

Ueber Coordinationsanomalien symmetrischer Körperbewegungen.

Ein Vortrag, gehalten im naturw.-medic. Vereine zu Innsbruck
im Dezember 1875

von

M. J. Dietl.

Meine Herren!

Das unabweisliche Bedürfniss, seelische Acte und seelische Zustände mit den Zuständen des centralen Nervensystems in causalen Zusammenhang zu bringen, hat von jeher die Physiologen und Psychologen in gleich hohem Grade beschäftigt. So sicher wir aber aus den zahllosen Beobachtungen und Experimenten, welche um dieses Problemes willen angestellt worden sind, so sicher wir erfahren haben, dass ein solcher Zusammenhang in der That existirt, so armselig ist es noch mit dem Werth der Errungenschaften bestellt, wie sie aus diesen Beobachtungen fliessen, wenn wir als centrales Nervensystem jene graue Masse desselben auffassen, von der wir die Ueberzeugung hegen, dass sie der Heerd der seelischen Verrichtungen ist, die Werkstätte, wo alle die verschiedenen Sinnesreize verarbeitet, in Empfindungen, Vorstellungen und in Willen umgesetzt werden.

Vom Standpunkte der beschreibenden Anatomie stellt das Hirn und das Rückenmark, bei wirbellosen Thieren ein Bauchstrang und die Ganglienknotten das centrale Nervensystem dar. Vom Standpunkte der Nervenphysiologie sollten wir jene faserführenden Partien dieses anatomischen Com-

plexes ausschliessen, denen erwiesenermassen nur Leitungsvorrichtungen obliegen und uns nur auf die graue Substanz beschränken, welche die Nervenzellen birgt und in der wir eben die eigentliche Geburtsstätte der Empfindungen, Vorstellungen und Willensäusserungen vermuthen. Diese letzte Substanz also ist es, welche der Forschung so manchfache Schwierigkeiten entgegengesetzt und die uns von ihrem eigensten Wesen noch wenig Sicheres enthüllt hat. Das Experiment vermag auch den strengen Anforderungen der Exactheit hier nicht so leicht nachzukommen und hat es schon viele Bausteine aufeinandergeschichtet, die allerdings die Spuren eines rohen Meissels zumeist nicht verbergen können, so kommt doch bald die harte Kritik, die oft genug den kaum begonnenen Bau wieder dem Erdboden gleichmacht. Manches Materiale wird aber dauernd nutzbar bleiben, manches wird noch herbeigeschafft werden, und da wir über den Plan so ziemlich im Reinen sind, so wird es fürderhin eben einmal des Meisters bedürfen, der auch einen haltbaren Mörtel zu bereiten versteht.

Man untersucht die Functionen, die das Nervengewebe leistet, sei es der weissen leitenden Substanz, sei es der grauen zelligen Substanz, nach zwei Richtungen, ob sie nämlich der sensitiven oder der motorischen Sphäre angehören. Die Mittel, deren man sich dazu bedient, sind entweder solche, welche die Nerventhätigkeit anregen, oder sie aufheben: wir können die Nervensubstanz sei es chemisch, thermisch, mechanisch oder electricisch reizen, wir können aber auch die Nervensubstanz zerstören, Leitungen unterbrechen, den organischen Zusammenhang aufheben. Auf diese Eingriffe antwortet der Nerve oder das Nervengewebe seinem Wesen gemäss; eine gereizte Nervensubstanz motorischer Natur löst Bewegungen aus in den an der Peripherie gelegenen contractilen Fasern, in der Musculatur; wenn auf Substanz sensitiver Natur ein Reiz einwirkt, so resultiren die manchfachsten Empfindungsformen; Durchschneidung eines motorischen Nerven erzeugt Bewegungslähmung, die der sensitiven

Gefühllosigkeit an den von den Nerven versorgten peripheren Theilen. So einfach jedoch diese elementaren Sätze klingen, so complicirt können sich die Verhältnisse gestalten durch die Thatsache der Reflexerscheinungen, jener Phänomene, durch welche sich so zu sagen sensitive und motorische Sphäre die Hände reichen, in welchen aber auch eine ergibige Quelle von Täuschungen gelegen ist und von Schwierigkeiten in der Analyse experimenteller Effecte.

Zwischen Reiz und Bewegung liegt Empfindung und Willen und der physiologische Zusammenhang zwischen diesen Gliedern erlaubt uns von dem einen aufs andere zu schliessen, die Wechselbeziehungen zwischen körperlichen und seelischen Zuständen zu erforschen. Diese Wechselbeziehung besteht eben in der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen Körper- und Seelenleben. Die Physiologie befasst sich aber nur mit den äusseren Formen derselben, die der directen Beobachtung zugänglich sind.

Von den Aeusserungen jener Seelenthätigkeiten, welche in unmittelbarem Zusammenhang mit der Aussenwelt stehen, und als deren Grundformen sinnliche Empfindung, gewollte Bewegung und Vorstellung aufzustellen sind, sind es besonders die Bewegungen, die heute unser Interesse in Anspruch nehmen mögen.

Die Bewegungen sind normaler Weise gewollte Bewegungen, in dem Sinne als active Bewegungen. Wir rechnen hieher nämlich auch jene Bewegungen, welche schon aus dem instinctiven Leben fliessen, nicht dem freien Bewusstsein entspringen, nicht durch die klare Vorstellung eines ganz bestimmten Zweckes bedingt werden, nicht durch einen klar bewussten Willensact entstehen: der Wille verleiht im gesunden Organismus der Bewegung die Zweckmässigkeit, mag er sich nun im dunklen Reiche der Instinkte verlieren, oder der hellen Sphäre des Bewusstseins angehören. Bei den symmetrischen Muskelbewegungen, die oft genug unbewusst ausgeführt werden, z. B. beim Gehen, beim Blick, bei der Stellung der Augenaxen liegt nun die Zweckmässigkeit vornehm-

lich in einem harmonischen Zusammenwirken, in der Coordination.

Das Zustandekommen dieser Zweckmässigkeit kann aber wesentlich gestört werden, wenn Bedingungen vorliegen oder gesetzt werden, welche den Willensimpuls unmittelbar oder mittelbar alteriren. Auf diese Weise kommen Bewegungserscheinungen zu Stande, die nicht mehr den Stempel ungetriebener Willensäusserung tragen, sondern anderen Gesetzen folgen, die festzustellen eine noch unvollendete Aufgabe ist.

Wir haben, meine Herren, schon oben angedeutet, dass der Einfluss des Willens auf den Bewegungsmechanismus vernichtet werden kann durch Eingriffe in die motorischen Leitungsbahnen. Man hat jedoch auch in den eigentlichen Nervencentren nach den Stellen geforscht, in welchen die Veranlassung zu den gewollten Bewegungen zu suchen ist; zu dem Ende hat man am Hirn an verschiedenen Stellen Verletzungen gesetzt, den Erfolg beobachtet und gedeutet.

Man hat gefunden, dass bei Warmblütern die Abtragung der grossen Hirnhemisphären keinen Einfluss auf die Art der Bewegung ausübt. Derartig operirte Vögel z. B. laufen gerade aus, wenn sie aus ihrem soporösen Zustand, der in der Verletzung bedingt ist, aufgescheucht werden, sie schwanken nicht, balanciren, ohne das Gleichgewicht zu verlieren und putzen die Federn, wenn sie von Ungeziefer belästigt werden. Die Bewegungen sind coordinirt, der Muskelsinn ist vorhanden, Lähmungen sind in den Muskeln nicht eingetreten.

Ganz anders benehmen sich Thiere nach Verletzung des Kleinhirns: es treten Gleichgewichtsstörungen in den Vordergrund; der Gang ist schwankend, die Muskeln zittern, die hinteren Extremitäten werden oft gestreckt, der Hals und Kopf verdreht; der Wille ist seines Einflusses auf die Bewegungen beraubt, die Thiere sind nicht mehr im Stande ihre Bewegungen zu einem zweckmässigen Zusammenwirken zu coordiniren.

Im Allgemeinen haben uns die zahlreichen in dieser Richtung ausgeführten Versuche ergeben, dass im Grosshirn

überwiegend die höheren seelischen Functionen ablaufen, während die Bewegungen ihre Regelung durch Vermittlung des Kleinhirns finden, so dass diess so gut wie ausschliesslich der motorischen Sphäre angehört und besonders der Regulation der symmetrischen Körperbewegungen vorsteht. Die Bemühungen nun, die Beziehung zwischen seelischer Thätigkeit und Nervencentrum zu detailiren und zu localisiren, führten unter anderem zur Beobachtung ganz eigenthümlicher Erscheinungsreihen, die für sich selbst schon durch ihre Präcision ein abgeschlossenes Ganzes bilden und unter dem theilweis angefochtenen Ausdruck „Zwangsbewegungen“ bekannt sind.

Man hat nämlich gefunden, dass Thiere, denen gewisse Hirntheile, vornehmlich Seh- und Streifenhügel, Hirnschenkel und Brücke einseitig verletzt werden, sich nur in einer bestimmten durch die Art der Operation präcisirten Richtung zu bewegen vermögen. Man glaubt sich berechtigt, anzunehmen, dass dieser abnormen Bewegungsform nicht eine Functionsunfähigkeit der centralen grauen Substanz zu Grunde liege, sondern lediglich eine Alteration motorischer Bahnen. Diese Bewegungen sind auch, wie sich aus der folgenden Schilderung ergeben wird, nicht als direct uncoordinirt aufzufassen, sondern sie erlangen eben durch eine eigenthümliche Coordination eine solche präcisirte Abnormalität. Die Erscheinungen anomaler Coordination bei symmetrischen Körperbewegungen liegen mir speciell als Vorwurf vor und wenn ich nebenbei auf andere Coordinationsstörungen zu sprechen komme, so sollen diese letzteren den ersteren nur zur Folie dienen, ohne auf irgend eine Ausführlichkeit Anspruch erheben zu können.

Ich will nun, meine Herren, vor Allem die Hauptformen dieser sogenannten Zwangsbewegungen, wie sie vornehmlich durch Flourens, Longet, Magendie, Brown Sequard und Schiff studirt wurden, skizziren. Die Experimente wurden an vierfüssigen Säugethieren vorgenommen.

Man unterscheidet: 1. Die Reitbahnbewegung, auch Manègebewegung genannt; die operirten Thiere bewegen sich

statt in gerader Linie in grösseren oder kleineren Kreisen just so wie die Pferde im Circus. Diese Form tritt auf nach Verletzung eines Sehhügels oder Hirnschenkels und zwar so, dass wenn der vorderste Theil des Sehhügels geschädigt ist, das Thier im Sinne der verletzten Seite läuft, im Sinne der gesunden dagegen, wenn der hintere Theil des Sehhügels oder der Hirnschenkel getroffen wurde. Eine Abart dieser Bewegungsform ist die, dass das Thier bei seinen Bewegungskreisen einen Hinterfuss als Centrum nimmt und die Längsaxe des Thieres den Radius des Kreises darstellt, oder dass, wie man sich ausdrückt, das Thier traversirt; sie wird veranlasst durch Verletzung des hinteren Theils der Hirnschenkel, wobei wahrscheinlich die Brücke in Mitleidenschaft gezogen ist.

2. Sind es Rollbewegungen, schnelles Wälzen um die Längsaxe. Sie erscheinen besonders nach Verletzung der Querfasern der Brücke oder des mittleren Kleinhirnstiels.

3. Hastiges unaufhaltsames Vorwärtslaufen oft mit Ueberschlagen des Körpers nach vorn, oder ähnliche Bewegungen nach rückwärts — sie werden beobachtet nach Ausschneidung des Streifenhügels bei gleichzeitiger Abtragung des Grosshirns oder Kleinhirns.

Trotz der manchfachen und zahlreichen Experimente, die über diesen Gegenstand angestellt wurden, und obgleich die Autoren über die wesentlichen experimentalpathologischen Prämissen der Operation einig sind, gehen sie doch ebenso in der Deutung der Erklärung dieser Erscheinung auseinander.

Im Allgemeinen wird schon die Berechtigung der geläufigen Bezeichnung „Zwangsbewegung“ angefochten, da man sich doch darunter vorstellen muss und sich auch vorgestellt hat, die Bewegung selbst sei schon als solche die unmittelbare Folge des operativen Eingriffs in eines der Basalgebilde des Hirns, also der Streifenhügel, Sehhügel, Vierhügel, der Hirnschenkel und der Brücke und dass die Richtung und die Art der Bewegung eben davon abhängt, welches der genannten Gebilde verletzt wurde.

In der That gelingt es auch nicht den Beweis herzu-

stellen, dass in der Operation selbst der Impuls zur Bewegung liege, dass also letztere gewissermassen als convulsivische zu betrachten seien und so unmittelbar in der Operation ihren Grund finde. Die Bewegungen erfolgen nämlich gewöhnlich erst auf äussere Reize und dann in der ihr jeweilig charakteristischen Form, worauf sie freilich oft bis zur Ermüdung andauern, oder bis ihnen ein äusseres Hinderniss eine unübersteigliche Grenze setzt.

Die Erklärungen dieser Bewegungsformen streifen oft ans Abenteuerliche. So gründete Magendie, auf seine Angabe hin, dass die Thiere nach Verletzung des Streifenhügels sua sponte einen unüberwindlichen Trieb vorwärts zu laufen zeigen, die Theorie, die Streifenhügel seien das Centrum einer Kraft, welche die Rückwärtsbewegung anstrebt; ist dieser Kraft ihr physiologisches Substrat benommen, so wirkt allein und präponderierend eine antagonistische Kraft der Vorwärtsbewegung, die im Kleinhirn residirt. Im intacten Zustand des Thieres sollen die Kräfte sich das Gleichgewicht halten. Schiff hat jedoch gezeigt, dass die Vorwärtsbewegung gar nicht sua sponte als directer Einfluss der Operation auftritt, sondern dass erst irgend ein neuerlicher Reiz die genannten Bewegungen auslöse, dass dieselben also über reflectorische Anregung entstehen — dagegen gibt er zu bedenken, wie bei dieser Operation die cerebralen Bewegungsquellen im Kleinhirn von den Hemisphären, also von dem Organ für das Bewusstsein, von dem Sitze der Vorstellungen getrennt wurden: das verletzte Thier flieht, hat aber keinen Maassstab mehr für die Bemessung der Gefahr und ihrer Entfernung; der Bewegungsmechanismus ist der aus den Vorstellungen fliessenden Direction bar geworden und geht eben maschinenmässig fort, bis Ermüdung oder sonstige Hindernisse seine Action sistiren.

Grössere Schwierigkeiten stellen sich der Erklärung der Reitbahnbewegung entgegen. Man hatte a priori drei Möglichkeiten vor sich: 1. eine einseitige Convulsion, 2. eine einseitige Lähmung, 3. Convulsion auf der einen, Lähmung

auf der anderen Seite. In jedem Falle würde für die Bewegung ein einseitiges Uebergewicht resultiren, welches eine geregelte Coordination unmöglich macht. Schiff hat auch hier wieder dargethan, dass die Annahme von convulsivischen Wirkungen der Operation unstatthaft sei, dass auch hier die Bewegung nicht als wirkliche Zwangsbewegung unabhängig vom Willen des Thieres oder von reflectorischen Einflüssen zu Stande komme. Er hat dagegen wahrscheinlich gemacht, dass partielle Lähmungen hier im Spiele seien, er beobachtete nach der Operation z. B. am linken Hirnschenkel eine Deviation des Halses nach rechts und ein Abweichen des linken Vorderfusses nach aussen, des rechten nach innen, er bringt diese abnorme Stellung mit einer einseitigen Lähmung der Beuger der Halswirbelsäule in Zusammenhang und sieht die Manöverbewegungen als unmittelbare Folge dieser anomalen Haltung des Kopfes an und der Bemühungen die Halswirbelsäule zu fixiren. Die Hirnschenkel werden also die motorischen Bahnen enthalten, auf welchen vom Hirn aus die willkürlichen Bewegungen der Halswirbelsäule und die Abduction und Adduction der Vorderfüsse beeinflusst werden. So plausibel diese Theorie ist, so kann doch nicht verschwiegen werden, dass sie mit den anatomischen That- sachen, soweit sie über den Faserverlauf wie er hier in Betracht kommt, bekannt sind, nicht vollends in Einklang gebracht ist. Wir kommen übrigens später noch auf dieses Phänomen zu sprechen.

Um der Rollbewegungen nicht zu vergessen, so gipfelt die von Schiff gegebene Erklärung darin, dass durch die Operation eine Verdrehung der ganzen Wirbelsäule um ihre Axe stattfindet und das Thier in dem Bestreben, seine Wirbelsäule zu fixiren, zu dieser absonderlichen Bewegung veranlasst werde.

Auch diese Schiff'sche Theorie von den partiellen Paraly- sen oder Paresen ist aber keineswegs zur Evidenz erwiesen. Es ist sogar leicht möglich, ihr eine andere Annahme entgegenzustellen, wie sie aus klinischen Beobachtungen an

Menschen abgeleitet wurde. Es sind nämlich ähnliche Bewegungen in der That bei Menschen gesehen worden; bei diesen Krankheitsfällen liess sich jedoch nirgends eine Lähmung nachweisen. Dagegen haben derartige Kranke bei sonst ungetrübten Bewusstsein angegeben, sie müssen solche Bewegungen ausführen, indem sie fürchten, sonst sicher niederzustürzen. Sie waren also von Wahnvorstellungen befangen, von unrichtigen Vorstellungen über die Beziehung der Stellung ihres Körpers zu den Aussendungen. Ein Kranker, der an einer Degeneration des Kleinhirns litt und nach rückwärts lief, behauptete, er müsse eben nach rückwärts laufen, indem er sonst gewiss rücklings niederstürze. Im Jahre 1848 kam in Wien ein Mädchen zur Beobachtung, welches sich von Zeit zu Zeit mit dem Ausdruck grosser Angst im Bette wälzte, weil sie von der Vorstellung befangen war, es werde das Bett aufgehoben und sie falle heraus. Wenn aber in diesen Fällen ohne Zweifel keine Lähmungen, sondern lediglich Wahnvorstellungen im Spiele waren, psychische Störungen, als Folge von Erkrankung des Nervencentrums, so bleibt doch immer noch die Frage berechtigt, ob wirklich auch bei den früher geschilderten experimentellen Effecten nur solche Wahnvorstellungen als Ursache der Coordinationsanomalien anzusehen seien. — Alle diese Coordinationsanomalien von denen bislang die Rede gewesen, traten uns als eine Folge operativer Eingriffe oder Erkrankungen an verschiedenen Partien des Hirns selbst entgegen. Es gibt aber auch noch andere Ursachen, welche dergleichen Störungen symmetrischer Körperbewegungen veranlassen können; ich erwähne hier vor allem die Verletzung der halbzirkelförmigen Kanäle im Gehörorgan. Diese von Flourens zuerst angestellten Versuche wurden späterhin von Goltz, Löwenberg und neuester Zeit von Breuer und Cyon studirt. Wenn man bei Tauben oder Hühnern (Vögel eignen sich der anatomischen Verhältnisse wegen am besten) auf der einen Seite z. B. einen horizontalen Bogengang durchschneidet, so machen die Thiere pendelartige Bewegungen mit dem Kopfe und

zwar in einer horizontalen Ebene. Diese pendelartigen Bewegungen lassen bald nach, wenn der Bogengang nur einer Seite durchtrennt wurde, sie werden aber sofort sehr heftig, wenn dann auch der correspondirende Bogengang der anderen Seite durchschnitten wurde. Nun sind die Thiere auch ihres Gleichgewichts beraubt, sie müssen sich ausser den Füßen noch mit den Flügeln und dem Schwanz stützen; die Pendelbewegungen werden immer intenser und gehen endlich in allgemeine Körperbewegungen über, die oft auch den Charakter der Manègebewegungen annehmen; der Kopf wird in den Ruheperioden in einer ganz aparten Stellung gehalten. Für diese merkwürdige Bewegungsanomalie liegen folgende Erklärungen vor: Schon durch Flourens wurde die Ansicht ausgeschlossen, dass Verlust des Gehörs oder Taubheit dabei im Spiele sei. Thiere, welche durch Verletzung der Schnecke taub gemacht werden, erleiden noch keinen Verlust des Gleichgewichts; diese Bewegungen haben also mit Insultirung des Acusticus nichts zu thun. Goltz führt alle diese Störungen auf Verlust des Gleichgewichtes zurück. Bei unverletzten Bogengängen ist den Thieren eine continuirliche Reihe von Empfindungen geboten, welche ihnen vor allem eine richtige Vorstellung von der Lage und Haltung des Kopfes bieten und dadurch wieder die Erhaltung des Gleichgewichts ermöglichen. Löwenberg dagegen spricht die Bewegungsanomalien nach der Operation als eine Folge reflectorischer Reizung jener Nerven an, die in den häutigen Bogengängen verlaufen. Wenn die Goltz'sche Theorie richtig ist, so muss schon eine abnorme Kopfstellung als solche zu Gleichgewichtsstörungen Anlass geben, und in der That haben die Versuche von Cyon dies Resultat ergeben; wenn Hunden die *Musc. recti capitis* durchschnitten wurden, so war der Gang unsicher und schwankend. Cyon hat ferner bei Tauben den Kopf durch einige Näthe an der Brustgegend in der Weise befestigt, wie es der Kopfstellung entspricht, die nach Verletzung der häutigen Bogengänge oft auftritt, so nämlich, dass das occiput seitlich nach unten gestellt war

Es erfolgten wirklich ähnliche Erscheinungen in der Bewegungssphäre. Auch Drehbewegungen zumeist nach einer bestimmten Seite wurden beobachtet.

Es scheint also in der That die Kopfstellung als solche zu sein, mit welcher die räumliche Vorstellung der Umgebung in Bezug auf den eigenen Körper correspondirt. Auch beim Menschen wird eine ungewohnte Kopfstellung zu einer Quelle von Täuschungen bei Wahrnehmungen des Gesichts- und Gehörsinns. Lage und Entfernung der Gegenstände, Ursprung und Richtung des Schalls werden nicht mehr richtig geschätzt und falsch aufgefasst. Tauben, bei denen durch prismatische Gläser ein künstlicher Strabismus erzeugt wurde, zeigten ebenfalls Störungen des Gleichgewichts, ja sogar oft pendelartige Bewegungen des Kopfes und Manègebewegungen des Körpers.

Wie bemerkt hat die Durchschneidung der horizontalen Bogengänge Verlust des Gleichgewichts zur Folge, wobei derselbe mit den charakteristischen Pendelbewegungen des Kopfes in einer horizontalen Ebene eingeleitet wird. Ganz analoge Erscheinungen treten in den Vordergrund bei Durchschneidung der verticalen Bogengänge, nur dass jetzt auch die Pendelbewegungen in einer verticalen Ebene erfolgen, also von oben nach unten, wobei die Thiere oft nach vorne oder rückwärts überpurzeln. Die Bogengänge stehen also in einer genau bestimmten Beziehung zu den Dimensionen des Raumes. Die Art der beschriebenen Bewegungen und deren Richtung lassen keinen Zweifel übrig, dass die Bogengänge mit gewissen räumlichen Vorstellungen in Beziehung stehen, so dass durch Vermittlung der in ihnen verlaufenden und in ihnen endigenden Nervenfasern fortwährend eine Reihe unbewusster Empfindungen zugeführt werden, die direct zu unbewussten Schlüssen über die Stellung des Kopfes im Raume führen. Wird dem Thier nur ein horizontaler oder ein verticaler Bogengang verletzt, so zeigt das Thier auch nur kurze Zeit und in geringem Grade die beschriebene Bewegungsform: es vermag sich mit Hülfe des erhaltenen cor-

respondirenden Bogengangs zu orientiren. Werden zwei correspondirende Bogengänge durchtrennt, so ist die Alteration viel tiefer und dauert länger und zwar so lange, bis die Thiere wieder im Stande sind, sich theilweis neuerdings richtigere Urtheile über die Haltung ihres Kopfes zu bilden, wie man es in günstigen Fällen, wo die Operation ohne nachtheilige Folgen für das benachbarte Gehirn geblieben war und Erholung eintrat, beobachtete. Sobald man aber, und das ist sehr wichtig, dem Thier durch eine noch so leichte Stütze den Kopf fixirt, vermag es wieder sicher zu stehen, hält sich vollkommen im Gleichgewicht, so lange, bis durch irgend eine Veranlassung der Kopf aus der richtigen Lage gebracht wird, worauf von Neuem die Pendelbewegungen beginnen, die bald in allgemeine, anomal oder ganz und gar nicht coordinirte Körperbewegungen übergehen. Eine richtige Vorstellung von der Stellung des Kopfes wäre somit die directe Bedingung für das Gleichgewichtsgefühl und die Bogengänge tragen demnach indirect zur Unterhaltung desselben bei, indem sie uns über die Stellung des Kopfes unterrichten.

Anders als die Gleichgewichtsstörungen müssen aber nach Cyon die sie begleitenden zwangsartigen Bewegungen aufgefasst werden; diese tragen nämlich nach seiner Angabe den Charakter der Krämpfe an sich und bezeugen dadurch, dass sie besonders heftig unmittelbar nach der Operation auftreten, ihren Ursprung aus einem durch die Operation in den Bogengängen gesetzten Reiz, sind also reflectorischer Natur. Es treten eben erst die Pendelbewegungen des Kopfes auf, die ein Maximum erreichen und dann erst in allgemeine Zwangsbewegungen des Körpers übergehen, welche bis zur vollständigen Erschöpfung andauern. Nach Cyon's Ansicht entstehen bei der Durchschneidung eine Reihe anomaler Gehörsempfindungen, also Wahnvorstellungen, bei beiderseitiger Durchschneidung ein wahrer Gehörschwindel, der eben die heftigen Kopfbewegungen veranlasst. Ist der Bogengang nur auf einer Seite durchschnitten, so vermag der intacte andere

Bogengang den Effect des Gehörschwindels zu überwältigen. Cyon schliesst ferner, dass die Empfindungen, welche die Thiere mit gesunden Bogengängen über die Stellung des Kopfes unterrichten, wahrscheinlich Gehörsempfindungen seien, übrigens vereint er wie wir gesehen haben, die Theorie von Goltz und Löwenberg.

Ebenso interessant ist eine Reihe vorläufig angekündigter Versuche an Fröschen, denen die Bogengänge theilweis zerstört wurden. Bei Durchschneidung der horizontalen Bogengänge tritt Verzerrung des Kopfes ein; das Thier springt auch nicht geradeaus, sondern seitwärts im Winkel und beschreibt auf diese Weise, da es immer im gleichen Sinne abweicht, nach mehreren Sprüngen einen grösseren fast regelmässigen Kreis. Beim Schwimmen senkt es abwechselnd die eine, dann die andere Körperhälfte, so dass die Bewegungen schwankend werden. Nach Durchschneidung der kleinen Verticalkanäle springen die Frösche geradeaus in die Höhe, wobei sie sich oft um ihre Queraxe überschlagen — das Schwimmen geschieht im Kreise. Nach Durchtrennung des grossen Verticalcanals springt der Frosch auch geradeaus, wälzt sich niedergefallen um die Längsaxe und dreht sich beim Schwimmen um die Längsaxe, wobei er zugleich eine verticale Stellung einzunehmen bestrebt ist, so dass er tanzende Bewegungen nachahmt.

(Der Vortragende demonstrirt nun derartige Bewegungsanomalien an schwimmenden Fröschen, denen das innere Ohr verletzt worden war.)

Durch diese Skizze habe ich, meine Herren versucht, Ihnen einen Ueberblick zu bieten über die wichtigsten Coordinationsanomalien wie sie von verschiedenen Forschern an symmetrischen Bewegungen der Wirbelthiere beobachtet wurden. Es liegen aber auch eine Reihe von Erfahrungen vor, die über den gleichen Gegenstand an wirbellosen Thieren, namentlich an Insekten gemacht wurden und die in der vergleichenden Nervenphysiologie von Werth zu werden versprechen.

In den letzten Ferienmonaten hatte ich einmal behufs

einer histologischen Untersuchung einer lebenden Fliege das facetirte Auge abgetragen und bin dann mit einer Nadelspitze in die Wunde eingedrungen. Als die Fliege wieder frei gelassen war, fiel mir auf, dass sie beharrlich im Kreise herumliief; ich wiederholte das Experiment öfter mit gleichem Erfolge und änderte die Operationsmethode dahin ab, dass ich die Fliegen mit einer Nadel zwischen die Augen in den Kopf stach und zwar so, dass der Stichkanal etwas seitwärts abwich. So habe ich in Gesellschaft eines befreundeten Fachgenossen, des Herrn Emil Schütz aus Prag, vorerst an *Musca domestica* sehr zahlreiche Beobachtungen angestellt und auch bald bemerkt, dass die Reitbahnbewegungen, welche bald in grossen, bald in kleinen Kreisen erfolgen, nach der unverletzten Seite hin eingeschlagen werden. Es lag nahe, diese Versuche auch anderen Insekten auszuführen: der Erfolg war auch in der That für alle gleich; ich operirte Käfer, Immen, Zweiflügler, Schmetterlinge, Bolde und Wanzen, sowie auch Asseln und beobachtete stets dieselben Bewegungsanomalien. Nicht alle Insekten eignen sich gleich gut, bei Fliegen muss man erst die Flügel stutzen, um den Operations-effect besser studiren zu können. Sehr geeignet finde ich Ameisen (*formica rufa*), bei denen der Versuch mit grosser Wahrscheinlichkeit jedes mal gelingt, nicht minder sicher kann man an Bienen operiren. Ueberaus elegant nimmt sich die Wirkung einer solchen Verletzung, wenn sie gelungen war, an Schmetterlingen aus, indem die bunten Falter in Schraubentouren aufwärts und dann in wirbelnden Kreisen davon flogen.

Fern von der Universität und aller Einsicht in die Literatur bar, hatte ich mich darauf beschränken müssen, das Gelingen solcher Versuche an allen Gattungen der Gliederthiere festzustellen. Begreiflicherweise bin ich auch in der Eruirung der Versuchsbedingungen nicht sonderlich weit gekommen, zumal ich in der vergleichenden Anatomie nicht Fachmann bin, doch habe ich schon a priori annehmen zu müssen geglaubt, dass bei der Methode meiner Operation

entweder eine Hälfte des oberen Schlundganglions oder die Commissur zwischen den beiden Schlundganglien verletzt werde. Zugleich wurde ich auch von Herrn Prof. Kölliker, der sich zufällig in Marienbad befand und den ich von meinen Versuchen erzählte, darauf aufmerksam gemacht, dass von französischen Forschern in ähnlicher Richtung Untersuchungen an wirbellosen Thieren angestellt worden seien. Das Gleiche wurde mir nach meiner Ankunft in Innsbruck von Herrn Prof. Heller bedeutet. Und in der That liegen auch ausser einigen unbedeutenden älteren Beobachtungen zwei neue Studien von Faivre und von Yersin vor, von denen besonders ersterer in einer reizend geschriebenen Abhandlung den Gegenstand ebenso klar als übersichtlich behandelt.*) Faivre arbeitete nur mit Schwimmkäfern, Yersin an Schaben und Schrecken, so dass ich für meine Person nur das voraus habe, dass von mir die Versuche an Thieren aus sämtlichen Klassen der Arthropoden angestellt wurden. Ueberhaupt scheint dieser Gegenstand das Loos zu theilen, immer wieder von Neuem entdeckt zu werden, denn auch Faivre findet sich (in Hinsicht auf andere und vornehmlich auf Yersin) bemüssigt zu bemerken: „Obgleich uns die Interessen der Wissenschaft viel höher stehen, als die unnütze Frage nach der Priorität, können wir doch nicht unterlassen, beiläufig zu bemerken, dass wir unsere Entdeckungen in vollständiger Unkenntniss derer unserer Vorgänger gemacht haben.“

Ehe ich Ihnen, meine Herren, die Resultate jener nicht uninteressanten französischen Arbeit mittheile, wollen wir vorerst einen flüchtigen Blick auf die Organisation des Nervensystems der wirbellosen Thiere werfen. Die wichtigsten Partien der Nervenmasse sind auch hier im Kopfe untergebracht und zwar so, dass eine bilaterale Portion über und eine gleiche unter dem Schlunde sich findet; man nennt diese Portionen das Ober- und Unterschlundganglion.

*) Annales des scienc. nat. Zool. T. 8, 1857.

Sie sind beide durch faserführende Commissuren verbunden und bestehen aus einer punktförmigen Neuroglia, in welche die feinen Nervenfasern und wohlgebildeten Ganglienzellen eingelagert sind. Sämmtlichen Kopfnerven geben sie den Ursprung, unter diesen sind die Augen- und Antennenerven bei weitem die vorzüglichsten und stärksten. Besonders die Augennerven bilden bei grossäugigen Insekten oft selbst wieder so bedeutende gangliöse Anschwellungen, dass diese über das Hirn prävaliren. Vom Unterschlundganglion zieht unter dem Dauungskanal, also an der unteren Seite des Thieres das Bauchmark durch den Körper in Form zweier Stränge, die wohl auch zu einem einzigen verschmelzen können. In diesen Fasersträngen sind an verschiedenen Stellen wieder gangliöse Massen von derselben Struktur eingelagert, wie sie das Ober- und Unterschlundganglion zeigt. Jedes solche Ganglion ist für sich ein Nervencentrum, das durch die Verbindungsstränge des Bauchmarks mit den übrigen in Rapport steht. Sie versorgen die Innervation des Körpers ausser den Kopf. Die Anordnung der Ganglien ist verschieden und für die einzelnen Ordnungen charakteristisch. Im Allgemeinen muss man es als eine höhere Organisation ansprechen, wenn mehrere Nervenknoten in einen einzigen zusammengedrängt sind. Ich zeichne als Beispiel ein Schema des Nervensystems vom Blutegel und von der Bremse und überreiche Ihnen hier einen Atlas von Leydig über das Nervensystem wirbelloser Thiere, aus dem Sie, meine Herren, durch verschiedene theils schematische, theils naturgetreue Bilder eine Anschauung gewinnen mögen. (Der Vortragende demonstrirt ferner Präparate des Nervensystems von Blatta, Dytiscus, Formica, Apis und Musca).

Auch die Organisation der Schlundganglien, die wir ruhig das Hirn dieser Thiere nennen dürfen, bietet grosse Verschiedenheiten dar; das Oberschlundganglion ist bei Gliedertieren, denen wir mehr intellectuelle Fähigkeiten zuschreiben, z. B. bei Bienen und Ameisen sehr entwickelt und relativ gross, bei den genannten Immen sogar an der Ober-

fläche mit einer Art von Windungen versehen, ähnlich den Hemisphären höherer Wirbelthiere. (Der Vortragende zeichnet und erklärt hier noch speziell das Gehirn des Schwimkäfers.)

Die Resultate der Untersuchungen Faivre's fasse ich nun in Folgendem zusammen.

Auf gänzliche Abtragung des Oberschlundganglions wurde die Locomotion des Käfers am Boden sowie das Schwimmen geschwächt, ersteres aber ungleich mehr — der Käfer schwimmt ziemlich energisch und immer geradeaus in einer Richtung und stösst, an der Wand des Gefässes angekommen unaufhörlich gegen dieselbe; in manchen Fällen marschirte das Thier rückwärts, auch convulsivische Krämpfe wurden beobachtet.

Bei Abtragung eines Lappens bewegte sich das Thier im Kreise, sowohl beim Gehen wie beim Schwimmen, in den allermeisten Fällen im Sinne der unverletzten Seite, ausnahmsweise auch in umgekehrter Richtung, nach der verletzten Seite, die Bewegungen werden leicht bewerkstelligt. Auch ich habe oft die Beobachtung gemacht, dass z. B. Ameisen unmittelbar nach der Operation ein Paar Schritte geradeaus liefen, dann einige Touren nach der verletzten Seite beschrieben, sich aber schliesslich dauernd nach der gesunden Seite im Kreise bewegten. Ich habe ferner bei solchen Insekten, die gewöhnlich sehr schnell laufen, wie z. B. bei Blatta gesehen, dass sich bei ihren Manègebewegungen ein Unterschied in der Kraft der Füsse beiderseits schwer oder gar nicht nachweisen lässt, so dass die Thiere wohl regelmässige aber grössere Kreise beschrieben. Aber auch bei solchen Versuchsthiere, die kleinere Kreise einschlugen, konnte man bemerken, wie die Füsse beiderseits sich gleich energisch zu bewegen vermögen, wenn man nur die Thiere auf den Rücken legte; ich will sofort darauf aufmerksam machen, dass diese Beobachtung der Supposition von lähmungsartigen Zuständen nicht das Wort redet.

Bei Faivre's Versuchen schwanden nach Verlauf von mehreren Stunden die charakteristischen Erscheinungen, die Bewegungen wurden schwächer und zeigten zuletzt kaum eine regelmässige Richtung mehr. Ich hatte Gelegenheit gefunden, bei operirten Blattwanzen und Coccinellen die Manègebewegungen durch mehrere Tage hindurch gleich deutlich und ausgesprochen zu beobachten.

Zur Erklärung dieser Erscheinung nimmt Faivre eine Kreuzung der Fasern an; nach der Operation erweisen sich die Füsse der entgegengesetzten Seite, wie er sich vorsichtiger Weise ausdrückt, geschwächt, affaiblies — wie auch der Umstand zeige, dass die Thiere, nach der Operation auf den Boden gesetzt, nach der unverletzten Seite hin hängen. Die Möglichkeit, dass der einseitige Verlust des Gesichtsinnes, wie er mit der Operation verknüpft ist, die Drehbewegungen veranlasse, wird von Faivre mit Recht von der Hand gewiesen. Den Verlauf der Erscheinungen zu erklären, führt Faivre die Möglichkeit vor, dass nach Verletzung eines Lappens eine Ueberreizung des anderen erfolge, und dass dann die Drehbewegungen eintreten, welche solange andauern, bis dies Stadium aufhört worauf der gesunde Lappen die geordnete Direction übernimmt.

Noch einen Schluss zieht Faivre aus seinen Untersuchungen, und zwar aus der Beobachtung, dass nach Abtragung des oberen Schlundganglions das Schwimmen kaum, aber die Gehbewegungen des Käfers sehr leiden; er meint, dass diess darum zwei unabhängige Acte seien und jeder für sich mit dem Hirn in Rapport stehe. Das Schwimmen als solches ist vom Oberschlundganglion unabhängig, nicht so das Gehen.

Bei einseitiger Durchschneidung der Commissuren werden im Allgemeinen ganz dieselben Erscheinungen beobachtet. Bei Abtragung des Unterschlundganglions äussern die Käfer Schmerz, die Bewegung der Füsse ist zwar erhalten, sie reagiren auf Reize, aber die Thiere gehen nicht mehr und schwimmen nicht mehr; die Kraft, welche die Bewegung

auslöst und die Glieder zu dem Zweck coordinirt, ist verloren. Bei einseitiger Verletzung des Unterschlundganglions treten wieder die Drehbewegungen auf, die Thiere schwimmen in kleineren Kreisen nach der unverletzten Seite.

Faivre hat seine Experimente noch manchfach abgeändert und complicirt; er trug nämlich einseitig einen Hirnlappen ab und durchschnitt die Verbindungsstränge des Bauchstrangs an verschiedenen Stellen. Er exstirpirte den linken Hirnlappen und durchtrennte den rechten Verbindungsstrang zwischen dem ersten und zweiten Brustganglion, — dadurch waren, wie er sagt, die beiden grossen Hinterfüsse dem Einfluss des Willens entzogen. Auf den Boden gesetzt, bewegte sich der Käfer rechts, indem er sich mit den Füßen nach dieser Seite hin stiess. Nach Exstirpation des linken Hirnlappens und folgender Durchschneidung des linken Verbindungsstrangs zwischen den beiden vorderen Brustganglien, waren die beiden hinteren Füsse der linken Seite dem Einfluss des Willens entzogen. Der Käfer bewegte sich beim Gehen rechts, nun aber, indem er sich mit den Füßen anzog. Wurde der linke Hirnlappen abgetragen und der Verbindungsstrang rechts zwischen dem Unterschlundganglion und dem ersten Brustganglion durchtrennt, so waren alle Füsse rechts ausser Rapport mit dem Hirn gesetzt, der Käfer schwimmt aber mit Hilfe der linken Füsse eifrig nach rechts. Wurde unter gleichen Verhältnissen der correspondirende Verbindungsfaden links durchtrennt, so beschränkten sich die imbecillen Schwimmbewegungen auf eine Tendenz, sich nach rechts zu wenden.

Zum Schluss vergleicht Faivre das Ober- und Unterschlundganglion der Insekten mit dem Hirn höherer Thiere, wie diess schon von Newport und Siebold geschah, welche das Oberschlundganglion dem Grosshirn, das Unterschlundganglion dem Kleinhirn und dem verlängerten Mark adaequat stellten. Faivre erklärt: das Oberschlundganglion ist der Sitz des Willens und der Bewegungsdirection, das Unterschlundganglion der Sitz des Impulses und das Coordinationscentrum

und wie Flourens bei einer gewollten Bewegung drei Hauptphänomene unterscheidet: den Willen, die Coordination der betheiligten Glieder und die Muskelcontraction, so grupirt Faivre die Locomotionsacte 1. in Willen und Direction, 2. in Bewegungsreiz und Coordination; die ersteren werden durch das Oberschlundganglion, die zweiten durch das Unterschlundganglion bestimmt. Wenn man dem Insekt das Oberschlundganglion herausgenommen hat, so kann es sich nicht mehr dirigiren, aber es geht und schwimmt, hat man das Unterschlundganglion verletzt, so kann es die Glieder bewegen, aber nicht zu coordinirten Bewegungen; im ersten Falle ist die Coordination anomal, im zweiten aufgehoben. In einem directen Vergleich formulirt Faivre seine Angaben so: Wenn man einem Säugethier das Grosshirn entfernt, so kann es noch gehen, es mangelt ihm aber der Wille es zu thun; wenn man einem Insekt das Oberschlundganglion entfernt, kann es noch gehen, kann sich aber nicht dirigiren; Abtragung des Kleinhirns und Verletzung des verlängerten Markes vernichtet bei Säugethieren die Bewegung, die Verletzung des Unterschlundganglions hebt die Bewegung bei Insekten auf.

Von den Angaben Yersin's hebe ich nur hervor, dass er auch die Ganglien des Thorax am Willen und an der Coordination theilnehmen lässt. Er verletzte bei einer Heuschrecke einseitig das Ganglion metathoracicum; das Thier marschirte in Kreisen, selbst dann noch, als die von dem genannten Ganglion versorgten Beine abgeschnitten wurden. Erst als auch die vor und hinter dem Ganglion gelegenen Verbindungsstränge durchtrennt waren, traten wieder gradlinige Bewegungen ein.

Sie werden sich, meine Herren, erinnern, dass ich erwähnte, wie Schiff für die Erklärung der Coordinationsanomalien oder Zwangsbewegungen bei Wirbelthieren sich auf paretische Zustände berief; ich habe weiter angedeutet, dass bei Insekten sich dergleichen nicht nachweisen lässt; es ist auch schon durch Treviranus ausgesprochen, dass

bei Evertibraten die psychischen Functionen sich auf den ganzen Bauchstrang vertheilen. Durch die Angaben Faivre's und durch meine eigenen Beobachtungen bin ich zur Ueberzeugung gelangt, dass bei Insekten die aktive Beweglichkeit der Füsse durch die zu ihnen gehörigen Ganglien des Bauchmarkes bedingt sei, dass dagegen das harmonische Zusammenwirken und die Offenbarung gewollter und bewusster Thätigkeit ein Effect der Schlundganglien sei. In der weiteren Voraussetzung, dass das Zustandekommen zweckmässiger und vollständig geordneter symmetrischer Bewegungen auch in der Empfindung dieser Bewegung beruhe, dass also der intacte Muskelsinn gewissermassen eine stetige Controle bilde, welche selbst wieder von einem Bewegungsact zum andern zu einer Prämisse für den Willensimpuls wird, habe ich mir vorgestellt, dass die Coordinationsanomalien, wie sie bei Insekten beobachtet werden, durch ein Abhandenkommen des Muskelsinns für eine Körperseite entstehen, so zwar, dass der Wille, der im Bewusstsein keinen Aufschluss mehr empfängt, keinen Rapport über die Art der Bewegung auf der einen Seite, die Energie der Muskelbewegung ungleich auf beide Körperhälften vertheilt und dass so die Drehbewegungen zu Stande kommen. Ich hätte dann auch die Beobachtungen plausibel gefunden, dass die operirten Thiere oft erst nach der verletzten Seite laufen, indem ich es für möglich halte, dass das Uebergewicht der Energie erst späterhin sich bleibend auf eine Seite legt. Mit dieser Annahme dürfte aber die Angabe Faivre's, gemäss der die Drehbewegungen nach der unverletzten Seite hin stattfindet, auch wenn ein oder der andere Verbindungsstrang zwischen dem Schlundganglion und den Thoracalganglien durchschnitten wurde, nicht sofort in Einklang zu bringen sein. Oder, ob vielleicht auch hier durch die Operation Wahnvorstellungen heraufbeschworen werden, gemäss deren die Thiere eine bestimmte Direction einschlagen, so dass die Bewegungen sensu strictu zu Zwangsbewegungen werden? Sie sehen, meine Herren, dass es hier noch mancherlei offene Fragen gibt; vielleicht

gelingt es durch weitere Studien, in die auch Evertbraten einzubeziehen sind, einen besseren Einblick zu erlangen.

Ich kann es nun zu allerletzt nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass die Experimente an Insekten sich behufs der Demonstration der sogenannten Zwangsbewegungen, oder der Coordinationsanomalien ausserordentlich für Vorlesungsversuche empfehlen: man verschafft sich das Materiale leicht, die Versuche gelingen ohne Schwierigkeit ziemlich sicher und demonstrieren im Wesentlichen doch dasselbe wie die Experimente an Hunden und Kaninchen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: [6_1](#)

Autor(en)/Author(s): Dietl Michael J.

Artikel/Article: [Ueber Coordinationsanomalien symmetrischer Körperbewegungen. Ein Vortrag gehalten im naturw.-medic. Vereine zu Innsbruck im Dezember 1875. 94-115](#)