Ueber die wahren Ursachen der Schwindelerscheinungen bei der Drucksteigerung in der Paukenhöhle.

(Vorläufige Bemerkungen zur Physiologie und Pathologie der Bogengänge.)

Von

Prof. **Andreas Högyes**
in Klausenburg.

Auf Veranlassung des Herrn Munk hatte Dr. Baginszky¹⁾ jene Schwindelerscheinungen, welche auf Reizungen des Gehörorgans und speciell der Paukenhöhle aufzutreten pflegen, einer experimentellen Untersuchung unterzogen. Indem er bei Kaninchen das Trommelfell durchbrach, spritzte er in die Paukenhöhle unter verschiedenem Drucke verschieden temperirte, chemisch differente und indifferente Flüssigkeiten (Wasser, verschieden concentrirte Kochsalz-Lösungen, Ammoniak, Glycerin, Acid. hydrochl.). Das Ergebniss dieser Experimente war, dass bei den Einspritzungen ganz bestimmte Schwindelerscheinungen (bilateraler Augennystagmus, Kopfcoscillationen und Deviationen, verschiedene Zwangsbewegungen) zu Stande kommen, welche in ihrer zeitlichen Entstehung und Fortdauer nach der Qualität der eingespritzten Flüssigkeiten und nach dem Grade des angewendeten Druckes variiren.

Baginszky hat die Entstehung dieser Erscheinungen so erklärt, dass die in die Paukenhöhle eingespritzte Flüssigkeit und Luft durch das runde Fenster (Fenestra rotunda seu Cochlea) in das Labyrinth, von hier durch den Aquaeductus Cochleae in den subduralen Raum kommt und daselbst auf jene Theile der Corpora restiformia der Medulla oblongata einen Reiz ausübt, welche in

1) Baginszky, Ueber die Folgen von Drucksteigerung in der Paukenhöhle und die Function der Bogengänge. Archiv f. Anat. u. Physiologie 1881. Phys. Abth. III, 4. Heft.

der Nähe der Fossa jugularis gelegen sind, und deren mechanische Verletzung, wie bekannt, ähnliche Schwindelerscheinungen hervorruft. Diese Annahme basirte Baginszky auf jene seiner Erfahrungen, dass er nach solchen Einspritzungen an den benannten Theilen des Nervensystems in vielen Fällen (besonders bei Einspritzungen von indifferenten Flüssigkeiten) thatsächlich Entzündungsveränderungen vorfand; ferner ist es ihm gelungen, den erwähnten Weg der eindringenden Flüssigkeit experimentell nachzuweisen. Das mögliche Mitwirken des häutigen Labyrinthes an der Erzeugung dieser Erscheinungen bestreitet er entschieden, nachdem, laut seiner Behauptung, selbst jene Schwindelerscheinungen, die bei der Verletzung der Bogengänge zu beobachten sind, auf Verletzungen des Centralnervensystems zurückgeführt werden können.

Einer dieser ähnlichen Auffassung neigt, obzwar mit gewisser Zurückhaltung — Lucae¹⁾ zu, indem er jene Schwindelerscheinungen erklärt, die er wiederholt bei Patienten beobachtet hat, bei welchen zur Heilung von Trommelfelldefecten in die Paukenhöhle die Luftdouche angewandt wurde, und deren einen Theil er als optischen Schwindel auffasst. Sobald nämlich der Druck in der Paukenhöhle einen gewissen Grad erreichte (0,1 Atm.), wurde die Patientin von einem Schwindel befallen, und es schien ihr, als würden sich die Gegenstände von der gereizten Seite nach der anderen hin drehen, folglich, wenn der Druck in der linken Paukenhöhle gesteigert wurde von links nach rechts, und bei Druckerhöhung in der rechten Paukenhöhle von rechts nach links. Bei der objectiven Beobachtung der Augen gelang es zu constatiren, dass bei erhöhtem Drucke (0,4 Atm.) der Augapfel nach der gereizten Seite abducirt wurde, also bei Druck in der linken Paukenhöhle, nach links, in der rechten Paukenhöhle nach rechts. Ein anderes objectives Sympton war ausserdem, dass bei dieser stärkeren Drucksteigerung die Patienten eine sofort auftretende frequentere und tiefere, häufig durch Seufzen unterbrochene Athmung zeigten, subjective hingegen traten „Verschleierungen und Schwarzwerden des Gesichtsfeldes“ auf, die beiden Ohren waren dick und taub, es traten bilaterale subjective Lichterscheinungen, starkes Kopfsausen, Diplopie etc.

1) Lucae, Ueber optischen Schwindel bei Druckerhöhung im Ohr. Arch. f. Ohrenheilkunde 1881, Bd. VII, Heft IV.

auf. Diese Erscheinungen sind laut seiner Behauptung nichts anderes, als die bekannten Erscheinungen des optischen Schwindels, die durch die subjective Bewegung der Objectsbilder bedingt werden, da der Schwindel beim Schliessen der Augen in allen Fällen sofort nachlässt. Man kann darin nichts anderes besonderes finden, als dass sie durch Drucksteigerung in der Paukenhöhle zu Stande gekommen sind.

Wie? — diesbezüglich ist Lucae geneigt, eine ähnliche Hypothese wie der vorgenannte Autor anzunehmen, dass nämlich die stossweisen Wirkungen des Druckes in der Trommelhöhle durch die Labyrinthfenster sich auf die Perilymphe des Labyrinthes und von hier aus durch den Aquaeductus Cochleae auf die Cerebrospinalflüssigkeit erstrecken, wo sie an der Gehirnbasis den N. Acusticus, Abduceus und Tractus Opticus erregen und vernichtet werden. Eine andere Möglichkeit wäre auch die, dass bei dem betreffenden Patienten Lücken in dem Tegmen Tympani vorhanden waren, durch welche sich Dura Mater und Paukenhöhlenschleimhaut direkt berühren konnten, wodurch die plötzlichen Luftschwankungen in der Paukenhöhle eine entsprechende plötzliche Irritation der Hirnhäute erzeugt hätten. Erwähnt wird ferner auch die Möglichkeit, dass vielleicht die, durch die über dem Plexus tympanicus streichende Luftströmung gereizten Nervelemente (Trigeminus, Glossopharyngeus, Sympathicus) mit jenen Schwindelerscheinungen in Verbindung stehen.

Beide Autoren folgen also im wesentlichen denselben Fuss-tapfen. Obgleich beide Autoren jenen Umstand anerkennen, dass die durch Druckerhöhung in der Paukenhöhle hervorgerufenen Schwindelerscheinungen jenen ähnlich sind, welche bei Verletzungen der Bogengänge entstehen, ist dennoch keiner geneigt, dieselben mit Erregungen des häutigen Labyrinthes in Zusammenhang zu bringen, indem der Eine seinen starken Zweifel, der Andere seine entschiedene Abrede der Richtigkeit der Lehre von Goltz entgegenstellt, dass nämlich die häutigen Bogengänge die Organe des Gleichgewichtes oder des statischen Sinnes wären.

Auf Grund jener speciellen Untersuchungen, die ich in Bezug auf den Nervenmechanismus der associirten Augen-

bewegungen¹⁾ angestellt habe, können die durch beide Autoren beschriebenen Erscheinungen einfach und zweifellos auf Reizung, resp. Erschöpfung der Vestibularzweige des N. Acusticus zurückgeführt werden.

Diese Untersuchungen ergaben, dass zur Erzeugung der synchronischen bilateralen associirten Augenbewegungen ein die Augenbewegungen associirender oder coordinirender Nervenapparat besteht, dessen Centrum im Mittelhirn und in dem verlängerten Marke zwischen der Höhe der Acusticus- und Oculomotoriuskerne liegt, und dessen Centrifugalbahn die 6 Oculomotorischen Nerven bilden, mit den 12 Augenmuskeln, die Centripetalbahn dagegen die Vestibularenden der beiden Nervi Acustici mit den 6 Ampullen und 12 Cristae acusticae. Die Irritation des centrifugalen Theiles dieses Nervenapparates ruft unilaterale, die Irritation des Centripetal- und Centraltheiles an beliebigen Puncten hingegen bilaterale Augenbewegungen hervor.

Bilateraler Nystagmus entsteht auf uni- oder bilaterale Reizung des häutigen Labyrinthes, des Acusticus und jener Theile der Fossa rhomboidea und des Aquaeductus Sylvii, welche zwischen den Acusticus- und Oculomotoriuskernen gelegen sind.

Im Laufe dieser Untersuchungen wurde auch nachgewiesen, dass auf Reizung derselben Theile eigenartige Kopfwendungen und charakteristische Zwangsbewegungen (die objectiv wahrnehmbaren Symptome des Schwindels) zu Stande kommen, die ich zwar bisher nicht so ausführlich analysirt

1) A. Högyes, Nervenmechanismus der associirten Augenbewegungen. I. Theil. Die Erscheinungen der die Bewegungen des Kopfes und Körpers begleitenden associirten Augenbewegungen bei Säugethieren und bei Menschen. Mittheilungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der ungarischen Akademie der Wissenschaften. Budapest 1881, Bd. X, Nr. 18, S. 1—62. — A. Högyes, Nervenmechanismus der associirten Augenbewegungen. II. Theil. Der Einfluss einzelner Theile des Nervensystems auf die unwillkürlich associirten Augenbewegungen. Ebenda, Bd. XI, Nr. 1, S. 1—100. Diese Abhandlungen sind ungarisch geschrieben, in deutscher Sprache werden sie nächstens erscheinen. Sie wurden besprochen von Prof. Dr. Klug in Biologisches Centralblatt 1881, Nr. 7. Jahresbericht für die Fortschritte der Anatomie und Physiol., 1881, Bd. IX, S. 123.

habe als die Augenbewegungen, deren inniger Zusammenhang jedoch mit diesen Nerventheilen aus den bisherigen Erfahrungen zweifellos gestellt ist.

Wenn demnach erwiesen ist, dass auf Reizungen des häutigen Labyrinthes (Utriculus, häutige Bogengänge und deren Ampullen) bilateraler Nystagmus, Kopfwendungen und Zwangsbewegungen auftreten, so finden auch die durch Druckerhöhung in der Paukenhöhle hervorgerufenen Schwindelerscheinungen ihre einfache Erklärung.

Es sei gestattet, von jenen Untersuchungen hier nur das entscheidende Experiment zu erwähnen in Bezug auf die vorliegende Frage, ohne detaillirte Beschreibung der Versuchsmethode. Wenn wir bei einem lebenden Kaninchen die Fossa mastoidea hinter dem Ohre öffnen, können wir die dahin eindringende Flocke (Flocculus) vorsichtig in die Schädelhöhle schieben, ohne dass dadurch die geringste Störung der Bewegungen verursacht würde. Der Boden der Fossa mastoidea ist die Decke der Paukenhöhle. Wenn wir denselben längs der medialen Kante anbohren, so gelangen wir in das Vestibulum des Labyrinthes, was in der Regel durch Hervorquellen der Perilymphe signalisirt wird. Führt man in diese Oeffnung eine feine Glasröhre ein, so wird die Perilymphe in dieselbe aufgesogen. Bis zu diesem Zeitpunkte kommt durchaus keine Bewegungsstörung zum Vorschein, falls die Operation mit gehöriger Vorsicht ausgeführt wurde. Wenn wir jetzt durch eine auf das freie Ende der Glasröhre im voraus angepasste Kautschukröhre mit dem Munde oder mittelst eines Ballons sanft Luft einblasen, aber nur so weit, dass die in der Röhre befindliche Perilymphe nicht ganz in den Vorhof dringt: kommt allsogleich bilaterale Augenbewegung zu Stande, die genau beobachtet werden kann, wenn in die Sclera zuvor schon Signalnadeln gestochen wurden. Die Augenbewegungen bestehen schon bei etwas stärkerem Blasen aus heftigem bilateralem Nystagmus, der jedoch bei Einstellung des Blasens nach einiger Zeit aufhört. Man kann den Grad des Einblasens so weit treffen, dass ohne Nystagmus ganz einfache Augenbewegungen (einzelne bilaterale Rollungen und Wendungen) entstehen. Eben das Gleiche geschieht, wenn wir die Perilymphe wieder in die Glasröhre zurücksaugen, in welchem Falle, entsprechend dem verschiedenen Grade des Aufsaugens, neuerdings

einfache Augenbewegungen oder nystagmische Oscillationen entstehen. Mit gehöriger Vorsicht und Uebung kann dieses Experiment an einem derart operirten Thiere 8—10 Mal wiederholt werden. Auf jedes Einblasen und Aufsaugen kommt je eine Augenbewegung zu Stande, die sogleich aufhört, sobald das Schwanken des Druckes aufgehört hat.

Wird der Deckel des Vestibulums in grösserer Ausdehnung eröffnet, so können wir zum Utriculus und zur horizontalen und vorderen verticalen Ampulla wie zum Canalis communis, der durch das Zusammenfliessen der vorderen und hinteren verticalen häutigen Bogengänge entsteht, gelangen. Wenn wir dieselben mit einer Borste an verschiedenen Stellen vorsichtig berühren, so treten immer verschieden charakterisirte bilaterale Augenbewegungen auf, welche, wenn die Berührung eine geringe war, nach dem Einhalten mit demselben aufhören, wenn sie stärker gewesen, in dauernde oder anhaltende nystagmische Oscillationen übergehen. So z. B. dreht die Berührung des horizontalen Canalis semicircularis oder der Ampulle beide Augen nach der berührten Seite, oder es veranlasst nach der berührten Seite hin gerichtete Augenoscillationen.

Sowohl beim Wellenschlage des Labyrinthwassers, als bei mechanischer Berührung des häutigen Labyrinthes entwickelt sich nebst dem bilateralen Nystagmus auch ein eigenartiger Kopfnystagmus.

Ich umgehe bei dieser Gelegenheit die Detaillirung dieser Versuchsergebnisse. Es sei nur gestattet zu erwähnen, dass durch die erweiterte Oeffnung des Vestibulumdeckels ein grosser Theil des häutigen Labyrinthes herausgenommen und die zurückbleibenden Theile mittelst Acidum nitricum dilutum zerstört werden können, wonach dann durch den Wellenschlag der im Vestibulum gebliebenen Flüssigkeit, oder die mechanische Berührung der Vorhofwand, bilateraler Nystagmus und Kopfwendungen wie früher nicht mehr hervorgerufen werden können. Auf Verletzungen des Mittelhirnes und des verlängerten Markes entwickeln sich natürlicherweise auch nachher, wenn auch viel schwächere, Nystagmische Kopf- und Augenbewegungen.

Auf Grund der Kenntniss dieses experimentellen Thatbestandes ist erwiesen, dass, als Baginszky und Lucae in der Paukenhöhle Druckschwankungen hervorgerufen haben, dieselben sich durch

das Labyrinthfenster auf die Perilymphe erstreckten und diese in Undulationen versetzten, welche die Vestibularenden des Acusticus erregten. Diese Erregung war es, welche auf reflectorischem Wege bei den Experimenten von Lucae die Drehung des Auges nach der verletzten Seite hervorgerufen, und welche bei den durch Baginszky angestellten Experimenten, den bilateralen Nystagmus und die Zwangsbewegung des Kopfes, d. h. die objectiven Erscheinungen des Schwindels, hervorbrachten. Offenbar ist demnach auch der von Lucae beobachtete Schwindel kein optischer Schwindel in dem Sinne wie er ihn auffasst, nämlich dass derselbe durch die subjective Bewegung der Objectsbilder hervorgerufen wäre, sondern in der vollen Bedeutung des Wortes eine *Vertigo auricularis*, welche der Erregung des Acusticus entstammt. Wenn auch der Schwindel durch das Schliessen der Augen etwas nachgelassen hat, so geht doch auch aus der Beschreibung deutlich hervor, dass derselbe nicht ganz aufhörte.

In meinen eben angedeuteten Experimenten dagegen ist gezeigt, dass beim Kaninchen die auf Körperdrehungen entstehenden Schwindelerscheinungen vom Sehen unabhängig sind, und dass dieselben ganz unverändert erscheinen beim Schliessen des Auges und selbst auf Durchschneidung der Optici. Bei jenen Experimenten Baginszky's, bei welchen die chemische Flüssigkeit unter einem all zu grossen Drucke in die Paukenhöhle geblasen wurde, ist es nicht unmöglich, dass dieselbe in der von ihm angegebenen Weise in die Fossa jugularis gelangte und dort eine Irritation der Hirnhaut hervorrief, aber die so entstandene Versuchsverletzung kann nur bei den später auftretenden Schwindelerscheinungen in Betracht gezogen werden, wobei die Region der Acusticuskerne secundär entzündet sein konnte.

Uebrigens, gleiche Experimente habe ich bei den angedeuteten Untersuchungen auch selbst angestellt. Als nämlich im ersten Theile der Untersuchungen durch die Zerstörungen einzelner Partien des Centralnervensystems erwiesen wurde, dass jene regelmässigen Schwindelerscheinungen (bilateraler Nystagmus, eingenartige Kopf- und Körperbewegungen), welche beim Kaninchen dadurch experimentell hervorgebracht werden können, dass dasselbe in den drei Hauptebenen des Raumes ein oder mehreremale gedreht wird, in regelmässiger Weise nur dann auftreten, wenn die zwischen den Acusticus und Oculomotorischen

Kernen gelegenen Theile des Mittelhirnes und der Medulla die beiden Acustici und die zwei häutigen Labyrinthe vollkommen unversehrt bleiben, dass also diese centralen und centripetalen Nervenbahnen diejenigen sind, von denen die compensatorischen Augen und Kopfbewegungen abhängen: war ich bestrebt zur Controlle mir durch Reizversuche die Gewissheit zu verschaffen, ob jene Theile des Nervensystems verschiedenartig gereizt (mechanisch, chemisch und electrisch) bilaterale Augenbewegungen und Kopfwendungen hervorrufen oder nicht? Bei diesen Untersuchungen die zu positiven Resultaten führten, habe ich Behufs Reizung des häutigen Labyrinthes in die Paukenhöhle zuerst chemische Flüssigkeiten (Acid. nitri. concentr. Acid. hydrochl. und Eisenchlorid) eingespritzt mit der aprioristischen Annahme, dass es mir gelingen werde, durch Hin- und Herbewegung des Kopfes dieselben in irgend welcher Weisc durch die Fenestra ovalis, oder durch das Foramen rotundum in das Labyrinth zu bringen. Den Einspritzungen folgten in den meisten Fällen schon nach einigen Minuten bilateraler Nystagmus, Zwangsbewegungen der Augen und des Kopfes. Ich habe in diesen Erscheinungen die gelungene Reizung des Labyrinthes gesehen. Nachdem aber das Eindringen jener chemischen Flüssigkeiten zu den Parthien des verlängerten Markes, — obzwar dies durch chemische Reaction zu constatairen niemals gelungen ist — nicht ausgeschlossen werden konnte, forschte ich nach der möglichen mechanischen Reizung des Labyrinthes. Nachdem es mittlerweile in einzelnen Fällen gelang, auf mechanische Berührung des Stapes durch die aufgebrochene Paukenhöhle oder auf mechanisches Kratzen des Bodens der Fossa mastoidea bilaterale Augenbewegungen hervor zu rufen, bin ich successive zu jener oben angeführten Methode gelangt, mit deren Hülfe es ausser Zweifel festgesetzt werden kann, dass die Vestibularenden des Nervus Acusticus auf unmittelbare mechanische Berührung oder durch den Wellenschlag der Perilymphe gereizt im Reflexwege bilateralen Nystagmus und eigenartiges Kopfpendeln und Körperbewegungen auslösen.

Andererseits kann auf directem Wege, experimentell leicht nachgewiesen werden, dass die oben angedeuteten Erklärungen von Lucae und Baginszky nicht richtig sind.

Würden nämlich diese Schwindelerscheinungen thatsächlich

dadurch entstehen, dass sich die Schwankungen des Druckes aus der Paukenhöhle durch den Aquaeductus Cochleae auf die Cerebrospinalflüssigkeit erstrecken, so müssten auch in dem Liquor cerebro-spinalis selbst hervorgerufene kleinere Druckschwankungen eben dieselbe oder ähnliche Schwindelerscheinungen zu Stande bringen.

Ich habe bei einem lebendem Kaninchen durch die blosgelegte Membrana obturatoria in die Fossa rhomboidea eine mit einem Kautschukschlauch versehene Glasröhre behutsam eingeführt, so dass dieselbe den Boden der Fossa rhomboidea nicht berührte (die mechanische Berührung des Vermis hat das Experiment nicht gestört), habe den Liquor cerebro-spinalis durch Blasen oder Aufsaugen mit dem Kautschukschlauche in stärkeres oder schwächeres Wogen gebracht, es ist mir jedoch nicht gelungen, nystagmische Augenbewegungen oder Kopfpendeln hervorzurufen.

Andererseits, wenn bei den Einspritzungen in die Paukenhöhle der entstehende bilaterale Nystagmus und die Kopfbewegungen ohne Mitwirkung des Labyrinthes einfach durch die Reizung des verlängerten Markes, welche die dahin gelangenden chemischen Flüssigkeiten oder die Schwankungen des Luftdruckes ausüben, hervorgerufen werden könnten, so ist es klar, dass die Einspritzungen in die Paukenhöhle die erwähnten Schwindelerscheinungen auch dann hervorrufen müssten, wenn die zwei häutigen Labyrinth im voraus exstirpirt worden sind. Ich habe bei Kaninchen durch das durch die Fossa mastoidea geöffnete Vestibulum einzelne Theile des häutigen Labyrinthes herausgenommen, die zurückgebliebenen Theile mit Acid. nitric. dilut. getödtet. Während dieser Operation pflegen heftige bilaterale Augenbewegungen und Deviationen aufzutreten (ist der Kopf frei, dann auch Kopfpendelungen), welche jedoch, wenn die Exstirpation bilateral vollkommen gelingt — wie es in meinen früheren Experimenten detaillirt beschrieben wurde — gänzlich aufhören und sowohl das Auge als der Kopf und der Körper kehren aus der während der Operation eingenommenen Zwangslage in ihre normale Ruhelage zurück. Das Gleichgewicht in der Körpermuskulatur ist hergestellt, nur dass an einem solchen Thiere Schwindelerscheinungen durch Rotation nicht mehr hervorgerufen werden

können. Bei einem seiner häutigen Labyrinth auf diese Weise befreiten Thiere habe ich nach der Methode von Baginszky unter verschiedenem Drucke vorerst Kochsalzwasser, später Luft in die Paukenhöhle eingeführt, aber es ist mir weder nach der einen wie nach der anderen Methode gelungen, irgend welche Schwindelerscheinungen hervorzurufen.

Diese Experimente machen es demnach unzweifelhaft, dass die Schwindelerscheinungen, welche bei der Druck-erhöhung in der Paukenhöhle entstehen, allein auf die Reizung der Vestibularenden des Nervus Acusticus zurückgeführt werden können.

In Folge dieser Umstände entfallen von selbst die durch Lucae und Baginszky¹⁾ über die physiologische Rolle der Bogengänge abstrahirten Folgerungen, welche der anti-Flourens-Goltz'schen Ansicht von Böttcher das Wort reden.

Eine andere Frage ist es, in wiefern wir die häutigen Bogengänge nach dem Standpunkte unserer heutigen Kenntnisse mit Recht als „Sinnes-Organ für das Gleichgewicht“ nach Goltz, oder „Ein Organ für den Raumsinn“ nach Cyon nennen können. Ich glaube mich nicht zu täuschen, wenn ich die Behauptung wage, dass uns zur Entscheidung dieser Fragen die genügende experimentelle Basis eben so sehr fehlt, als wir schon sichere Beweisgründe zur Entscheidung dessen besitzen, dass zwischen den Vestibularenden des Acusticus und gewisser Muskelcomplexe eine nähere Verbindung besteht.

In meinen oben erwähnten Untersuchungen habe ich nachgewiesen, dass zwischen den Augenmuskeln und den Ampullarnerven eine eigenartige bilaterale Reflexverbindung besteht, die sich darin offenbart, dass ein jedes Labyrinth zu gewissen Muskeln eines jeden Auges Reflexreize entsendet: der linke Vestibulanerv für jene Muskeln, welche das linke Auge nach aufwärts und lateral wenden und medial rotiren, während sie das rechte Auge abwärts und medial wenden und lateral rotiren; der rechte Vestibulanerv aber für jene Muskeln, welche das rechte

1) Von diesem Autor wiederholt veröffentlicht. Baginszky, Die Function der Bogengänge des Ohrlabyrinthes. *Biolog. Centralblatt* 1881, 31. Okt., S. 14.

Auge nach aufwärts und nach lateral wenden und medial rotiren, das linke Auge aber abwärts und medial wenden und lateral rotiren.

Demnach können die häutigen Ampullen in Bezug auf die Augenmuskeln als centripetale Endvorrichtungen eines bilateral eingerichteten Augenbewegung associirenden oder coordinirenden Nervenapparates angesehen werden, welche nach ihren Lageveränderungen im Labyrinth die bilateralen Augenbewegungen regeln, welche die Veränderungen des Kopfes und Körpers begleiten.

Diese Dreh- und Reizexperimente beweisen auch, dass ähnliche, auch bilaterale Reflexverbindungen durch gewisse Centren des Mittelhirnes und des verlängerten Markes hindurch, zwischen diesen Nervenendapparaten und anderen Muskeln des Körpers, besonders aber des Kopfes und des Halses sowie des Rumpfes und der Extremitäten bestehen. Diese bilateralen Reflexverbindungen müssen für die übrigen Körpermuskeln ebenso speciell durch Experimente analysirt werden, wie dies für die Augenmuskeln schon geschehen ist. Meine mit Rücksicht auf die Ohrmuskeln des Kaninchens angestellten Experimente haben diese detaillirte bilaterale Reflexverbindung schon theilweise aufgeklärt. Ich bezweifle nicht, dass mir dies auch für die Rumpf- und Extremitätenmuskulatur gelingen wird. Ich gebe mich der Meinung hin, dass auf Grund meiner bisherigen Untersuchungen die Behauptung nicht verfrüht sein wird, dass es experimentell nachweisbar ist, dass in den häutigen Bogengängen der beiden Ohrlabyrinth mit den Utriculis eine zweifache centripetale Endvorrichtung des bilateral eingerichteten, die gesammte Körpermuskulatur associirenden oder coordinirenden Nervenapparates besteht, welche je nach den Aenderungen ihrer Lage im Labyrinth die unwillkürlichen bilateralen Körperbewegungen regeln.

Die objectiv wahrnehmbaren Symptome des Schwindels bestehen grösstentheils in der Coordinationsstörung der Muskelbewegungen. Bei dem Lichte der oben genannten Experimente werden wir auch den Schlüssel zur Erklärung der complicirten Erscheinungen des Schwindels finden.