Nun stellen wir den Stab wieder auf und lassen gleichzeitig an den einzelnen Fäden nach verschiedenen Richtungen, seitlich und durchwegs ein wenig nach abwärts ziehen; auch jetzt wird er wahrscheinlich zunächst nach einer Seite, nach der des stärkten Zuges, umstürzen. Wenn wir aber die Kraft, mit welcher nach den verschiedenen Seiten hin gezogen wird, modificieren, werden wir es schließlich dahin bringen, dass der Stab in Ruhe senkrecht stehen bleibt. Es ist ein Gleichgewichtszustand erreicht worden durch die richtige *Coordination der verschiedenen wirksamen Kräfte*, wie beim Aufrechtenstehen des Menschen durch die *Coordination der Muskeln*.

Mit Absicht mache ich Sie auf diesen so ungemein wichtigen Factor der *Coordination der Muskeln* besonders aufmerksam, der ja bei jeder Muskelthätigkeit

eine wichtige Rolle spielt, wenn sie zweckentsprechend ausfallen soll. Ja wir können noch weiter gehen und sagen, wo immer mehrere Factoren zur Erzielung eines einheitlichen Resultates nutzbringend zusammenwirken, ist für jeden einzelnen ein richtiges Abwägen der Intensität dieser Wirksamkeit durchaus nothwendig. Um nicht auf große sociale Verhältnisse einzugehen, möchte ich nur ein Beispiel aus der Kunst herbeiziehen.

Wenn in dem Ihnen allen bekannten Septuor von Beethoven den Fagottisten an unpassender Stelle die Lust ankommt, fortissimo zu blasen, wird der Effect ebenso verdorben, als wenn der Contrabass an Fortestellen sich auf ein ganz leises Piano beschränkt. Jeder der Mitspielenden findet in seinen Noten gewisse Zeichen, die dynamischen Ausdruckszeichen, welche ihn belehren, nicht was, sondern wie er spielen soll.

Die entsprechenden Zeichen, welche unserem Gehirn bekannt geben, in welcher Weise jeder Muskel zur Erzielung einer statischen Coordination arbeiten muss, werden ihm durch verschiedene Sinnesorgane zugeführt.

Als erstes, wenn auch nicht wichtigstes, erwähne ich die Tastempfindungen der Fußsohle. Wenn wir stehen, noch mehr beim Gehen, müssen wir den Boden unter unseren Füßen fühlen. Es bedarf keiner langen Überlegung, um einzusehen, wie schwer uns schon das einfache Stehen fiel, wenn unsere Füße unempfindlich wären. Wir können uns dies leicht vorstellen, weil wir die Tast- und Druckempfindungen der Fußsohle uns auch immer vor das Bewusstsein zu bringen vermögen.

Weit wichtiger sind aber Empfindungen, von deren Existenz viele Menschen überhaupt gar nichts wissen, nämlich die der Gelenk-, Sehnen- und Muskelnerven. Durch diese Nerven erhält unser Gehirn Nachricht von dem jeweiligen Zustande unserer Gelenke und Muskeln, allerdings in einer Weise, dass diese Empfindungen meist gar nicht die Schwelle des Bewusstseins überschreiten. Sie dienen eben fast ausschließlich automatischen Zielen und würden daher unsere Aufmerksamkeit in übermäßiger und zweckloser Weise belasten. Dass wir uns aber auch des Muskelsinnes bewusst werden können, ist eine feststehende Thatsache. Wir empfinden beispielsweise die Kraft, die Anstrengung, der es bedarf, um ein Gewicht zu heben, ja wir können aus dieser angewendeten Kraft auch einen Schluss auf die Schwere des gehobenen Gegenstandes machen, den schwereren vom leichteren unterscheiden; man hat daher den Muskelsinn auch als Kraftsinn bezeichnet. Auch die Ermüdungsschmerzen oder die starken Muskelschmerzen bei Krämpfen werden durch die gleichen Nervenbahnen vermittelt.

Es wird allerdings von manchen, z. B. Wundt, die Existenz eines Muskelsinnes geleugnet, er will dasjenige, was man diesem Sinne zuschreibt auf centrale Innervationsgefühle zurückführen. Allein vielfache Thatsachen, namentlich auch Erfahrungen an Kranken, zwingen uns, einen Muskelsinn anzunehmen.

Nachdem wir nun mit dem Wesen des Muskelsinnes bekannt sind, werden wir auch begreifen, dass



wir gerade auf diesem Gebiete die wichtigsten Empfindungen suchen müssen, welche die Coordination der Muskeln und damit das Aufrechtstehen ermöglichen werden.

Die große Bedeutung, welche der Stellung der Gelenke und also auch den Gelenksnerven hiebei zukommt, ist selbstverständlich.

Diese vom Bewegungsapparate, d. h. den Muskeln, Gelenken, Sehnen u. s. w. dem Nervensysteme zugeführten Erregungen können aber vielleicht auch noch in anderer Weise für die Coordination der Muskeln verwertet werden. E. Hering stellt sich das folgendermaßen vor: Bei jeder halbwegs energischen Bewegung, z. B. Beugung des Armes, werden jene Muskeln, welche die entgegengesetzte Bewegung erzeugen, die Antagonisten — also hier die Streckmuskeln des Armes — gedehnt; dabei werden die Nerven dieser Muskeln und ihrer Sehnen erregt, und es erfolgt dadurch reflectorisch eine gewisse Contraction dieser entgegenwirkenden Muskeln. Es wird damit einem Excess der intendierten Bewegung vorgebaut. Fällt diese Gegenwirkung, diese Hemmung, aus irgend einer Ursache weg, dann erfolgt die Bewegung in ungeordneter, schleudernder Weise, wie wir dies thatsächlich in gewissen Krankheiten sehen.

Weniger in die Augen springend, aber doch nicht zu übersehen, ist die Rolle, welche die sogenannten visceralen Empfindungen für die uns beschäftigende Frage haben.

Von allen Eingeweiden gehen Nerven ab, welche Empfindungen zum Rückenmarke und Gehirne leiten; auch diese pflegen uns in der Regel nicht zum Bewusstsein zu kommen, fast nur dann, wenn das betreffende Organ erkrankt ist. Sobald wir empfinden, dass wir eine Leber haben, pflegt sie auch krank zu sein. Die Eingeweide sind frei in den inneren Leibeshöhlen aufgehängt; jede Veränderung der Körperstellung hat auch eine mehr oder minder starke Verschiebung der Eingeweide zur Folge, die uns zwar meist nicht bewusst wird, aber doch eine unbewusste Empfindung dem Gehirne zuführt. Es begreift sich also, dass die visceralen Empfindungen bei der Erhaltung des Körpergleichgewichtes nicht unwesentlich mitwirken werden.

Es wird am Platze sein, hier eine kurze anatomische Bemerkung einzufügen.

Wir haben bisher vom Tastsinn, besonders an den Fußsohlen, den Empfindungen der Gelenke, Sehnen, Muskeln und Eingeweide gesprochen; diese alle werden durch Nerven vermittelt, welche durch die hinteren Wurzeln (Fig. 1 *Rp*) ins Rückenmark eintreten. Stellen wir uns einen Querschnitt durch dieses Organ vor, (Fig. 1), so finden wir in seinem Innern eine röthlichgraue Masse (*Cop* und *Coa*), die graue Substanz, das übrige wird durch weiße Substanz dargestellt. Diese weiße Substanz besteht fast ausschließlich aus Nervenfasern, und diese Nervenfasern verlaufen wieder zum größten Theile in der Längsrichtung des Rückenmarkes. Wir haben also eine Unzahl quergetroffener Nerven-

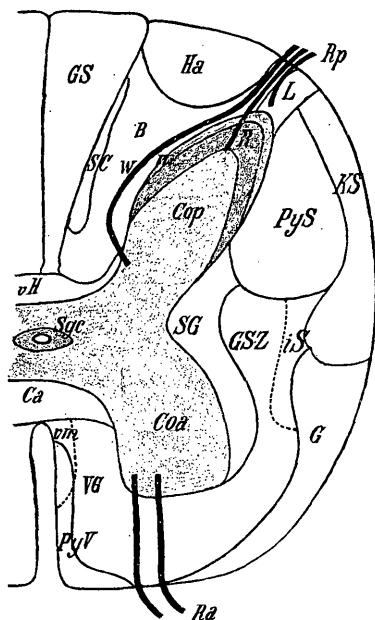


Fig. 1. Schematischer Querschnitt durch den oberen Theil des Rückenmarkes.

fasern vor uns, wenn wir das Rückenmark quer durchtrennen, wissen aber auch, obwohl selbst unter dem Mikroskope die ganze weiße Masse ziemlich gleichmäßig aussieht, dass dieselbe in eine Anzahl nebeneinanderliegender Bündel von verschiedener Bedeutung und Function zerlegt werden muss. So unterscheiden wir

an jeder Hälfte des Rückenmarkes etwa 16 verschiedene Querschnittsfelder.

Die oben erwähnten Nerven, die für uns von Bedeutung sind, und welche durch die hinteren Wurzeln, ins Rückenmark gelangen, nehmen ihren weiteren Weg zum Gehirn vielleicht ausschließlich in den Hintersträngen (*GS* und *B*), in der Kleinhirnseitenstrangbahn (*KS*) und im Gowers'schen Bündel (*G*).

Ich hätte Sie nicht mit diesen trockenen anatomischen Daten belästigt, wenn wir ihrer später nicht noch bedürfen würden.

Ich wende mich nun zu einer anderen Classe von Empfindungen, die ebenfalls vielen von Ihnen kaum bekannt sein werden, da sie gleich dem Muskelsinne bescheiden außerhalb der Bewusstseinsphäre ihres Amtes walten und nur dann hervortreten, wenn sie „gereizt werden“.

Zu diesem Behufe betrachten wir das innere Ohr, jenen Theil des Gehörorganes, der tief verborgen im härtesten Knochen des Schädels, im Felsenbein liegt. Wir finden hier zwei Hauptabtheilungen: die eine zeigt die charakteristische Form einer Schnecke, die andere besteht aus drei hohlen, bogenförmigen Röhren, welche derart miteinander verbunden sind, dass sie von beiden Seiten in eine kleine, sackartige Erweiterung, den Utriculus, münden. Die Röhren selbst werden halbzirkelförmige Canäle genannt, in ihrer Gesamtheit mit dem Utriculus stellen sie das Labyrinth des Ohres dar. Durch jeden dieser drei Bogen kann man

sich eine Ebene gelegt denken und wird dann finden, dass die drei Ebenen aufeinander senkrecht stehen. Nur wenn die Schnecke selber erkrankt oder zerstört wird, treten Störungen des Gehörs auf, dieselben fehlen bei Verletzungen des Labyrinthes; hingegen kommt es in diesem letzteren Falle zu sehr eigenthümlichen Störungen des Körpergleichgewichtes, was zuerst Flourens nachgewiesen hat. Ich kann hier nicht näher auf die sehr interessanten Versuche eingehen, wie sie dann später besonders von Golz, Breuer und Mach u. a. zur Feststellung der Function dieses kleinen Organes ausgeführt wurden. Selbst an niederen Thieren, z. B. Krebsen, konnte Kreidl entsprechende Versuche anstellen.

Die Ergebnisse dieser Versuche, sowie die Beobachtung von Labyrinthkrankungen beim Menschen haben uns gelehrt, dass dieser Theil des inneren Ohres, die halbcirkelförmigen Canäle, nebst Utriculus, ein Sinnesorgan darstellt, welches dem Individuum Aufschluss gibt über die Lage des Kopfes im Raum, die Perception von Drehbewegungen vermittelt und somit die Wahrnehmung und Wahrung des Gleichgewichtes besorgt. — Man hat daher einen Gleichgewichtssinn angenommen, dessen peripheres Sinnesorgan im Labyrinth zu suchen ist und der seine Empfindungen durch einen Theil des Hörnerven dem Gehirne zuführt.

Die Wirkungsweise dieses Sinnesorganes haben wir uns folgendermaßen vorzustellen: Sowohl im Utriculus als an einer Stelle der halbcirkelförmigen Canäle,

Ampullen, enden die Nerven an Zellen, von denen ein feines Härchen in das Innere dieser Räume hineinragt; außerdem findet sich im Utriculus an der Stelle der Nervenendigungen ein Klümpchen feinsten Krystalle, die Otolithen. Utriculus und halbcirkelförmige Canäle sind von einer Flüssigkeit erfüllt, Endolymph, welche bei jeder Bewegung des Kopfes auch in Bewegung gelangt und damit die Hörhärchen verbiegt. Die Otolithen tragen noch bei zur Verstärkung dieser Anregung. Bei Beginn einer Drehung in der Ebene eines Bogenganges wird, wie dies Breuer hervorhebt, zunächst die Flüssigkeit zurückbleiben, und es werden dadurch die Hörhärchen entgegengesetzt der Drehungsrichtung verbogen.

Die Erhaltung des Gleichgewichtes wird endlich noch wesentlich erleichtert durch den Gesichtssinn. Dieser Punkt bedarf wohl kaum einer eingehenden Begründung. Die Gesichtseindrücke geben uns ja auch Aufschluss über etwaige Veränderungen der Lage unseres Körpers, und jeder weiß, dass man im Finstern oder bei geschlossenen Augen mehr oder minder unsicher geht und steht.

An dieser Stelle will ich darauf aufmerksam machen, dass auch die Muskelempfindungen von den Muskeln, welche die Augäpfel nach allen Richtungen bewegen, wesentlich in den Gesamtmechanismus der Gleichgewichtserhaltung mit eingreifen.

Wir können daher recapitulierend sagen, dass folgende Sinnesempfindungen für die Equilibrierung

unseres Körpers zusammenwirken: Tastempfindungen, solche, welche durch die Gelenks-, Sehnen- und Muskelnerven vermittelt werden, viscerale Empfindungen, solche des Gleichgewichtssinnes und endlich optische. Die Gesammtheit dieser Sinneseindrücke wird im Gehirne combinirt und verarbeitet, und das Resultat dieser Gehirnthätigkeit ist eine derartige Beeinflussung unserer Körpermuskulatur, dass das angestrebte Ziel, die Erhaltung des Gleichgewichtes, erreicht wird.

Wir haben nun weiterhin zu untersuchen, welcher Theil des Gehirnes mit dieser wichtigen und complicierten Thätigkeit betraut sein dürfte.

Zunächst möchte ich wieder daran erinnern, dass viele der hiebei mitwirkenden Sinnesempfindungen in der Regel gar nicht zu unserem Bewusstsein gelangen, und da wir schon einmal anzunehmen berechtigt sind, dass Empfindungen, um bewusst zu werden, jedenfalls bis an die Großhirnrinde vordringen müssen, so werden wir von vorneherein geneigt sein, das Gleichgewichtsorgan, das ja die Coordination der Muskeln zu besorgen hat, an einer anderen Stelle als in der Großhirnrinde zu suchen. Hingegen lässt sich eine Reihe von Thatsachen anführen, welche es im hohen Grade wahrscheinlich macht, dass der gesuchte Centralapparat durch das Kleinhirn dargestellt wird.

Das Kleinhirn ist ein vom übrigen Centralnervensystem deutlich abgegrenztes Organ, das in seinem gröberem Bau und in seiner feineren Structur sich wesentlich von allen anderen Theilen des Gehirnes

unterscheidet, dem also jedenfalls auch eine besondere, eigenthümliche Function zukommt.

Das Kleinhirn ist im Vergleich zu den anderen Hirntheilen nicht bei allen Thieren gleich gut ausgebildet. Bei den Säugethieren und Vögeln ist es nicht nur relativ groß, sondern zahlreiche zierliche, meist ziemlich tiefe parallele Furchen vergrößern bei diesen Thieren seine Oberfläche noch um ein Vielfaches. Hingegen ist es bei den Amphibien und vielen Reptilien auf ein einfaches schmales Band reduciert. Während die erstgenannten Thiere beim Stehen, Laufen und Fliegen sehr complicierte und feine Muskelactionen zur Erhaltung des Gleichgewichtes ausführen müssen, genügt bei den letzteren für das bloße Kriechen oder Springen gewiss schon ein viel einfacherer Apparat. Bei den Fischen ist das Kleinhirn größer als bei den Amphibien, doch mit Ausnahme einzelner Knorpelfische noch glatt. Zwar schwimmen auch z. B. die Frösche, doch lange nicht mit jener Geschicklichkeit und Sicherheit, die den Fischen eigen ist.

Wir treffen also thatsächlich einen gewissen Parallelismus zwischen der Größe des Kleinhirnes und der Feinheit der Muskelcoordination.

Eine andere wichtige anatomische Thatsache kommt noch in Betracht. Wir haben gewisse Stränge im Rückenmark kennen gelernt, von denen wir wissen, dass sie einen Theil der für die Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes nothwendigen Sensationen dem Gehirne zuführen. Von all diesen Strängen wissen wir, dass



sie theils direct oder indirect mit dem Kleinhirn sehr innig zusammenhängen, theils sogar gänzlich in dieses einstrahlen. Für jene Nervenfasern, die aus dem Ohr-labyrinth stammen, kennen wir noch keine Verbindungen mit dem Großhirn, wohl aber auch wieder directe und indirecte, sehr reichliche Beziehungen zum Kleinhirn.

Es ergibt sich also, dass mit Ausnahme des Sehnerven alle jene Sinnesbahnen, die wir für die Erhaltung des Gleichgewichtes brauchen, im Kleinhirne zusammenkommen; sicherlich bestehen aber auch Verbindungen des Sehnerven mit dem Kleinhirne, doch sind darüber unsere Kenntnisse noch recht mangelhaft. — Es sind dies rein anatomische Erwägungen, welche auf das Kleinhirn als Coordinations- oder Gleichgewichtscentrum hinweisen. Aber auch das physiologische Experiment lehrt uns Thatsachen kennen, die ganz in dem gleichen Sinne sprechen.

Nur ein sorgfältig durchgeführtes und richtig gedeutetes Experiment kann Aufschluss über die Leistung dieses Hirntheles geben. Fehlerhafte Beobachtungen und Deutungen haben ja dem Kleinhirne alle möglichen Functionen, z. B. Sitz der Seele, des Gemüthes, des Gedächtnisses u. s. w. zugewiesen.

Wenn man einem Thiere eine größere Verletzung am Kleinhirne beifügt, dasselbe mehr oder minder vollständig extirpiert, so treten zwar keine eigentlichen Muskellähmungen auf, aber es kommt zu ausgesprochenen Gleichgewichtsstörungen, die in mangelhafter

Innervation der Muskeln begründet sind. Ein solches Thier macht die unsinnigsten und unpassendsten Bewegungen, ohne seinen eigentlichen Zweck zu erreichen, dabei hört es und sieht es, seine Intelligenz scheint nicht gestört zu sein.

Ähnliche Erfahrungen machen wir auch bei Menschen mit Kleinhirnerkrankungen. Wir werden zwar wieder auf diesen Punkt zurückkommen, hier will ich nur kurz bemerken, dass in den meisten Fällen ausgehnterer Erkrankungen des Kleinhirnes Störungen des Gleichgewichtes und Schwindel vorhanden sind.

Wir haben, wenn wir das eben Gesagte zusammenfassen, zwar keine vollen sicheren Beweise, aber doch eine Anzahl gewichtiger Gründe gefunden, welche es sehr berechtigt erscheinen lassen, im Kleinhirne einen Centralapparat für die Coordination der Muskeln und somit für die Erhaltung des Gleichgewichtes zu suchen.

Damit haben wir auch einen Theil der uns gestellten Aufgabe gelöst; wir können uns nun den ganzen Apparat, der bei der Aufrechterhaltung des Körpergleichgewichtes in Action treten muss, in seinen größten Zügen schematisch darstellen (Fig. 2). Dem Kleinhirne *K* werden verschiedene Sensationen übermittelt, und zwar von der Haut (*Hs*), den Muskeln und Gelenken (*Ms*), den Eingeweiden (*Vs*), dem Labyrinth (*L*) und den Augen (*A*). Alle diese Sensationen werden im Kleinhirne zu einer einzigen Gesamtwirkung combinirt, welche die vom Großhirne *G* aus angeregten Bewegungen derart influenciirt oder modificirt, dass

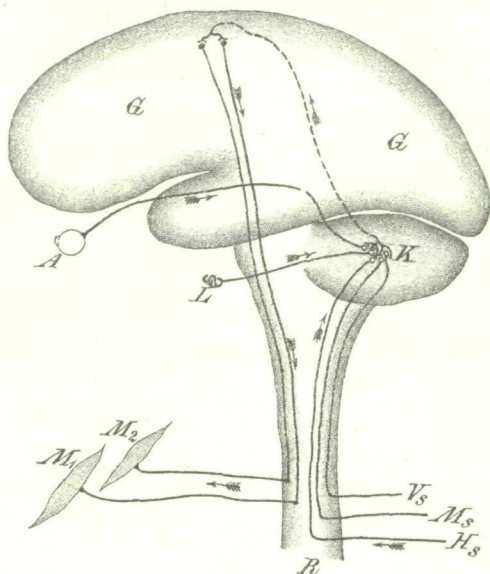


Fig. 2.

*G* Großhirn, *K* Kleinhirn, *R* Rückenmark, *A* Auge, *L* Ohrlabyrinth, *Hs*, *Vs*, *Ms* Nerven für die Empfindungen von der Haut, den Eingeweiden und den Muskeln, *M<sub>1</sub>*, *M<sub>2</sub>* Muskeln.

der angestrebte coordinatorische Effect erreicht wird, dass sich die verschiedenen Muskeln *M<sub>1</sub>* und *M<sub>2</sub>* in entsprechender Weise contrahieren. Dies kann man sich etwa in der Art vorstellen, dass vom Kleinhirne aus — auf Grundlage der ihm zugeführten Sensationen — den einzelnen bei einer Action beteiligten Muskeln zwar nicht die nothwendige Kraft zugetheilt, wohl aber die-

selbe gleichsam unter die verschiedenen Muskeln vertheilt wird.

Als sicher in dem obigen Schema kann die Beziehung gewisser Sinnesnerven zum Kleinhirn gelten, ebenso die Bewegungsbahn, die ihre Impulse vom Großhirn erhält und hinabführt zu den Muskeln. Fraglich bleibt aber, wo wir die Stelle zu suchen haben, an welcher das Kleinhirn seinen regulatorischen Einfluss auf die Bewegungen ausübt, wo wir uns also die unterbrochen gezeichnete Bahn von *K* nach *G* zu denken haben. Es gibt aber noch gar viele andere Lücken im Verständnisse unserer nervösen Centralorgane, und für den uns heute beschäftigenden Gegenstand scheint diese Frage nicht von wesentlicher Bedeutung.

Es wäre nun zu untersuchen, wie dieser coordinative Apparat unter verschiedenen Umständen zu arbeiten vermag.

Die einfachste Aufgabe wäre wohl diejenige, von der wir ausgegangen sind, die Erhaltung der statischen Coordination, d. h. also die Erhaltung des Gleichgewichtes beim Aufrechtstehen unter ganz normalen Verhältnissen.

Wenn jemand den Auftrag bekommt, ganz ruhig gerade aufrecht zu stehen, so ist er nicht im Stande, dies auszuführen. Man hat ober einer solchen Versuchsperson eine berußte Platte horizontal angebracht und jener eine Kappe mit einem Stift aufgesetzt, welcher eben die Platte berührte. Jede Bewegung des Kopfes zeichnete sich nun an der berußten Platte ab,

und man erhielt als Ausdruck der Körperschwankungen eine unregelmäßige Zickzacklinie. Die Schwankungen betragen seitlich bis zu  $1\frac{1}{2}$  cm, von hinten nach vorne bis zu 2 cm. Sie nahmen mit der Ermüdung zu und wurden merklich größer, wenn die Versuchsperson die Augen schloss, wenn also einer der bei der Gleichgewichtserhaltung mitwirkenden Factors eliminiert wurde. Noch bedeutend größer aber wurden diese Schwankungen bei gewissen mit Coordinationsstörungen verbundenen Krankheiten.

Wir lernen aus diesem Versuche, dass es nicht möglich ist, vollkommen ruhig zu stehen, wir balancieren immer innerhalb einer gewissen Grenze hin und her. Dadurch werden gewisse Muskeln stark in Anspruch genommen, nach einiger Zeit ermüden sie, und wir verändern die Stellung ein wenig, um auf diese Weise andere Muskeln mehr herbeizuziehen und die früher angestregten wenigstens theilweise zu entlasten.

Wir lernen aber auch aus diesen Versuchen, dass es schwerer wird, das Gleichgewicht aufrecht zu erhalten, wenn nicht alle der hiebei mitwirkenden Sinnesempfindungen verwendet werden können. Schon das Schließen der Augen hat größere Schwankungen zur Folge, Anästhesie der Fußsohlen erschwert, wie ich bereits bemerkt habe, das Stehen wesentlich; noch mehr würde aber ein Ausfall der Muskelsinnempfindungen oder des Gleichgewichtssinnes in Betracht kommen. Des ferneren wird die Störung eine noch größere werden, wenn gleichzeitig von mehreren hier

in Betracht kommenden Sinnesgebieten die Empfindungen in Ausfall kommen, oder ganz besonders, wenn sie uns unter krankhaften Verhältnissen durch falsche Empfindungen irreleiten.

Für den gesunden Menschen unter normalen Verhältnissen ist es ganz selbstverständlich, dass er trotz der geschilderten Schwankungen sein Körpergleichgewicht aufrecht erhält, er ist sich dieses Vorganges und der damit verbundenen Schwierigkeiten durchaus nicht bewusst. Wird aber aus dem dargestellten Equilibrierungsapparate irgend ein wesentlicher Factor eliminiert oder in seiner Thätigkeit alteriert, dann fühlt man die Schwierigkeit, dieser Aufgabe gerecht zu werden, ein Gefühl, das man mit dem Ausdrucke Schwindel bezeichnet. Schwindel ist also die Empfindung des gestörten Körpergleichgewichtes, verbunden mit dem Gefühle der Schwierigkeit, diese Störung wieder auszugleichen — selbstverständlich ist damit auch oft das Gefühl der Angst verbunden.

Wir werden demnach für das Auftreten des Schwindels recht verschiedene Ursachen auffinden, je nach der Stelle des Gleichgewichtsmechanismus, die in ihrer Function gestört wurde.

Vorerst möchte ich aber ganz kurz einer eigenen Art von Schwindel Erwähnung thun, bei welcher eine Schädigung des Nervensystems nicht vorliegt, des psychischen Schwindels.

Halten wir daran fest, dass die Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes ohne Zuthun unseres Bewusstseins

stattzufinden pflegt. Wenn wir uns aber etwa auf einem schmalen Brette über einem Bache oder am Rande eines Abgrundes befinden, kommt es uns zum Bewusstsein, dass wir nicht nur eine gewisse Schwierigkeit zu überwinden haben, um nicht zu fallen, sondern auch dass ein solcher Fall mit sehr schweren Folgen für uns verbunden wäre; wir versuchen daher durch willkürliche Anstrengung aller Muskeln, durch Ausbreiten der Arme und anderes die Erhaltung des Körpergleichgewichtes zu erleichtern; thatsächlich aber erschweren wir uns selber die Sache damit und fallen vielleicht schließlich wirklich hinunter; die Angst macht dabei noch ganz besonders ungeschickt. Es ist so, als wenn jemand auf einem Saumthiere einen schwindligen schmalen Pfad entlang reitet. Bekanntlich soll man in einem solchen Falle das Thier, das sicher zu gehen gewohnt ist, sich selber überlassen; ist man aber ängstlich und will man es mit den Zügeln lenken, so kann es leicht geschehen, dass man sammt dem Thiere abstürzt. Hier repräsentiert das Thier gleichsam die unbewusst wirkende Coordination, sobald wir ihr aber mit unserem Verstande zuhülfe kommen wollen, verderben wir alles.

Kehren wir nun wieder zu unserem Schema zurück, so wird es uns die Aufgabe, nach den verschiedenen Arten von Schwindel zu suchen, wesentlich erleichtern.

Beginnen wir mit den verschiedenartigen Sinnesempfindungen, welche an der Erhaltung des Gleich-

gewichtet participieren. In der als *Tabes dorsalis* bekannten Rückenmarkskrankheit leiden zunächst wesentlich die hinteren Rückenmarkswurzeln. Es werden also die von den Muskeln, Sehnen und Gelenken ausgehenden Empfindungen herabgesetzt oder aufgehoben werden. Ich bemerke, dass mitunter die eigentliche Tastempfindung der Haut spät oder fast gar nicht leidet; hingegen gehören Störungen der visceralen Empfindungen nicht zu den Seltenheiten.

Ein solcher Kranker zeigt infolge der Störung des Muskelsinnes die Eigenthümlichkeit, dass seine Bewegungen nicht geordnet, nicht gehörig abgemessen sind, er geht mit den Füßen schleudernd und stampfend, wenn er beim Sitzen die Füße kreuzen will, so wird der eine Fuß viel zu hoch in die Luft geworfen, weil er es eben nicht vermag, seinen Muskeln nur so viel Kraft der Contraction zuzusenden, als zur Erzielung des Zweckes nothwendig ist. Diesen Mangel an Ordnung in der Muskelinnervation bezeichnet man als *Ataxie*, und da sie von einer Erkrankung des Rückenmarkes abhängt, als *spinale Ataxie*.

Noch eine weitere Erscheinung bietet aber der *Tabes* Kranke. Er wird meistens im Stande sein, inso lange die Krankheit sich noch in einem frühen Stadium befindet, ziemlich sicher und gerade zu stehen, selbst wenn er die Füße eng aneinander hält und dadurch seine Basis möglichst verkleinert. Sobald er aber die Augen schließt, fängt er an zu wanken, Schwindelgefühl tritt ein, und schließlich fällt er um, wenn man



ihn nicht hält. Die Erklärung für diese Erscheinung, die man als Romberg'sches Symptom bezeichnet (statische Ataxie), ist darin zu suchen, dass durch das Schließen der Augen auch die von diesen ausgehende Controle des Gleichgewichtes, somit ein weiterer wichtiger Factor für dessen Erhaltung, verloren gegangen ist.

Eine besondere Art des Schwindels ist diejenige, welche man als Augenschwindel bezeichnet und die auf einer Innervationsstörung der Augenmuskeln beruht. Stellen wir uns vor, dass unsere Augen eine Bewegung ausführen, deren wir aber nicht als solcher bewusst werden, so werden wir meinen, die Gegenstände um uns hätten ihre Lage verändert im Verhältnis zu unserem Körper; wir müssen also, wenn es sich um feste Dinge, Mauern, Bäume, Möbel handelt, meinen, dass wir mit dem Körper eine Stellungsänderung vorgenommen haben. Dieser irrige Eindruck gelangt aber auch zu dem Coordinationscentrum und wird darauf mit einer, natürlicherweise unpassenden, compensatorischen Körperbewegung beantwortet; dadurch fühlen wir aber wieder eine Störung des Gleichgewichtes, und so erklärt sich die Unsicherheit beim Stehen und Gehen die im Anschlusse an mancherlei Bewegungsstörungen des Auges beobachtet wird.

Dass auch von den Eingeweiden aus durch Vermittlung der visceralen Empfindungen Schwindel hervorgerufen werden kann, z. B. der sogenannte Magenschwindel, ist eine auch dem Laien geläufige Thatsache.

Allerdings ist uns der dabei stattfindende Vorgang keineswegs ganz klar.

Ganz besonderes Interesse werden jene Schwindelerscheinungen und Gleichgewichtsstörungen beanspruchen, die ihren Ausgangspunkt vom Ohrlabyrinth, als dem Organe des Gleichgewichtssinnes nehmen. Auch hier müssen wir unterscheiden, ob es sich um irrige Eindrücke handelt, die durch dieses Sinnesorgan dem Gehirne übermittelt werden, oder ob diese Sorte von Empfindungen überhaupt fehlt.

Es ist begreiflich, dass Letzteres leichter ohne schwere Folge ertragen wird als Ersteres; denn mangeln uns die Eindrücke des Gleichgewichtssinnes, so ist ja häufig eine Compensation durch die anderen Sinne mehr oder minder vollständig möglich. Das Centralnervensystem wird aber durch falsche Eindrücke von diesem Organe her jedenfalls irreführt und selbst wenn die Controle der anderen Sinne vorliegt, verwirrt werden.

Ich erinnere hier an die bekannte Erscheinung des Drehschwindels, der entsteht, wenn wir uns z. B. rasch um unsere Längsachse drehen. Wir haben gehört, dass die Nervenenden des Labyrinthes durch die Strömung der in ihm enthaltenen Flüssigkeit, der Endolympe, erregt werden. Nach einer schnellen Drehung wird aber diese nicht gleich zur Ruhe kommen, wie wir dies ja sehen, wenn wir z. B. ein Gefäß mit Wasser schnell drehen und plötzlich die Drehung unterbrechen. Durch die noch eine kleine Weile fortströmende Flüssig-

keit werden also die Nervenenden noch erregt, wenn auch der Körper bereits zur Ruhe gelangt ist, es werden falsche Nachempfindungen entstehen, die einen irrthümlichen, der Wirklichkeit nicht entsprechenden Eindruck von der Bewegung unseres Körpers und damit Schwindel verursachen, den Drehschwindel.

Dabei ist es gleichgiltig, in welcher Richtung die Körperbewegung stattgefunden hat, es werden nur dementsprechend die Schwindelerscheinungen etwas anders ausfallen. Auch bei rascher Auf- und Abwärtsbewegung kommt es zu ähnlichen Erscheinungen. In Amerika, wo man jetzt sehr hohe Häuser baut, kennt man auch Schwindelerscheinungen bei Benützung der Lifts. Namentlich sollen die dabei beschäftigten Knaben, die Elevatorboys, unter diesem Schwindel zu leiden haben.

Auch die Seekrankheit kann, wenigstens theilweise, auf ähnliche Verhältnisse bezogen werden. Ich will aber gerade hier bemerken, dass auch, allerdings in viel geringerem Grade, die Eingeweide an der Entstehung des Drehschwindels und der Seekrankheit betheilig sein dürften. Wenn man den Kopf ruhig hält und mit dem Unterleibe rasche Drehbewegungen ausführt, wobei die Eingeweide, die im Unterleibe nicht fest fixiert sind, etwas bewegt werden, kann man oft auch einen leichten Schwindel empfinden.

Eine eigenthümliche Krankheitserscheinung, die man als Menière'sche Krankheit oder besser als Menière'schen Symptomencomplex bezeichnet, verdient hier besondere Erwähnung. Dieses Krankheitsbild

charakterisiert sich durch Schwindel, Ohrensausen und Erbrechen. Man nimmt nun mit vielem Rechte an, dass dabei das Ohrlabyrinth direct oder indirect geschädigt ist. In einigen Fällen fand man Blutungen in die halbcirkelförmigen Canäle, Sprünge im Felsenbein und anderes.

Ein vollständiges Fehlen der Eindrücke des Gleichgewichtssinnes wird bei einer Anzahl von Taubstummen gefunden, bei denen (in etwa 56<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) das Ohrlabyrinth gänzlich zugrunde gegangen ist. Solche Taubstumme gehen schwerfällig, schwankend, mit weit auseinandergespreizten Beinen; wenn sie schwimmend untergetaucht werden, verlieren sie die Orientierung im Raume. Es fehlt ihnen aber auch begreiflicher Weise und, wie Kreide nachgewiesen hat, der Drehschwindel; dergleichen (nach den Untersuchungen von Pollak) gelingt es nicht, an ihnen den galvanischen Schwindel hervorzurufen, der bei normalen Personen dann entsteht, wenn quer durch den Kopf ein galvanischer Strom geleitet wird.

Wir haben also gesehen, dass durch abnorme oder aufgehobene Function einer Anzahl von Sinnesnerven Störungen des Gleichgewichtes und Schwindel erzeugt werden können; wir müssen nun weiter gehen und das Verhalten des Centralnervensystems in dieser Beziehung untersuchen.

Wir gelangen hiebei aber auf ein so weites Feld der Beobachtung, dass ich mich wohl darauf beschränken muss, nur mit den allergrößten Zügen zu zeichnen.

Als wichtigstes Centralorgan für die Erhaltung des Gleichgewichtes haben wir, wie Sie sich erinnern werden, das Kleinhirn kennen gelernt. Größere Erkrankungen des Kleinhirnes und besonders wenn sie rasch auftreten, sind daher auch fast immer durch Schwindel und Gleichgewichtsstörungen gekennzeichnet. Der Gang solcher Kranker ist ein eigenthümlich unsicherer, schwankender, am besten zu vergleichen mit dem eines Betrunknen. Auch hier erfolgen die Bewegungen ungeordnet, aber doch merklich anders, als ich es bei der Tabes beschrieben habe, man benennt diese Art der Bewegungsstörung als cerebellare Ataxie (Cerebellum = Kleinhirn).

Die Betrachtung unseres Schemas lehrt aber, dass auch andere Theile des Centralnervensystems bei der Erhaltung des Körpergleichgewichtes eine Rolle spielen; so käme zunächst jene Nervenbahn in Betracht, durch welche das Kleinhirn seinen regulatorischen Einfluss auf die Bewegungsbahn ausübt.

Am Schema (Fig. 2) habe ich diese Bahn durch eine unterbrochene Linie bezeichnet, um damit auszudrücken, dass uns ihr Verlauf nicht sicher bekannt ist. Trotz dieser etwas unbefriedigenden Erkenntnis werden wir aber jedenfalls erwarten müssen, dass auch von anderen Stellen des Gehirns aus ähnliche Erscheinungen hervorgerufen werden können.

Schwindelerscheinungen mit starker Störung des Gleichgewichtes können auch auftreten, ohne dass die betreffenden Gehirnthteile schwer erkrankt sind; es

genügt, wenn sie sich in einem Zustande veränderter, mangelhafter Ernährung befinden. Dies findet beispielsweise statt bei allgemeiner Blutleere, Anämie, oder auch dann, wenn die Blutleere den Kopf allein betrifft; in einem solchen Falle steigern sich die Symptome beim raschen Aufrichten des Körpers und werden in der horizontalen Lage geringer.

In gleicher Weise wird die Ernährung des Gehirns durch gewisse giftige Stoffe geschädigt, von denen manche ganz besonders den Gleichgewichtsapparat angreifen, z. B. Tabak, Alkohol. Bekannt sind ja der Schwindel, die Unsicherheit der Bewegungen in der Nicotivergiftung, noch viel bekannter aber jene Schwankungen, welche sich nach etwas allzureichlichem Alkoholgenusse einstellen. Bei der großen Ähnlichkeit, welche diese Bewegungsstörungen mit der cerebellaren Ataxie darbieten, darf man vielleicht nicht ohne Grund annehmen, dass durch den Alkohol die Ernährungsvorgänge im Kleinhirne mehr leiden als in anderen Hirntheilen.

Hier wären schließlich noch zahlreiche andere Umstände zu erwähnen, die imstande sind, den Blutkreislauf im Gehirn und damit die Ernährung dieses Organes zu schädigen, wodurch weiterhin Schwindel hervorgerufen werden kann. Hieher gehört z. B. der epileptische Schwindel, ferner sind anzureihen jene Schwindelerscheinungen, die man häufig im Beginne von acuten Infectiouskrankheiten beobachtet, und noch viele andere.

Entsprechend unserem Schema, an das wir uns bisher immer gehalten haben, wären schließlich noch jene Gleichgewichtsstörungen zu besprechen, welche ihren Ausgangspunkt vom Bewegungsapparate nehmen. Hier liegen die Verhältnisse wesentlich einfacher. Wenn ein für das Stehen wichtiger Muskel oder eine ganze derartige Muskelgruppe gelähmt ist, wird ja der Kranke nicht mehr imstande sein können, aufrecht zu stehen. Selbst eine unvollständige, partielle Lähmung solcher Muskeln wird schon genügen, das Stehen ohne weitere Unterstützung unmöglich zu machen. Es bleibt sich dabei für uns ganz gleich, an welcher Stelle des Bewegungsapparates die Ursache dieser Lähmung zu suchen ist, es kann dies in den Muskeln, den Nerven, im Rückenmarke oder aber auch im Gehirne sein.

---

Meine Aufgabe war, Ihnen in groben Zügen darzustellen, in welcher Weise wir durch die Organisation unseres Nervensystems in die Möglichkeit versetzt werden, die Aufrechthaltung des Körpergleichgewichts durchzuführen. Dabei habe ich aber noch einige Nebenzwecke gehabt; ich wollte Ihnen an einem Beispiele die Methode demonstrieren, die wir anwenden, um uns über derartige Fragen Aufschluss zu verschaffen. Sie haben gesehen, wie wir von verschiedenen Seiten her uns mühsam das Materiale zusammensuchen müssen; nicht bloß die Anatomie und die experimentelle Physiologie kommen dabei in Betracht, sondern wir müssen

auch die Erfahrungen an Kranken mit herbeiziehen. Ja gerade diese liefern uns ganz besonders wichtige und lehrreiche Thatsachen, und deshalb habe ich mich veranlasst gesehen, den krankhaften Störungen des Körpergleichgewichtes eingehendere Betrachtung zu widmen.

Endlich wollte ich Ihnen an diesem Beispiele auch zeigen, wie ein großer Theil der von unserem Organismus auszuführenden Leistungen außerhalb unseres Bewusstseins durchgeführt wird. Es findet dadurch eine sehr bedeutende Entlastung unserer Bewusstseinsthätigkeit statt.

Wenn ich daher auch zu Anfang meiner Auseinandersetzungen den Satz aussprach, es sei schwer, Mensch zu sein, so müssen wir doch der Natur dafür dankbar sein, dass ein großer Theil der uns aufgebürdeten Arbeit durch die Organisation unseres Nervensystems wesentlich erleichtert und damit Zeit und Gelegenheit gegeben ist, uns mit höherer geistiger Arbeit zu befassen.

Lassen Sie uns den Wert dieses Geschenkes dankbar anerkennen.

---



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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: 1897

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Obersteiner Heinrich

Artikel/Article: [Die Erhaltung des Körpergleichgewichtes als Function des Centralnervensystems. 119-150](#)