Beiträge zur Physiologie und Pathologie der schiefen Augenmuskeln.

Von
Dr. A. von Graefe.

Es sind wohl heute alle Forscher darüber einig, dass die gewöhnlichen Bewegungen des menschlichen Auges nicht als Ortsveränderungen, sondern als Rotationen um einen, nahezu im Centrum des Organs liegenden, unbeweglichen Drehpunkt aufzufassen sind. — Wäre dieser unbewegliche Drehpunkt nicht in dem Centrum des Augapfels, sondern am hinteren Ende der Sehaxe gelegen, wie es einst Johannes Müller*) behauptete, dann freilich würden die Bewegungen des Auges nothwendig mit Ortsveränderungen verknüpft sein. Aber diese Ansicht, welche Tourtual**) später noch einmal aufnahm, und welche Szokalksky***) bei der Deutung pathologischer Störungen in den Augenmuskel-Funktionen weiter verwerthete, ist von Jedermann verlassen, seitdem Volkmanns Untersuchungen den Drehpunkt in eine Region mit dem Kreuzungspunkt der Richtungsstrahlen brachten. War auch die ursprünglich von diesem Forscher geäußerte Ansicht, als fiele der Drehpunkt mit dem direkt ermittelten Kreuzungspunkt der Richtungsstrahlen vollkommen zusammen, eine irrige, so war doch

*) Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinns des Menschen und der Thiere. Leipzig, 1826. S. 254.

**) Müllers Archiv 1840. S. XXIX.

***) De l'influence des muscles obliques de l'oeil sur la vision et de leur paralysie; in den Annales de la société de médecine de Gand 1840, seconde partie, second volume.

durch ihn der eigentliche Impuls zur Erledigung der Frage gegeben. Als nämlich Listing kurz darauf die Gauss'schen Gesetze der Lichtbrechung in centrirten dioptrischen Systemen auf das menschliche Auge angewandt hatte, und die Knotenpunktsregion hiernach nicht in das Centrum des Auges, sondern ungefähr in den hinteren Pol der Linse versetzte, stellte Volkmann seine bekannten Versuche über die Lage des Kreuzungspunktes der Richtungslinien am lebenden Menschenauge an, welche die Listingschen Berechnungen über Erwarten genau bestätigten, während Bürow und Valentin zum Theil schon vorher den Drehpunkt direkt ermittelten, und ihn dem Centrum des Augapfels so nahe fanden, dass man ihn ohne wesentlichen Irrthum mit demselben verschmelzen kann.

Stellt nun wirklich das Centrum des Augapfels den unbeweglichen Drehpunkt dar, so kann über die Kraft-richtung eines bestimmten Muskelpaares, vorausgesetzt, dass die beiden Muskeln in einer Ebene liegen, kein Zweifel obwalten: Nothwendig muss der auf der gemeinschaftlichen Ebene beider Muskeln senkrechte Diameter der fraglichen Muskelwirkung als Drehungsaxe dienen. Das physiologische Experiment, ohne Verschiebung des Drehpunktes die betreffenden Muskeln anzuziehen, oder sie durch Galvanisirung ihrer Nerven zur Contraktion zu veranlassen, kann niemals ein der anatomischen Präsumption entgegengesetztes Resultat herbeiführen. So muss bei allen Thieren, wo die gemeinschaftliche Ebene der beiden schiefen Augenmuskeln senkrecht zur Augenaxe steht, diese letztere selbst mit der Drehungsaxe zusammenfallen, so dass während der ausschliesslichen Wirkung der erwähnten Muskeln die beiden Pole des Augapfels vollkommen unverrückt bleiben. Bei den Vögeln, Amphibien und Fischen ist diese Anlage der Muskeln die verbreitetste; zeigen sich in den genannten Thierklassen Abweichungen von derselben so bestehen sie

meist darin, dass die Ebene der Muskeln, statt mit der Aequatorialebene des Bulbus parallel zu sein, etwas von innen und hinten nach aussen und vorn verläuft, dass mithin der hierauf senkrechte Diameter oder die Drehungsaxe der Muskeln, statt mit der Augenaxe zusammenzufallen, mit ihrem vorderen Ende nach innen vom vorderen Pol, mit ihrem hinteren Ende nach aussen vom hinteren Pol des Auges liegt. Nothwendig muss in solchen Fällen die Contraktion des Obliquus superior zu einer Rollung der Hornhaut nach innen und oben, die Contraktion des Obliquus inferior zu einer Rollung der Hornhaut nach innen und unten führen; durch die vereinte Wirkung beider Muskeln wird der vordere Pol des Auges soweit nach innen gerückt werden können, dass er mit dem vorderen Ende der Drehungsaxe zusammenfällt. — In sehr wenigen Arten der genannten Thierklassen findet es sich, dass die Muskelebene von innen und vorn nach aussen und hinten gerichtet ist, niemals aber in dem Grade, wie beim Menschen oder auch nur beim Affen. Scheint dies Hucks vergleichenden anatomischen Bemerkungen über diesen Punkt zu widersprechen, so erinnern wir daran, dass dessen Angaben über die Richtung der Muskelebene nicht auf die Augenaxe, sondern auf die Richtungslinie bezogen sind, welche aus der gemeinschaftlichen Wirkung sämtlicher geraden Augenmuskeln resultirt, welche Richtungslinie von der bei den Thieren so verschiedenen Lage des foramen opticum in Betreff zum Bulbus abhängig ist. *)

Bei den Säugethieren hängt die Richtung der schiefen Augenmuskeln, wiewohl nicht genau, doch approximativ von der mehr oder weniger seitlichen Lagerung

*) Vergleiche hierüber J. Struthers „on the anatomy and physiology of the oblique muscles of the eye in man and vertebrate animals. Monthly journal No. CVI. October 1849.

der Augen ab: Je mehr nämlich die Augen nach vorn gerichtet sind, desto mehr entfernt sich die Muskelebene nach aussen von der Orbitalöffnung. Bei denjenigen Säugethieren, die ganz nach vorn sehen und für das ganze Gesichtsfeld die beiderseitigen Sehaxen zugleich einstellen können, wie bei den Menschen, beträgt diese Abweichung der Muskelebene von der transversalen am meisten, nämlich 35° , viel weniger schon für die Affen ($12-16^\circ$), beinahe null fand ich sie bei verschiedenen Hunden, obwohl bei diesen ein freilich nach den Arten sehr variabler Theil des Gesichtsfeldes noch gemeinschaftlich ist. *) Je seitlicher nun die Lage der Augen und je kleiner hiermit das gemeinschaftliche Gesichtsfeld in der Thierreihe wird, desto mehr schliesst sich die Neigung der Muskelebene zur Augenaxe einem rechten Winkel an, wie beim Pferde, Schaaf etc. Liegen vollends die Augen so divergent, dass gar kein gemeinschaftliches Gesichtsfeld mehr vorhanden ist, wie beim Kaninchen, dann dreht sich das Lagerungsverhältniss in der Weise um, dass die Muskelebene, wie bei vielen Fischen und Amphibien, sich nach aussen der Orbitalöffnung nähert.

Für den ersten Fall, den des Menschen und Affen, wird die Drehungsaxe der Obliqui mit ihrem vorderen Ende nach aussen vom vorderen Pol, mit ihrem hinteren Ende nach innen vom hinteren Pol liegen; der musculus obliquus superior wird die Hornhaut nach aussen und unten, der obliquus inferior nach aussen und oben rollen. Combiniren sich die beiden Muskeln, so wird die Hornhaut nach aussen gewandt und zwar in maximo so weit,

*) Die Divergenz der Augen überhaupt ist bei verschiedenen Arten ein und derselben Gattung sehr verschieden; so schwankt z. B. bei den Hunden nach Joh. Müller (l. c. 151.) der Winkel, welchen die Flächen der Orbitalöffnungen mit einander bilden, in den verschiedenen Arten von 83° bis 105° .

dass ihre Mitte in das vordere Ende der Drehungsaxe fällt. — Für eine zweite Reihe von Thieren, z. B. Schaaf und Pferd, stimmt die Drehungsaxe ungefähr mit der Augenaxe überein, und die Wirkung der Obliqui wird ohne Einfluss auf die Stellung der Hornhaut sein. — Für eine dritte Reihe, z. B. das Kaninchen, findet ganz das Verhältniss vieler Fische und Amphibien statt, wie wir es oben angegeben haben.

Ist hiernach, wenn wir von der mittleren Stellung der Hornhaut, als von der Gleichgewichtsstellung ausgehen, der Einfluss der Obliqui auf die Hornhaut bei verschiedenen Thieren ein sehr verschiedener, so haben sie eine andere Wirkung bei allen Thieren gemeinsam, nämlich auf die Stellung der Meridiane: Bei allen nämlich neigt der Obliquus superior den vertikalen Meridian nach innen, der Obliquus inferior denselben nach aussen; bei der gemeinschaftlichen Zusammenziehung beider Muskeln hebt sich die Wirkung auf die Meridiane auf. Am stärksten ist diese Wirkung natürlich für den Fall, in dem die Muskelebene senkrecht zur Augenaxe steht, wo sich der ganze Effekt der schiefen Augenmuskeln lediglich hierin äussert; sie nimmt nach beiden Richtungen ab, je mehr die Muskelebene ihren Parallelismus mit der Aequatorialebene verliert. —

Wären diese Ergebnisse der vergleichenden Anatomie von den Arbeitern gewürdigt worden, so hätte man sich unmöglich über manche scheinbare Gegensätze wundern können. Busch *) hat vollkommen recht, wenn er behauptet, der Obliquus superior drehe am Kaninchen die Hornhaut nach innen und oben, aber er hat Unrecht, wenn er hierin irgend einen Schluss auf den Menschen implicirt, bei welchem, wie oben erwähnt, die Muskellage

*) Müllers Archiv 1852 p. 54. Einiges über die Wirkung des musculus obliquus superior oculi.

durchaus eine andere ist. Auch ich habe mich von der angegebenen Wirkung bei Kaninchen überzeugt, indem ich eine Karlsbader Nadel senkrecht von der Mitte der Hornhaut durch den Bulbus bis zum hinteren Pol in die Sclera einsenkte; wurde hierauf durch Galvanisirung des nerv. trochlearis am frisch getödteten Thiere der *Musculus obliquus superior* in Contraktion versetzt, nachdem die geraden Augenmuskeln zuvor durchschnitten, so stieg wie in Busch's Versuchen der Knopf der Nadel nach innen und oben auf; wurde dagegen die Nadel nicht in der Richtung der Augenaxe, sondern in der Richtung der Drehungsaxe der *Obliqui* eingesenkt, deren vorderes Ende beim Kaninchen circa 12° nach innen von der Hornhautmitte liegt, dann blieb der Knopf der Nadel unbeweglich. — Sicherer aber noch, als durch galvanische Reizung, welche unter den fraglichen Umständen zu rasche oder nur wenig excursive Contraktionen giebt, habe ich mich auf eine andere Weise am Kaninchen davon überzeugt, dass die Krafrichtung der *Obliqui* mit der Berechnung genau zusammenstimmt. Wir werden nämlich später ersehen, dass an den Kaninchen, wie bei allen Thieren mit seitlich gelagerten Augen, eine Rotation des Auges scheinbar um die Augenaxe zu Stande komme, wenn man den Kopf des Thieres um seine Queraxe dreht. Da diese Rotation nach durchschnittenen 4 geraden Augenmuskeln unverändert fortbesteht, dagegen nach durchschnittenen *Obliquis* vollkommen aufhört, so muss sie unzweifelhaft von diesen Letzteren verrichtet werden. Ermittelte ich nun durch den früher angegebenen Versuch mit der Nadel die wahre Drehungsaxe dieser Rotation, so fand ich, dass dieselbe nicht mit der Augenaxe, sondern mit der berechneten Drehungsaxe der beiden *Obliqui* approximativ zusammenfällt, ein Resultat, welches nach durchschnittenen geraden Augenmuskeln, die durch seit-

liche Zuckungen stören, wesentlich an Genauigkeit gewinnt. *)

Wie nun an Thieren die isolirte Wirkung der Obliqui experimentell darstellbar ist, so kann man sich auch am Menschen nicht selten von derselben überzeugen. Sind z. B. mehrere gerade Augenmuskeln gelähmt, so ist oft der Zug der Obliqui, welcher sich in der gewöhnlichen Zusammenwirkung der Muskeltraktionen verliert, deutlich zu erkennen. So bemerkt man nicht selten bei Lähmungen des Oculomotorius, wenn der Kranke nach unten zu sehen strebt, eine Rollung der Hornhaut nach aussen und unten, welche sich durch eine auffallende Verschiebung der Meridiane sowohl an den Bindehautgefässen, als an der Iris charakterisirt; da nämlich in solchen Fällen der vom Nervus oculomotorius versene Musc. rectus inferior nicht agirt, so ist der Musculus trochlearis der einzige wirkungsfähige Muskel, der nach unten zieht. Dieser Zug muss aber der Krafrichtung des letztgenannten Muskels conform, nicht gerade nach unten, sondern rollend nach aussen und unten wirken. — Ein analoges Verhältniss hatte ich, wiewohl seltener, bei Lähmung des musculus rectus superior zu beobachten Gelegenheit, wenn nämlich statt seiner der Obliquus inferior die Hornhaut nach aussen und oben rollt.

Ahnliche Wirkungen sieht man auch nach Muskeldurchschneidungen, die zu therapeutischen Zwecken unternommen werden. Mit den Schlüssen aus hierher gehörigen Beobachtungen kann man aber nicht vorsichtig

*) Diese Versuche am Kaninchen über die Krafrichtung der Obliqui hatte ich schon vor mehreren Jahren ausgeführt, aber der Oeffentlichkeit nicht übergeben, weil ja das Resultat von vorn herein einleuchtend war; auch hier würde ich ihrer, wenigstens in dieser Beziehung, nicht Erwähnung thun, wenn nicht die Busch'sche Arbeit zu einem irrigen Schluss aus den erwähnten Thatsachen auf den Menschen Anlass geben könnte.

genug sein, denn bei der jetzt üblichen Weise der Schieloperation, wo der Muskel nicht in seiner Continuität durchschnitten, vielmehr hart an seiner Insertion von der sclerotica abgelöst wird, ist der Einfluss desselben auf den Bulbus keineswegs aufgehoben, sondern es zieht derselbe noch durch verschiedene zellgewebige Verbindungen indirekt am Augapfel; so hat man fälschlich die nach Ablösung des rect. internus zurückbleibende Beweglichkeit nach innen von der kombinierten Thätigkeit des rect. superior und rect. inferior abgeleitet, welche Muskeln in der genannten Weise sich sehr schwer mit einander verbinden, auch überhaupt eine so exkursive Bewegung, wie wir sie meistens beobachten, nicht erklären können. Niemals sah ich bei vollkommener Wirkungslosigkeit des rect. intern. eine andere Bewegung durch die zwei genannten Muskeln zu Stande kommen, als dass die Hornhaut abwechselnd etwas nach oben und innen, dann etwas nach unten und innen abgelenkt wurde, und so die Schaxe durch die wechselnden Tractionen in maximo eine Innenwendung von $8-10^{\circ}$ erreichte. Was der Muskellagerung nach möglich ist, braucht deshalb nicht faktisch vorzukommen, denn es liegt einmal in den Gesetzen der motorischen Nerven, dass von den denkbaren Associationen der Bewegung nur ein gewisser Theil ausgeführt wird. — Trotzdem kann man unter günstigen Verhältnissen nach Durchschneidung des rect. superior oder rect. infer. den vikariirenden Zug des entsprechenden Obliquus deutlich genug erkennen: denn wenn auch die Beweglichkeit nach Seiten des abgelösten Muskels nicht aufgehoben wird, so ist sie doch allemal beschränkt, was anatomischer Verhältnisse wegen für die beiden genannten Muskeln umfangreicher gilt, als für den rect. externus, für diesen aber umfangreicher, als für den rect. internus; da, wo der abgelöste Muskel insufficient wird, wegen seiner Retraktion mit der episele-

ralen Bindegewebskapsel, sieht man die Rollung des Obliquus gleichsam der Vollendung der eingeleiteten Bewegung vikariirend. —

Bei Lähmung des rectus externus bemerkt man eine ähnliche Combination zwischen den beiden Obliquis, wie man sie bei Lähmung des rectus internus zwischen dem rect. superior und inferior wahrnimmt. Auch die hieraus resultirende Bewegung ist niemals gleichmässig, sondern besteht in abwechselnden Rotationen des einen und anderen Muskels; bald hat mehr der Obliquus superior, bald mehr der Obliquus inferior das Uebergewicht und demgemäss sieht man die nach aussen tendirende Hornhaut bald etwas nach unten, bald etwas nach oben abweichen; erfahrungsgemäss giebt in den meisten Fällen der Trochlearis den Ausschlag für die Richtung, wahrscheinlich, weil dieser auch für die gewöhnlichen Verhältnisse viel häufiger mit dem Abducens zusammenwirkt, als der Obliquus inferior, denn ohne Zweifel benutzen wir den Blick nach aussen und unten viel mehr, als den nach aussen und oben, welcher weniger geläufig ist und deshalb lieber durch die Kopfstellung umgangen wird. Ferner ist auch diese vikariirende Zusammenwirkung der Obliqui aus oben genannten Gründen weit weniger exkursiv, als es der Muskellage nach möglich wäre; in einigen Fällen wird sie beinahe gänzlich vermisst, ohne dass man Grund für eine gleichzeitige Lähmung der schiefen Augenmuskeln hat, in den meisten beträgt sie 6 bis 10°, in maximo sah ich sie auf 15°, dies in einer Reihe von ungefähr 25 Fällen frischer Abducens-Lähmungen, denn nur solche kann man zu den genannten Beobachtungen brauchen, da bei älteren entweder der Abducens schon wieder zum Theil fungirt, oder auf Grund des aufgehobenen Widerstandes von Seiten des Antagonisten der mittlere Spannungsgrad des rect. internus allmählig zunimmt und so ein grösserer

oder geringerer Grad von Contraktur in demselben entsteht, welcher die vikariirende Wirkung der Obliqui behindert. Uebrigens würden sich diese Beobachtungen der Zahl nach noch bedeutend häufen, wenn nicht vollkommene Lähmungen der Augenmuskeln weit seltener in unsere Behandlung kämen, als unvollkommene.

Eine wenn auch nur approximative Anschauung der Richtung, in welcher die Obliqui wirken, erhält man bei Convulsionen in dem Gebiet dieser Muskeln. Der Nystagmus der schiefen Augenmuskeln ist in Verbindung mit Nystagmus der geraden Augenmuskeln ein sehr häufiges Phänomen, die Bewegungen sind aber zu verwirrt, um aus denselben Schlüsse zu ziehen; dagegen habe ich einige Fälle von Nystagmus beobachtet, wo die Zuckungen nur von den schiefen Augenmuskeln ausgingen und exkursiv genug waren, um die Richtung genau zu studiren: Radförmig drehte sich die Hornhaut bald mit einer kleinen Ablenkung nach aussen und unten, bald mit einer ähnlichen nach aussen und oben. Der Rhythmus der Zuckungen variirt übrigens bedeutend, je nach der Richtung der Sehaxe, wie es auch für den Nystagmus der geraden Augenmuskeln der Fall ist.

Die angegebene Wirkung der Obliqui beim Menschen kann man auch leicht durch die Verhältnisse der Diplopie prüfen. Wenn z. B. bei Lähmung des Oculomotorius der Trochlearis-Zug beim Blick nach unten eintritt, so wird die ohnehin bestehende Divergenz der beiden Sehaxen vermehrt, und demgemäss wird auch der Abstand der gekreuzten Doppelbilder zunehmen. *)

*) Ist keine spontane Diplopie vorhanden, so gelingt es, wie schon Böhm in seinem Buche über das Schielen erwähnt, häufig durch gefärbte Gläser, dieselbe einzuleiten. Es scheinen mir zu diesem Zweck ziemlich dunkle, violette Gläser am passendsten;

Neben diesem zunehmenden Abstand tritt ein namhafter Höhenunterschied zwischen beiden Bildern ein; sofern nämlich die Hornhaut des paralytirten Auges durch den *Musculus trochlearis* allein lange nicht in dem Maasse nach unten bewegt wird, wie auf dem anderen Auge durch die gemeinschaftliche Wirkung des *rect. inferior* und des *trochlearis*, so fällt das Netzhautbild im paralytirten Auge auf die obere Netzhauthälfte und wird unter das Bild des fixirenden, gesunden Auges projicirt. Ferner wird am Doppelbilde des paralytirten Auges während des *Trochlearis*-Zuges eine auffallende Schiefheit bemerkt; sofern nämlich der *Trochlearis* für sich den vertikalen Meridian nach innen neigt, so erscheint das Bild eines vertikalen Gegenstandes nach aussen geneigt. *)

Dieselben Eigenschaften des Doppelbildes gewahrt man in entsprechender Weise, wenn bei Lähmung des *rect. superior* der *Obliquus inferior* für denselben vi-

diese werden vor das gesunde Auge gehalten, dessen verhältnissmässig helleres Bild abgeschwächt und hierdurch in ein äquivalenteres Verhältniss zum Bilde des kranken Auges gebracht wird. Dies ist auch ein gutes Mittel, um das physiologische Doppelsehen zu prüfen, wenn wegen verschiedener Excentricität oder Unterschied in der Sehkraft das eine Bild bedeutend schwächer ist, als das andere. — Als ein noch wirksameres Verfahren fand ich in vielen Fällen die Anwendung prismatischer Gläser, wodurch die Excentricität des schwächeren Bildes verringert und so dasselbe auf einen schkräftigeren Theil der Netzhaut geleitet wird. Natürlich muss hier, wenn es sich um den absoluten Abstand der Bilder auf der Netzhaut handelt, die Brechkraft des Prisma selbst mit in Berechnung gezogen werden.

*) Wird der verticale Meridian für eine bestimmte Rollung des Auges normwidrig nach einer Seite geneigt, so fällt das Bild eines verticalen Objectes nicht in denselben, sondern in einen anderen Meridian, der bei richtiger Stellung gerade in umgekehrter Weise geneigt ist, als der pathologisch abgelenkte verticale Meridian. Der verticale Gegenstand muss daher nach dem Gesetz, dass das Gesichtsobject und sein Netzhautbild der Richtung nach in einer Meridianebeue liegen, auch in dieser umgekehrten Weise schief erscheinen.

kariirt; da die Hornhaut nun nicht gerade nach oben, sondern gleichzeitig nach aussen gewandt wird, so tritt Kreuzung der Doppelbilder mit wachsendem Abstände ein; da das paralytirte Auge weniger stark nach oben gewandt wird, als das gesunde, so fällt das Bild auf den unteren Theil der Netzhaut, wird nach oben projicirt und erscheint deshalb höher, als das Bild des gesunden Auges; da ferner der Obliquus inferior für sich den vertikalen Meridian nach aussen neigt, so wird nun ein vertikaler Gegenstand schief nach innen geneigt erscheinen.

Ebenso sieht man bei Lähmung des Abducens, wenn durch die Zusammenwirkung beider schiefen Augenmuskeln die früher erwähnte sehr beschränkte Aussenstellung der Hornhaut zu Stande kommt, dass das Bild des paralytirten Auges bald höher, bald tiefer steht, als das Bild des gesunden; zuweilen giebt es der Kranke wie ein wellenförmiges Auf- und Abwärtsschwanken an; wird der eine schiefe Augenmuskel dabei prävalirend gebraucht, so befindet sich auch das Bild in der von ihm abhängenden Höhenabweichung, das Quantum dieser Höhenabweichung ändert sich aber periodisch, wenn der Zug des anderen Obliquus dazwischen kommt. Da nun, wie oben (S. 9.) bemerkt, der Trochlearis meist prävalirt, so steht auch das Doppelbild des paralytirten Auges meist tiefer. Eine Schiefheit bald nach dem einen, bald nach dem anderen Muskel muss theoretisch hierbei ebenfalls eintreten, doch ist sie bei den kurzen Zuckungen wohl eine sehr geringe, so dass es mir trotz sorgfältiger Ausgleichung der Abstände durch prismatische Gläser in keinem Falle gelungen ist, dieselbe nachzuweisen. — Nystagmus der schiefen Augenmuskeln sah ich nie mit Doppelsehen verbunden.

In einzelnen Fällen von Oculomotorius-Lähmungen, wo die Angaben der Kranken hinlänglich zuverlässig

und consequent sind, kann man während des Trochlearis-Zugs den Gang des Doppelbildes graphisch darstellen und hieraus die Achse der Bewegung berechnen, woraus sich ergibt, dass dieselbe in der That um 30 bis 35 ° von der Schaxe abweicht, was mit der Berechnung vollkommen zusammenstimmt.

Die Berechnung der pathologischen Stellung des Auges aus der Lage des Doppelbildes, welche oft von hohem physiologischen und diagnostischen Interesse ist, pflege ich auf folgende Weise vorzunehmen. Eine grosse Tafel, welche in sehr viele numerirte Quadrate getheilt ist, wird in einer möglichst weiten Entfernung vom Kranken aufgestellt. Vor derselben ist auf einer entsprechenden Vorrichtung ein scharf begrenzter, leuchtender Körper, am besten ein kleines Licht, verschiebbar. Der Kopf des Kranken wird nun genau so fixirt, dass die Angesichtsfläche der Tafel parallel bleibt, und hierauf das Licht vom Centrum der Tafel allmählig nach oben, unten und beiden Seiten bewegt; für eine jede Stellung des Lichtes wird das Quadrat markirt, in welches das Doppelbild fällt. Da nun die Entfernung der Tafel von dem Kopfe gegeben ist, so lässt sich die Excentricität des Netzhautbildes im kranken Auge leicht bestimmen, denn es verhält sich die scheinbare Distanz der beiden Bilder zu dieser Excentricität, wie sich die Entfernung der Tafel vom Auge verhält zur Entfernung des Kreuzungspunktes der Richtstrahlen von der Netzhaut. *)

*) Genau genommen müssten wir sagen: Es verhält sich die Excentricität des Netzhautbildes zur scheinbaren Distanz der Doppelbilder, wie sich die Entfernung des vorderen Knotenpunktes vom Objekt verhält zur Entfernung des hinteren Knotenpunktes von der Netzhaut. Weil aber einmal die Entfernung des hinteren Knotenpunktes von der Netzhaut im Vergleich zu der Distanz der Tafel vom Auge verschwindend klein ist und sodann der Abstand beider Knotenpunkte für approximative Bestimmungen dieser Art nicht in Betracht fällt, so genügt die erste Formel. Wer etwa die Fehlerquellen derselben genauer bestimmen will, kann auch die letzte benutzen, denn wenn auch bei noch unbekannter Stellung des kranken Auges die absolute Lage der Kno-

Die gefundene Excentricität des Netzhautbildes giebt uns, nach einer einfachen Formel, die wir in der Abhandlung über Incongruenz der Netzhaut angeben werden, auf den Drehpunkt bezogen, den Bogen der Drehung; über die Richtung derselben kann kein Zweifel existiren, da sie den Gesetzen der Projection gemäss immer der scheinbaren Verrückung des Doppelbilds entgegengesetzt sein muss, und zwar diametral entgegengesetzt, weil Objekt und Netzhautbild genau in eine Meridianebene fallen.

Ist auf diese Weise die Abweichung der Sehaxe im paralysirten Auge von der Sehaxenstellung des gesunden bestimmt, diese letztere aber durch die Verhältnisse der Fixation gegeben, so kennen wir auch die absolute Lage der Sehaxe im paralysirten Auge, d. h. deren Abweichung von der ursprünglichen Gleichgewichtsstellung, als welche die auf der Angesichtsfläche senkrechte Richtung angesehen wird. Die Neigung des Doppelbildes eines vertikalen Gegenstandes muss in entgegengesetzter Richtung auf den vertikalen Meridian des paralysirten Auges übertragen werden, so dass auch für jede Stellung der Sehaxe die Richtung der Meridiane ermittelt werden kann. *)

Bestimmen wir für die Trochlearis-Rollung auf diese

tenpunkte in demselben nicht anzugeben ist, so erinnere ich daran, dass man die ganze Berechnung wegen der Identität beider Netzhäute auf das gesunde Auge übertragen kann, dessen Stellung durch die direkte Fixation gegeben ist. Statt zu fragen, wie weit liegt das Netzhautbild excentrisch im kranken Auge, heisst es dann, um wie viel excentrisch müsste es im gesunden Auge liegen, um da zu erscheinen, wo es gesehen wird. — Bedenken über den nach den Seiten hin variirenden Abstand der Netzhaut vom Kreuzungspunkte der Richtungsstrahlen können höchstens für sehr grosse Excentricität der Bilder, die überhaupt der Lichtschwäche wegen nicht gut benutzt werden, in Betracht fallen, dagegen werden wir unten einige Umstände erwähnen, welche die Resultate ziemlich beträchtlich trüben können.

*) Dieser Schluss würde nur dann irrig sein, wenn auch der vertikale Meridian des gesunden Auges geneigt ist; es darf also, den später anzugebenden physiologischen Thatsachen zufolge, die Sehaxe des gesunden Auges nur ein in der Mittellinie liegendes Object, gleichviel, ob nach oben oder unten, aber kein seitlich nach oben oder unten liegendes fixiren.

Weise successive die verschiedenen Stellungen der Sehaxe und die entsprechende Neigung der Meridiane, so können wir nach wenigen Messungen über die Drehungsaxe der Rollung bereits ein auf einige Grad approximatives Resultat hinstellen. *)

Ein anderes Mittel, die Excentricität der Bilder direkt zu bestimmen, besteht in der Anwendung prismatischer Gläser: die Stärke des Prisma, welches die Doppelbilder an einander bringt, wird direkt zu dieser Bestimmung benutzt. So viel eine solche direkte Ermittlung für sich hat, so müssen erhebliche Fehlerquellen hierbei vermieden werden; ändert doch jede Verschiebung des Prisma gegen die Axe der einfallenden Lichtstrahlen dessen Brechkraft, ferner werden die nahe aneinander gebrachten Bilder durch willkürliche Muskelkontraktionen im kranken oder gesunden Auge leicht verschmolzen, wodurch die resultirende Excentricität zu gering ausfällt.

Noch ein anderes Mittel, dem ich wegen Vermeidung des letztgenannten Uebelstandes den Vorzug geben möchte, besteht ebenfalls in der Anwendung der prismatischen Gläser, jedoch in einer anderen Weise. Nachdem die Distanz der Doppelbilder an der Tafel für eine bestimmte Stellung markirt ist, wird das kranke Auge geschlossen und die Ermittlung der Excentricität unter der oben (S. 14 Anmerkung) erwähnten Umdrehung der Fragestellung auf das gesunde Auge übertragen, welches in der früheren Fixation verharrte. Ein Prisma wird nun so vor das Auge geschoben, dass es mit seiner Basis die Hälfte der Pupille deckt, während die andere Hälfte frei ist; hierdurch entsteht *Diplopia monocularis*: das eine Bild rührt von dem frei durch die Pupille einfallenden Lichte, das andere von dem im Prisma gebrochenen Lichte her. Es ist leicht, dem Prisma durch Drehung

*) Die genaue Mittheilung dieser Messungen, welche ich an vier geeigneten Fällen angestellt habe, würde die diesem Abschnitte gesteckten Grenzen überschreiten und verschiebe ich dieselbe bis auf eine monographische Publikation über die Augenmuskul-Affectionen, welche mir im Sinne liegt, aber noch vieler Ergänzungen bedarf.

eine solche Stellung zu geben, dass das excentrische Bild nach Richtung des früher gesehenen auf der Tafel markirten Doppelbildes projectirt wird; dass es vollends mit diesem zusammen falle, hängt nur von der Stärke des gewählten Prisma ab, und diese bestimmt den Grad der Excentricität; *) es ist dies dasselbe Mittel, welches ich zur Bestimmung der Excentricität, Grösse, Form des blinden Flecks angerathen habe.

Was besonders die genannten Berechnungen in ihren Resultaten gefährden kann, sind Unterschiede in der Accommodation beider Augen, wodurch die Taxation der Grösse der Bilder und ihrer Abstände verwirrt wird. Bei den Prüfungen der Sehweite, sei es durch die gewöhnlichen Leseproben, oder durch Bestimmung des Minimum im Netzhautwinkel, oder durch optometrische Instrumente, gelingt es uns freilich für Paralysen einzelner Augenmuskeln im Allgemeinen nicht, erhebliche Verrückungen im Nah- und Fernpunkt nachzuweisen. Dennoch finden Störungen in der Accommodation statt: wird das Auge nach der Seite des geschwächten Muskels gerichtet, so finden wir die Accommodation allemal etwas beschränkter, unstät, mühsam. Um diese Verhältnisse genau zu würdigen, müssten übrigens noch detaillirtere physiologische Arbeiten über die Modalitäten der Accommodation bei verschiedener Richtung der Sehaxen vorangeschickt werden. Ferner ist beim Sehen mit beiden Augen eine der Muskelaaffektion entsprechende Verückung im Mesoropter da, so dass das pathologisch zu stark nach innen gerichtete Auge für einen engeren, im umgekehrten Falle aber für einen weiteren Mesoropter accommodirt ist. **)

*) Die Ablenkung des Lichtes durch ein Prisma bei direkter Fixation des Objectes ist offenbar äquivalent mit dem Winkel, unter dem der abgelenkte Richtstrahl im hintern Knotenpunkt die Sehaxe verlässt, und können durch einfache Correctionen diese Winkel auf den Drehpunkt übertragen, und so für bestimmte Brechkraft der Prismen die entsprechenden Ablenkungen der Sehaxe leicht tabellarisch angegeben werden.

**) Auch ein durch Strabismus concomitans nach innen schielendes

Demgemäss wird auch die Taxation der Grössen und der Entfernungen auf dem kranken Auge beirrt; das Doppelbild erscheint z. B. im ersteren Falle näher, grösser, und diese Beirrung des Urtheils muss in einigen Fällen auf die Angabe des Intervalls der Bilder störend einwirken.

Abgesehen von der Accommodation kann die Verwir-

Auge ist für einen engeren Mesoropter accommodirt; hiervon ausgenommen sind nur solche Fälle, wo präexistirende Unterschiede der Brechkraft vorhanden waren. Böhm's Versicherung, dass die schielenden Augen trotz der scheinbaren Kurzsichtigkeit physikalisch weitsichtig gebaut wären, hätte in diesem Kapitel zu wirren Vorstellungen führen können. Diese Ansicht stützt sich auf die Verbesserung des Sehvermögens am schielenden Auge durch Convexgläser, welche keineswegs weitsichtigen Bau beweist; der Nutzen von Convexgläsern beweist nur dann unbedingt Presbyopie, wenn durch eine Brille von bekannter Brechkraft in grösserer Entfernung, als mit einem normalen Auge erkannt wird; dass aber die pathologisch verringerte Tragweite eines Auges durch Convexgläser etwas erweitert wird, ist oft lediglich durch die Vergrösserung des Bildes zu erklären. Wir erstaunen darüber, dass dies Böhm unbekannt geblieben ist, wenn er pag. 81 seines Buches sagt: „Jeder weiss, dass Convexgläser nur Weitsichtigen dienlich sind.“ In der Dämmerung, oder bei schwacher künstlicher Beleuchtung kann ein normalsichtiger Beobachter auch durch ein geeignetes Convexglas kleine Schrift weiter lesen, als mit blossen Auge, ja sogar bei Combination einer mässigen optometrisch nachweisbaren Myopie mit hochgradiger Amblyopie können Convexgläser von gewisser Stärke die Tragweite des Auges für kleine Objekte vermehren. — Ganz in derselben Weise verhält sich der Nutzen von Convexgläsern am convergirend schielenden Auge, welches nach sehr zahlreichen Messungen, die wir bei geeigneter Gelegenheit mittheilen werden, ausser der pathologischen Vergrösserung im Minimum des Gesichtswinkels (Amblyopia) und mangelnder Ausdauer (Hebetudo) an Accommodations-Beschränkung mit engerem Mesoropter leidet und in letzterer Beziehung auch physikalisch mit einem schwach kurzsichtigen Auge übereinstimmt, wenn auch die verringerte Tragweite desselben nicht auf Annäherung des Fernpunktes, sondern auf Amblyopie zu beziehen ist. — Wir würden hierauf nicht näher eingehen, wenn nicht die aus der irrigen Prämisse gezogene physiologische Schlussfolgerung, als könne übermässige Contraction eines Augenmuskels weitsichtigen Bau bedingen, dadurch, dass der Bulbus gegen das Fettpolster der Orbita gezogen und abgeplattet würde (Vergl. Böhm pag. 95), einer entschiedenen Berichtigung bedürfte.

rung der Projektion des Gesichtsfeldes auf Grund der alienirten Muskelthätigkeit die Resultate trüben. Am auffallendsten sind diese Störungen, wenn bei geschlossenem gesunden Auge die Impulse der Innervation unbehindert auf die Muskeln des kranken Auges gelenkt werden. Schliesst man z. B. bei einer unvollkommenen Lähmung des Abducens das gesunde Auge und lässt nun mit dem kranken einen gerade aus oder leicht nach aussen liegenden Gegenstand fixiren, so giebt der Kranke die Lage des Objekts keineswegs richtig an, sondern er projectirt dasselbe beträchtlich mehr nach der Aussenseite. Um sich hiervon zu überzeugen, lässt man den Kranken mit ausgestrecktem Finger schnell auf das Gesichtsojekt zustossen; macht er die Bewegung zu langsam, so erhält man das genannte Resultat nicht, weil er nun den Gang des Fingers mit dem Gesicht controlirt und die Abweichung desselben vom Ziele zur Zeit corrigirt. Unmöglich kann die genannte Erscheinung von Excentricität des Netzhautbildes abhängen, da die Verhältnisse so ausgewählt sind, dass der Kranke die Sehaxe richtig einstellt; dieselbe rührt vielmehr lediglich von der Störung des Muskelgefühls her. Um nämlich dem Auge die erforderliche Stellung zu geben, muss der schwächer innervirte Abducens einen starken Contractions-Impuls empfangen, welcher für normale Verhältnisse der Innervation eine weit exkursivere Zusammenziehung des Muskels bewirken würde; es ist also dem Kranken gleichsam so zu Muth, als richte er das Auge weit mehr nach aussen, als es wirklich der Fall ist, und demgemäss setzt er auch das ganze Gesichtsfeld viel mehr nach aussen von seinem Körper. Die Physiologie des Gesichts beweist uns, dass die Lage der Bilder auf der Netzhaut wohl für das scheinbare Zueinander der Gesichtsobjekte den genauen Regulator abgiebt, dass aber die Lokalisation des Gesichtsfeldes im Allgemeinen wesentlich vom Gefühl der Contraction in unsern Augenmuskeln abhängt. Die zum Theil anatomisch angelegte, zum Theil durch Uebung erworbene Harmonie zwischen der Augenstellung, Kopfstellung, Körperhaltung heisst uns das Ge-

sichtsfeld in gewohnter Weise projeciren. Ist demnach die Innervation, welche der Bewegung des Auges dient, krankhaft alienirt, so wird auch das Urtheil über die Lage des Gesichtsfeldes zu unserem Körper verrückt sein; Scheinbewegungen, die sonst beim Wandern des Bildes auf der Netzhaut durch das Muskelgefühl corrigirt werden, sehen wir in solchen Fällen zur Wahrnehmung gelangen. — In diesen Umständen beruht auch der Gesichtsschwindel, den wir bei Augenmuskellähmungen so häufig wahrnehmen. Wird das gesunde Auge geschlossen, so geht selbst bei vollkommener Fixation mit dem betroffenen Auge der Kranke nicht gerade auf das Ziel, sondern irrt nach der Seite des paralysirten Muskels an demselben vorüber, oder lenkt bei langsamerer Bewegung allmählig, seinen Irrthum bemerkend, auf dasselbe ein. Wir können das Phänomen experimentell sehr leicht nachahmen, wenn wir der Zusammenziehung eines Muskels willkürlich ein mechanisches Hinderniss setzen: dann wird, so wie wir die Zusammenziehung des behinderten Muskels in Anspruch nehmen, das ganze Gesichtsfeld nach Seiten dieses Muskels hin verrückt. Allmählig pflegt der Kranke, wenn er gezwungen ist, das afficirte Auge zu benutzen, diese Irrthümer dadurch zu corrigiren, dass er nun die Haltung des eignen Körpers, welche er durch die Summe der verschiedenen Muskelspannungen fühlt, mehr und mehr dem Auge unterwirft und so die Disharmonie mit dem äusseren Gesichtsfelde annulirt. So sieht man den Gesichtsschwindel nach Operationen von Strabismus und Contractur-Paralysen, der zuweilen dem Kranken kaum einen Schritt zu gehen gestattet, ohne zu fallen, meist sehr bald weichen. Vor einiger Zeit operirte ich eine Kranke, bei welcher durch frühere Schieloperation die beiden Augen vollkommen unbeweglich und im höchsten Grade divergent geworden waren. Nachdem ich die musculi recti interni wieder hervorgeholt und sowohl eine vollkommen befriedigende Gleichgewichtsstellung, als die seit 13 Jahren verlorene Beweglichkeit nach innen wieder erhalten, war die Kranke mehrere Tage hindurch nicht im Stande, das Sopha zu

verlassen. Aber schon nach 14 Tagen war jede Spur von Gesichtsschwindel verschwunden. Anders ist es, wenn bei ungenauem Sehakt oder vollkommener Unbeweglichkeit die gewünschte Controle der Körperhaltung durch das Auge wesentlich behindert oder aufgehoben ist. In den gewöhnlichen Fällen von einseitiger Augenmuskelparalyse erhält man hierüber keine Rechenschaft, weil die Kranken allmählig die Eindrücke des afficirten Auges vollkommen zu unterdrücken pflegen; dagegen sah ich einen Fall von Parese des Abducens, wo nach mehrjährigem Bestehen das gesunde Auge durch einen Schlag incurabel erblindete; das nun in Funktion tretende Auge war seit vielen Jahren so amblyopisch, dass der Kranke keine grosse Druckschrift, auch nicht mit optischen Hilfsmitteln, erkennen konnte. Der Unglückliche war selbst nach 2 vollen Jahren noch nicht im Stande, sich richtig zu orientiren; regelmässig gab er die Objekte weit mehr nach aussen an, als sie lagen, und zwar um einen ziemlich constanten Winkel, was bei der vollkommen richtigen Fixation nur auf die Muskelaffectio zu beziehen war; hätte er beim Holzhauen den Gang des zu schnellen Beiles in derselben Weise mit dem Auge controliren können, wie wir die langsame Annäherung des Fingers an das Gesichtsobjekt controliren, so hätte er auch die zahllosen Verletzungen seiner einen Hand, welche diese fehlerhafte Orientirung mit sich brachte, vermieden. — Auf eine für die Heilung der Augenmuskellähmungen sehr einflussreiche Weise zeigt sich die Richtigkeit dieser Erklärung durch eine im vollkommen gesunden Auge eintretende Ablenkung nach Seiten des associirten Muskels, welche eintritt, sowie der paretische Muskel des kranken Auges beansprucht wird. Lassen wir z. B. bei einer Parese des Abducens das kranke Auge einen leicht nach aussen liegenden Gegenstand fixiren, so tritt sofort ein Strabismus convergens des gesunden Auges ein, und zwar wird der Grad der Ablenkung um so höher sein, als das Innervationshinderniss im kranken Abducens entwickelt ist; denn da nach den Gesetzen der associirten Bewegungen zwischen dem

Willensimpuls, der auf den Abducens der einen und den rectus internus der anderen Seite wirkt, immer ein gewisses Verhältniss stattfindet, so wird der Unterschied der wirklichen Excursionen um so erheblicher sein, als die Zusammenziehung des einen von beiden Muskeln behindert ist.

Es handelt sich darum, ob diese Verwirrungen in der Projektion die oben angeführten Berechnungen über die Excentricität der Doppelbilder unzuverlässig machen. In der That ist nicht zu läugnen, dass sich gewisse Schwankungen in den Resultaten allein hierdurch erklären, im Allgemeinen aber sind, wenn beide Augen geöffnet werden, die Fehlerquellen doch nicht gross, da wegen der synergischen Thätigkeit kein erhebliches Plus von Willenskraft während der associirten Bewegungen auf das eine Auge gerichtet werden kann. Somit kommt auch keine erhebliche Verrückung des Gesichtsfeldes zu Stande; es giebt hierbei vielmehr das gesunde Auge, welches der Fixation dient, den Regulator für die Willenskraft ab und die Ablenkung des anderen, wenn es bei unvollkommenen Paralysen für sich eingerichtet werden kann, ist der beste Beweis, dass es sich dieser Regulation unterordnen muss. Jedenfalls aber ist auf die genannten Umstände die grösste Achtung zu verwenden, wie überhaupt zu physiologischen Schlussforderungen sich nur wenige auserlesene Fälle eignen. So kommt es auf die bei verschiedenen Individuen so verschiedene Ausbildung des peripheren Sehens und auf die Verträglichkeit gegen Diplopie an, welche bei Einigen so gering ist, dass das eine Bild, wo irgend möglich, unterdrückt wird, ferner auf verschiedene Sehkraft beider Augen, besonders aber auf Unterschiede in der Associationsfähigkeit der Muskeln: Finden wir doch bei sehr vielen Kranken mit Oculomotorius-Lähmung, wenn wir das Gesichtsbjekt nach unten halten, auf dem kranken Auge nur eine minime Trochlearis-Rollung, die sich dann erst beim Verschluss des gesunden Auges in gewohnter Ausdehnung einstellt, wo sie natürlich zur Bestimmung der Excentricität nicht mehr dienen kann; in solchen Fällen

scheint sich die alleinige Contraction des Trochlearis nur unvollkommen oder gar nicht mit der combinirten zwischen diesem Muskel und dem rectus inferior der anderen Seite zu associiren. — Vor allen Dingen müssen bei allen diesen Untersuchungen, um Fehlerquellen möglichst zu eliminiren, nur Fälle von vollkommenen Lähmungen benutzt werden. So wie der rectus inferior im Allgeringsten mitwirkt, so ist ja von einer Schlussfolgerung auf die Drehungsaxe des Trochlearis keine Rede mehr. Ferner ist dies nöthig, damit bei Anwendung der prismatischen Gläser in der erst erwähnten Weise willkürliche Muskelkontraktionen die Resultate in Betreff der Excentricität am wenigsten gefährden.

Störend kann endlich bei Oculomotorius-Lähmungen in der Bestimmung der Drehungsaxe des Trochlearis die hinzutretende Wirkung des Abducens werden; ich vermeide sie dadurch, dass ich den Gegenstand recht nach innen und unten halte, so dass der Abducens möglichst unthätig bleibt. Bei vollkommenen Paralysen giebt die Berechnung aus der Diplopie überdies mannichfache interessante physiologische Resultate; ja es lassen sich, wenn z. B. bei einer Lähmung des Abducens das eine Auge nicht über die Mittellinie herausrückt, durch die scheinbaren Abstände der Doppelbilder Rückschlüsse auf die Lage der Knotenpunkte machen. Auch für die Bestimmung der Lage und Form des blinden Flecks habe ich solche Fälle benutzt; es verschwindet nämlich bei einer gewissen seitlichen Haltung des Objekts das eine Doppelbild und kehrt erst wieder, wenn eine gewisse Grenze überschritten ist. Interessant ist es hierbei, dass der blinde Fleck nicht durch Nachahmung des vom gesunden Auge wahrgenommenen Bildes, sondern immer auf die einfachste und natürlichste Weise vom Urtheil ausgefüllt wird. Wird z. B. ein Leuchter mit brennendem Lichte als Gesichtsbjekt genommen, und bei einer Lähmung des musculus abducens in der Weise nach aussen vom betroffenen Auge gehalten, dass das Licht in den blinden Fleck, die Flamme über denselben, der Leuchter unter denselben fällt, so verlängert das Urtheil des Kranken

die Flamme bis an das obere Ende des Leuchters, ohne zwischen Leuchter und Flamme ein Licht zu versetzen, wie es sich doch in dem Bilde des gesunden Auges vorfindet.

Es geht ferner aus diesen Beobachtungen, die ich in einer sehr grossen Reihe von Augenmuskellähmungen, Muskeldurchscheidungen auf alle erdenkliche Weise und nicht ohne grosse Mühe vervielfältigt habe, hervor, dass die Thätigkeit der schiefen Augenmuskeln durchaus eine willkührliche ist, und dass dieselben in dieser Beziehung gegen die einst verbreitete Anschauung mit den geraden Augenmuskeln vollkommen gleich berechtigt sind.

So einfach die Verhältnisse für die isolirte Wirkung zweier Muskeln auf den Bulbus sind, so schwierig und complicirt ist die Frage, welche Bewegungen in Gemeinschaft mit den übrigen Augenmuskeln von einem bestimmten Muskelpaare vollführt und wie der Spannungswechsel jedes einzelnen Muskels für das Zustandekommen der vielfachen Bewegungen des Augapfels benutzt wird. Während es sich oben um eine einfache physikalische Frage handelte, für deren Lösung uns die Berechnung ein absolut sicheres Resultat gewährt, drängen sich uns nun nicht bloß weit zusammengesetztere mechanische Grundlagen, sondern zugleich ein physiologisches Problem auf; wir haben es nicht mehr mit einer todten, in ihrem Drehpunkt fixirten Kugel zu thun, an deren Oberfläche eine Kraft von bestimmter Stärke und Richtung angebracht ist, sondern diese Kugel wird durch eine Anzahl von Kräften, die, wiewohl in schwankendem Grade, doch immer alle thätig sind, balancirt; einmal findet für eine jede Rotation unter solchen Verhältnissen ein zusammengesetzter Widerstand statt, dessen Quantum in jedem Momente der vorrückenden Bewe-

gung ein anderes ist, sodann aber handelt es sich hier um kombinirte Muskelthätigkeiten, die nicht blos von physikalischen Verhältnissen, sondern auch vom Einflusse des Nervensystems wesentlich abhängig sind. Aus diesem Grunde können wir selbst durch die tiefste physikalische Analyse die Bewegungen des Auges nicht mit Sicherheit erkennen, denn nicht eine jede Stellung des Bulbus braucht zu existiren und eine jede existirende kann durch sehr verschiedene Muskelkombinationen erreicht werden; welche von diesen Möglichkeiten die reale ist, wissen wir von vorn herein nicht. Fick *) hat nach genauer Bestimmung der Ansatzpunkte und Richtung der Muskeln die Bewegungen des menschlichen Auges durch einen sehr tiefgehenden Calcul zu ergründen gesucht. Hierbei bleiben die oben angegebenen physiologischen Hauptfragen unerörtert; die erste derselben, welche Bewegungen überhaupt vorkommen, die eigentliche Existenzfrage, wird gar nicht berührt, der zweiten aber, wie sie zu Stande kommen, wird, um sie abermals dem Calcul zu überliefern, über eine physiologische Hypothese hinweggeholfen. Es folgt nämlich der genannte Autor, um von den verschiedenen möglichen Combinationen die wahre herauszufinden, der Annahme, dass man eine jede Bewegung mit der möglichst geringen Gesamtanstrengung macht. So sehr sich auch nun diese Annahme durch ihre Einfachheit empfiehlt, so halten wir sie doch für unzulässig. Die in den Gesetzen des Nervensystems liegende Association der Bewegungen führt oft zu bedeutendem Kraftaufwand. Ob dieser Aufwand an lebendiger Kraft als Widerstand empfunden wird, wie es Fick durchweg für wahrscheinlich hält, hängt von der verschiedenen Herrschaft des Willens über

*) Die Bewegungen des menschlichen Augapfels in Henle und Pfeuffer. Neue Folge, Band IV. Heft 1.

die Muskeln, von der natürlichen Uebung derselben u. s. w. ab. Wenn wir die Bewegungen des gesammten menschlichen Körpers durchgehen, wie vielen überflüssigen Muskelkontraktionen begegnen wir, die unnützen Kraftaufwand mit sich bringen! Zum Theil sehen wir neben den intendirten Bewegungen unzweckmässige Mitbewegungen auftreten, zum Theil aber die verschiedensten Spiele sich gegenseitig aufhebender Spannungen. So gut als wir bei einer gewissen seitlichen Lage des Gesichtsobjekts zur Einrichtung der Sehaxen die Kopfwendung der Augendrehung vorziehen oder mit derselben verbinden, obwohl die erstere ungleich mehr lebendige Kraft erfordert, so gut wird auch die zur Fixation dienende bestimmte Stellung des Bulbus nicht nothwendig mit dem geringsten Aufwande von Kraft erreicht. *)

Und nirgends spielen ja die Associationen auf eine so merkwürdige Weise, als gerade im Auge, wo die Muskelenergieen fortwährend durch die Verhältnisse des Schaktes angefacht und moderirt werden. Was nutzt es uns z. B. zu wissen, dass ohne Thätigkeit des Rect. internus die Hornhaut noch bedeutend nach innen, ohne Thätigkeit des Rect. extern. noch bedeutend nach aussen gewendet werden kann, wenn uns doch die Erfahrung bei Muskellähmungen und Durchschneidungen hierüber ganz abweichende Resultate liefert, weil nämlich die vi-

*) Schon die auffallenden individuellen Verschiedenheiten widerlegen das Princip. Wenn ein gewandter Mensch, um eine gewisse zweckmässige Bewegung, z. B. bei einer chirurgischen Operation auszuführen, nur die Fingergelenke benutzt, setzt ein anderer weniger Gewandter Handgelenk oder gar Schultergelenk in Bewegung, und verschwendet so lebendige Kraft. Noch ein anderer bewegt zwar nur die Finger, aber spannt einen grossen Theil der Armmuskeln hierbei an, die sich zwar einander aufheben, aber doch der ausgeführten Bewegung etwas schwerfälliges unlenkbares geben. Es ist für mich kein Zweifel, dass ähnliche Verschiedenheiten auch für die Bewegungen des Auges vorkommen, und die Unterschiede in der Rapidität und Leichtigkeit des Blicks zum Theil begründen.

kariirenden Muskeln in ihrer Combination unfähig oder nicht geübt sind. Wir wiederholen, es handelt sich nicht um die möglichen Bewegungen, sondern um die wirklichen, und über diese letzteren wird uns die genaueste physikalische Analyse keine Sicherheit geben, so sehr wir auch dieselbe als „eine Vorarbeit zu physiologischen Untersuchungen“ gelten lassen, und in dieser Beziehung den Fickschen Berechnungen die vollgültigste Anerkennung schenken. Wenn aber derselbe Autor von den bisherigen physiologischen Experimenten über Augenmuskeln nicht eben mit grosser Achtung spricht, so sollte sich dieses füglich nur auf rohe, wenig umsichtige Versuche und vor-eilige Schlüsse beziehen. Die wahre Lösung liegt allein im physiologischen Experiment und wir bedauern es lebhaft, dass Fick gerade die Donderssche Arbeit nicht hat zu Gesichte bekommen können, an deren Spitze in kurzen Worten ein Grundsatz geschrieben ist, welcher uns für dies ganze Studium von ausserordentlich grossem Einfluss erscheint: „Erst wenn die Bewegung gegeben ist, lässt sich nach den bewegenden „Kräften fragen, und kennt man einmal die Richtung, „in welcher die bewegenden Kräfte, die Muskeln, auf „den Augapfel einwirken, so ist man im Stande, das „Quantum der Verkürzung und die Kraftäusserung für „jeden Muskel, bei einer jeden bekannten Bewegung, „mathematisch zu bestimmen.“

Und eben zu der Kenntniss der Bewegungen liefert uns die treffliche Arbeit des Holländischen Gelehrten einen sehr wichtigen Beitrag.*) Sie begründet eigentlich zuerst die Existenzfrage der Augenbewegungen.**)

*) Holländische Beiträge, I. Band, 2. Heft.

**) Dennoch müssen wir bekennen, dass wir das „Quantum der Verkürzung“ und die „Kraftäusserung“ durchaus als zwei verschiedene Dinge ansehen, und dass hiernach der Rückschluss aus den Bewegungen auf die bewegenden Kräfte immer noch hier und da ein misslicher

Um eine Stellung des Bulbus genau zu bestimmen, muss man, wie Donders angiebt, bei bekannter Lage des Drehpunktes einmal die Richtung der Sehaxen, zweitens die Stellung der Meridiane genau kennen. Das erste ist leicht zu ermitteln, weil der direkt gesehene Punkt sich in der Verlängerung der Sehaxe befindet. Weit schwieriger ist die Ermittlung der Meridiansstellung. John Hunter *) hat zuerst die Meinung geäußert, dass der Bulbus sich radförmig um die Sehaxe drehe, wenn wir den Kopf nach einer Schulter neigen, und diese radförmige Drehung den schiefen Augenmuskeln zugeschrieben. Johannes Müller **) suchte sich hiervon zu versichern, indem er verschiedene Punkte im Weissen des

sein wird; ein Muskel kann sich auch passiv verkürzen, indem sein Längenmass sich einer bestimmten, von einem anderen Muskel hervorgerufenen Bewegung anschliesst; ist hierbei einige Thätigkeit der Innervation nicht wegzuleugnen, so steht dieselbe doch zum Grade der Verkürzung nicht in constanter Proportion, wie auch umgekehrt eine geringe Verkürzung von einer sehr bedeutenden Erregung des Muskels hervorgerufen werden kann, wenn von anderen Seiten her der Widerstand erhöht wird. Bei der Innenwendung der Hornhaut verkürzen sich offenbar Rect. superior und inferior, und doch tragen sie sicher zu der Bewegung wenig bei, da sie nach durchschnittenem oder gelähmtem Internus dieselbe nur andeutungsweise vollführen können (Siehe oben S. 8.). In derselben Weise ist auch das Quantum von Verlängerung mit der Erschlaffung nicht proportional, da ein verlängerter Muskel einen sehr verschiedenen Grad von Resistenz oder Spannkraft verbietet. Demnach kann die Stellung des Bulbus wohl einen Schluss auf den Verkürzungsgrad, aber nicht unbedingt auf die Kraftäusserung der Muskeln gestatten. Wissen wir doch, dass diese neben der Stellung des Bulbus durch andere Verhältnisse, namentlich durch die Accommodation, wesentlich bestimmt wird. Dies erwähne ich nur, um einem Missverständniss vorzubeugen, welches sicher nicht in dem Sinne, aber vielleicht in den Worten des ausgezeichneten Physiologen liegt.

*) Bemerkungen über die thierische Oekonomie, im Auszuge mit Bemerkungen versehen von K. F. A. Scheller. Braunschweig 1802. Seite 348---50.

**) Zur vergleichenden Physiologie etc. Seite 254.

Auges mit Dinte bezeichnete; er konnte sich hierbei von einer Neigung der Meridiane nicht überzeugen.

Einen wichtigen Impuls erhielt dieser Gegenstand durch Hück's Arbeit über die Axendrehung. Derselbe suchte zu beweisen, dass bei der Neigung des Kopfes nach der Schulter das Auge eine entgegengesetzte Rollung um die Sehaxe eingehe, so dass, wenn die Kopfneigung nicht über 25° beträgt, der vertikale Meridian vertikal bleibt; wenn dagegen die Kopfdrehung mehr beträgt, so sollte das Auge seine ursprüngliche Stellung im Verhältniss zur Orbita durch eine der früheren gerade entgegengesetzte Drehung, welche unter zuckenden Stössen erfolgt, wieder annehmen. Er glaubte sich hiervon zu überzeugen, indem er sich die Lage einzelner Conjunctivalgefässe genauer einprägte. Hierauf basirte Hück nicht allein das Ausbleiben von Scheinbewegungen bei der seitlichen Kopfneigung, sondern auch das Einfachsehen und die natürliche Orientirung in Betreff der Neigung der Gesichtsobjekte. Es sollte nun die erwähnte Rollung von den schiefen Augenmuskeln abhängen, und gerade hierin die wichtigste Funktion dieser Muskeln bestehen. Dieselbe Ansicht wurde einige Jahre später von Burow *) unabhängig von Hück's Angaben vertheidigt; derselbe beobachtete die Rollung nicht allein an Conjunctivalgefässen, sondern auch an der Iris, welche bei ihm eine markante Unregelmässigkeit darbot. Hück's Theorie wurde von den meisten neueren Physiologen angenommen, wiewohl sich über die Nebenumstände verschiedene Meinungen geltend machten; so sollte nach Einigen die Rotation nur bei der Fixation naher, nicht aber bei der entfernter Objekte (Touretal), nach Andern nicht um die Sehaxe, sondern um die Seh-

*) Beiträge zur Physiologie und Physik des menschlichen Auges. Berlin, 1842.

nervenaxe (Sczokalsky) stattfinden. Ferner konnte eine Rotation sowohl um die Sehaxe als um die Sehnervenaxe wegen der Muskelrichtung nicht allein von den Obliquis abhängen, sondern es mussten gleichzeitig die Recti zur Fixation dieser Axen thätig sein. Bei allem waren die vergleichend-anatomischen Ergebnisse (Struthers) der Hückschen Ansicht, dass die schiefen Augenmuskeln das Hauptagens solcher Rollbewegungen seien, keineswegs ungünstig.

Wenn man über die Erscheinung selbst ziemlich im Sicherem war, so war man es doch keineswegs über die von Hück vertheidigte Nothwendigkeit der Drehung für die Funktionen des Auges. Tourtual bewies, dass die Scheinbewegungen bei seitlicher Neigung des Kopfes eben so gut durch das Muskelgefühl annullirt werden könnten, wie bei den gewöhnlichen Kopfwendungen, dass auch das Einfachschen durch die ausbleibende Rollbewegung keineswegs aufgehoben würde.

Der erste, der überhaupt das Phänomen bezweifelte, war Ritterich.*) Dieser Autor hält die Conjunctiva ihrer Verschiebbarkeit wegen für ein sehr täuschendes Kriterium in Betreff der Rollbewegungen, die Iris muss nach ihm als Maassstab dienen; wenn man nun eine durch Pigmentpunkte markirte Iris recht genau abzeichnet und nach der Drehung des Kopfes um 90° die Configuration der Iris mit der früher entworfenen Zeichnung vergleicht, so findet man, dass keine Hücksche Rollung des Auges stattgefunden hat. Dies würde also direkt gegen Burow's Beobachtung an der Iris sprechen, ein Widerspruch, welchen die Dondersschen Resultate erklärlich machen. Im Uebrigen würde das Ritterichsche Argument eigentlich erst dann schlagend sein, wenn er den Kopf nicht um 90° , sondern nur um $20-25^\circ$ ge-

*) Ritterich. Das Schielen und seine Heilung. Leipzig 1843.

dreht, da Hück's Ansicht zufolge die Rollung nicht allein aufhört, wenn die Kopfdrehung diese Grenze überschreitet, sondern sogar durch eine der ursprünglichen entgegengesetzte Drehung der vertikale Meridian seine frühere Stellung zur Orbita wieder annimmt. Was Ritterich in Betreff der Scheinbewegung gegen die Hücksche Ansicht sagt, scheint uns auf einem Missverständniss zu beruhen; er glaubt nämlich, Hück's Annahme sei, dass erst, nachdem die Kopfdrehung schon einen gewissen Grad erreicht habe, die Rollung um die Sehaxe einträte, in welchem Falle allerdings 2 Scheinbewegungen statthaben müssten: die erstere, weil die vertikalen Meridiane sich anfangs mit der Orbita neigen, und so das Bild auf der Netzhaut wandert; die zweite, entgegengesetzte aber, wenn bei eintretender Rollbewegung der vertikale Meridian seine Stellung in der Orbita verlässt, um wieder die vertikale Stellung im Raume einzunehmen. Hück meint aber, dass die Rollung sofort mit der Kopfbewegung eintritt, und indem sie diese compensirt, das Wandern des Netzhautbildes und somit die Scheinbewegung verhindert, dass aber, wenn die Kopfdrehung das oben angegebene Quantum exceedirt und der vertikale Meridian nicht mehr im Raume vertikal bleiben kann, derselbe nun seine primitive Stellung zur Orbita unter der fraglichen Scheinbewegung wieder annimmt. Nur bei sehr raschen, besonders oft wiederholten Kopfeignungen, meint Hück, folge die Rotation nicht schnell genug, und dies Zurückbleiben derselben erkläre ein Schwanken der Gesichtsobjekte. — Endlich hielt Ritterich die Rollung nicht bloß für unnöthig in Betreff des Sehakts, sondern er hielt sie auch aus anatomischen Verhältnissen geradezu für unmöglich. Berechnet man nämlich die Bögen, mit welchen die schiefen Augenmuskeln den Bulbus umschliessen, und geht von der Annahme aus, dass dieselben sich um $\frac{1}{2}$ oder

$\frac{1}{4}$ ihrer Gesamtlänge verkürzen können, so würde der Obliquus inferior nur eine Rollung um 12° , der trochlearis um 5° hervorbringen. Hiergegen aber müssen wir bemerken, dass das Quantum der Verkürzungsfähigkeit für verschiedene Augenmuskeln ein sehr verschiedenes ist, was wohl nicht allein in Unterschieden des Baues und Innervation der Muskeln, sondern auch in den Widerstandsverhältnissen liegt, es könnten also die schiefen Augenmuskeln einer stärkeren Verkürzung fähig sein, als die geraden; ferner hat Ritterich die Längenausdehnung der schiefen Augenmuskeln im Verhältniss zur Peripherie des Bulbus beträchtlich zu gering angegeben; endlich durfte die Berechnung für den Obliquus superior sich nicht blos auf den Theil des Muskels zwischen trochlea und Insertion beziehen. Es schien uns deshalb aus dem letzterwähnten Grunde nichts anderes hervorzugehen, als dass Hüeck die Rollung um Einiges zu excursiv angegeben hat.

So sehr wir nun heut zu Tage mit der Ritterichschen Ansicht übereinstimmen, und dessen Verdienst, die Wahrheit in diesem Punkt zuerst ausgesprochen zu haben, anerkennen, so waren doch, wie aus dem Gesagten hervorgeht, die angeführten Gründe nicht scharf genug, um die Hüeckschen Vorstellungen zu verdrängen. Ausserdem hatte sich Ritterich über die Verhältnisse der Fixation bei seinen Versuchen gar nicht erklärt, deren Wichtigkeit bereits von mehreren Seiten hervorgehoben war, so dass auch hierin seine negativen Resultate begründet werden konnten. Ich selbst war früher ein Anhänger der Hüeckschen Rollbewegungen, um so mehr, als ich mich von denselben an Kaninchen und Fischen nicht allein auf das Schlagendste überzeugt, sondern, wie ich es unten anführen werde, die Detailumstände derselben genau erforscht hatte. Erst als ein glücklicher Zufall vor einigen Jahren

mich in London mit Donders zusammenführte, wurde ich durch dessen Arbeiten eines Besseren belehrt. Derselbe hatte ein neues sinnreiches Mittel, die Stellung des vertikalen Meridians bei den Augenbewegungen zu berechnen, benutzt, ein Mittel, welches Rüte*) zuerst in Andeutung gebracht, ohne es aber in dieser Beziehung zu verwerthen. Er sah einen vertikalen, gefärbten Faden so lange an, bis er ein Nachbild desselben auf seiner Netzhaut gewonnen; nothwendig musste sich dieses Nachbild im vertikalen Meridian seines Auges befinden. Nachdem dies geschehen, vollführte er mit seinem Auge die verschiedensten Bewegungen, für welche er die Stellung der Meridiane genauer bestimmen wollte, und mass nun die Winkel, welche das auf seiner Netzhaut befindliche Nachbild mit einer im Raume vertikalen Linie machte. Da die Richtung des Nachbildes nothwendig die Richtung des vertikalen Meridians bezeichnen musste, so konnte er für jede Bewegung die Meridianstellung bestimmen. Bei diesen höchst sinnreichen Forschungen stellte sich nun heraus, dass die Axendrehung im Hückschen Sinne nicht existire, dass vielmehr, wenn man den Kopf genau um seine von vorn nach hinten gehende Axe dreht, sich der vertikale Meridian genau um eben so viel von seiner primitiven Lage im Raume ablenkt, als sich die vertikale Axe des Kopfes neigt. Wurde dagegen der Kopf gleichzeitig etwas nach vorn oder hinten gebogen, so trat eine, nach den genaueren Umständen variirende Neigung des Meridians ein. — Donders war zu diesem Resultat übrigens auch durch

*) Rüte's Lehrbuch der Ophthalmologie S. 14. „Hück, Volkmann und ich glaubten früher, die Obliqui dienten dazu, die vertikalen Durchmesser der Augen bei den verschiedensten Bewegungen des Auges und des Kopfes stets vertikal und parallel zu erhalten, die Falschheit dieser Ansicht geht aber zur Genüge aus der Stellung der Nachbilder bei den Bewegungen des Auges und des Kopfes hervor.

objective Versuche gelangt; indem er nämlich den Kopf so nach der Schulter neigte, dass die Sehaxe immer senkrecht auf der Angesichtsfläche blieb, konnte er, wenn er seine Augen im Spiegel sah, an den Conjunctivalgefässen nicht die geringste Drehung mehr wahrnehmen; dagegen stellte sich sofort eine scheinbare Drehung um die Sehaxe ein, so wie der Kopf etwas nach vorn oder hinten gebogen wurde und dadurch die Sehaxe von ihrer senkrechten Lage auf der Angesichtsfläche abwich; dies Letztere macht sich dadurch kenntlich, dass die Hornhaut einen anderen Platz in der Lidöffnung annimmt, worauf man sowohl, wenn der Versuch mit den eigenen Augen im Spiegel, als wenn er mit einem Anderen angestellt wird, besonders achten muss. Auf die schlagendste Weise hat Donders sich dadurch von der Abwesenheit der Rollbewegungen bei unverrückter Sehaxe überzeugt, *) dass er den Spiegel an seinem eigenen Kopfe parallel der Angesichtsfläche befestigte, und hiedurch gezwungen war, um das Spiegelbild seines Auges zu sehen, bei allen Bewegungen die Sehaxe senkrecht auf die Angesichtsfläche einzustellen. — Sind nun die scheinbaren Rollbewegungen nicht von der Drehung des Kopfes um eine von vorn nach hinten gehende Axe, sondern von einer verschiedenen Neigung der Sehaxe zur Angesichtsfläche abhängig, so erklären sich hierdurch die verschiedenen Resultate der Autoren, sowohl bei der Beobachtung Anderer, als bei der Beobachtung der eigenen Augen im Spiegel. Wird z. B. von dem Beobachteten ein naheliegender Gegenstand, wie ein Gesichtstheil des Beobachters fixirt, und nun der Kopf nach der Schulter geneigt, so muss nothwendig Behufs der Fixation eine nach der Kopfdrehung wachsende Neigung der Sehaxe zur Angesichtsfläche stattfinden, und es sind somit

*) Holländische Beiträge Heft 3.

die Bedingungen zur scheinbaren Axendrehung gegeben; wird dagegen ein entfernter Gegenstand fixirt, so ist der Wechsel der Neigung verschwindend klein, und es bleibt, vorausgesetzt, dass der Kopf nicht nach vorn oder hinten geneigt wird, die scheinbare Axendrehung aus, wie *Tourtual* es bemerkt hat. — Diese *Donders'schen* Versuche habe ich häufig wiederholt und deren Richtigkeit in den verschiedensten Fällen vollkommen bestätigt gefunden. Besonders günstig, um sich von einer etwaigen Axendrehung zu überzeugen, schienen mir Fälle von *Iris-Colobom*, künstlichen Pupillen und von transversalen Hornhautnarben, wie man sie nicht selten zu Gesicht bekommt. Wurde z. B. die Axe des *Iris-Coloboms* oder die Richtung der linearen Hornhautnarbe bestimmt, und dann der Kopf recht genau um seine von vorn nach hinten gehende Axe gedreht, während der Kranke einen möglichst entfernten Gegenstand fixirte, hierauf abermals die Richtung der erwähnten Linien bestimmt, so hatten dieselben ihre Lage zum Kopf nicht im mindesten verändert, d. h. ihre Verlängerungen trafen genau dieselben Theile des Angesichts. Es erklärt sich auch aus den *Donders'schen* Resultaten der diametrale Gegensatz zwischen dem *Burow'schen* und *Ritterich'schen* Versuch an der Iris; offenbar muss bei *Burow* eine Verrückung der Sehaxen stattgefunden haben, während *Ritterich* dieselbe vermied. Beim Versuch mit den eigenen Augen am Spiegel kommt es, wie *Donders* treffend bemerkt, schon von vorn herein auf die Haltung des Spiegels an; ist derselbe z. B. nach vorn geneigt, während der Beobachter aufrecht steht, so muss Behufs der Fixation die Sehaxe von der senkrechten auf der Angesichtsfläche nach oben abweichen.

Nachdem nun *Donders* gefunden hatte, dass bei unverrückter Sehaxe keine von der Kopfneigung abhängige Axendrehung stattfindet, dass dagegen eine solche

wahrgenommen wird, wenn die Schaxe gewisse Neigungen zur Angesichtsfläche eingeht, so handelte es sich darum, in diese letzteren Bedingungen nähere Einsicht zu gewinnen. Behufs dieser Ermittlung wandte er sich wieder zu dem Versuche mit den Nachbildern und fand, dass bei parallel gerade aus, parallel nach oben, parallel nach unten gerichteten Schaxen die vertikalen Meridiane vertikal bleiben, dass dies ebenfalls stattfindet, wenn die Schaxen gerade nach der Mittellinie hin, gleichviel nach oben oder nach unten, convergiren, dass sie dagegen ihre vertikale Lage verlieren, so wie die Schaxen seitlich nach oben und nach unten gerichtet werden; immer bleiben sie aber bei diesen Neigungen in beiden Augen parallel, was sich dadurch kundgiebt, dass das Nachbild beider Augen immer einfach ist. Die genauere Untersuchung zeigt, dass bei der Richtung der Schaxen nach links und oben der vertikale Meridian: nach links, bei der Richtung nach rechts und oben: nach rechts, bei der Richtung nach links und unten: nach rechts, und bei der Richtung nach rechts und unten: nach links geneigt wird. Sehr interessant wäre es freilich gewesen, die Gesetze dieser Ablenkungen zu ermitteln, was Donders in seiner Abhandlung für später versprochen hat. Ich selbst hätte diesen Gegenstand gern weiter verfolgt, wenn nicht das Experimentiren mit den Nachbildern für mich sehr schwer und deshalb für meine durch die ophthalmologische Praxis ohnehin sehr angestrengten Augen zu angreifend wäre. *) — Ein inter-

*) An Kranken, welche bei anderweitigen Symptomen von Hyperästhesie der Netzhäute, auch über rasch eintretende und andauernde Nachbilder klagten, habe ich wiederholentlich zu experimentiren Gelegenheit gehabt. Das Ausbleiben der Meridiauneigung bei der einfachen Kopfdrehung war immer nachweisbar. Als Maximum für die Meridiauneigung fand ich bei der möglichst seitlichen Richtung der Schaxe nach oben 25—30°, etwas geringer schien die Neigung zu sein für die

essantes Faktum ist ferner in den Donders'schen Resultaten, dass es bei der Stellung des Meridians wesentlich auf die accommodativen Verhältnisse ankommt: Wird z. B. die Sehaxe des rechten Auges nach oben und leicht nach links gestellt, so bleibt, wenn hierbei ein in der Mittellinie befindlicher Gegenstand fixirt wird, der vertikale Meridian dieses Auges vertikal, wenn dagegen ein entfernterer auf der linken Seite liegender Gegenstand fixirt wird, so neigt sich der vertikale Meridian nach links; es wird sich also, indem wir bald die eine bald die andere Bedingung setzen, ohne irgend eine Veränderung in der rechten Sehaxe doch die Meridianstellung verändern.

Die nähere Erklärung dieser Thatsache scheint mir folgende zu sein. Bei den associirten Bewegungen hat die Spannung des in Kontraktion begriffenen Muskels weit mehr Uebergewicht über die Spannung der anderen Augenmuskeln, als bei den accommodativen Bewegungen. Bei diesen letzteren treten alle Augenmuskeln mehr in Wirksamkeit, und wenn der eine oder andere für die Stellung der Hornhaut den Ausschlag giebt, so ist dies die Folge der überwundenen, aber dennoch fortexistirenden Resistenz Seitens der andern Muskeln. Hierfür geben namentlich Fälle von Muskellähmungen schöne Belege. Während in solchen Fällen die Einrichtung des Auges bei den associirten Bewegungen nach einer gewissen Richtung vollkommen normal sein kann, weicht nicht selten das Auge ab, wenn wir ganz dieselbe Richtung Behufs der Accommodation für einen naheliegenden Gegenstand in Anspruch nehmen, weil sich bei höherer Spannung sämmtlicher Augenmuskeln der ausbleibende Zug des gelähmten Muskels störend für die Stellung des Auges herausstellt, während derselbe Muskel bei den seitlichen Bewegungen im Zustande physiologischer Er-

möglichst seitliche Richtung nach unten. Zu einem Gesetze bin ich zur Zeit nicht gelangt.

schlaffung ist und deshalb die aufgehobene Innervation desselben keine Störungen macht. — Ebenso habe ich neuerdings durch Beobachtungen des Venenpulses auf der Netzhaut Gelegenheit gehabt, mich davon zu überzeugen, dass dieser Puls bei Accommodation in die Nähe zunimmt, was entschieden für die Vermehrung des seitlichen Muskeldrucks spricht. — Wenden wir diese Thatsache auf den in Rede stehenden Fall an, so glaube ich, dass für die Accommodation bei einem in der Mittellinie und nach oben liegendem Gegenstande der vertikale Meridian deshalb vertikal bleiben kann, weil nun die übrigen Muskeln der Neigung desselben durch den Rect. superior mehr Widerstand entgegensetzen; nach innen neigend wirken unter solchen Umständen auf den Meridian *Musculus rectus superior* und *obliquus superior*, nach aussen neigend *Musculus rect. inferior* und *obliquus inferior*. Wenn bei Erschlaffung des Rect. inferior und *Obliquus superior* während der associirten Bewegungen der gewöhnliche Ausschlag für den vertikalen Meridian zu Gunsten des Rect. super. und nicht des *Obliquus inferior* eintritt, so wird bei Resistenz der beiden anderen Muskeln während der Accommodation auch das Plus des Widerstandes auf Seiten des Rect. inferior und nicht des *Obliquus superior* sein; da der Rectus inferior den vertikalen Meridian nach aussen neigt, so kann der letztere nun eher in seiner vertikalen Lage erhalten werden. — Auf der anderen Seite kann schon zur Erhaltung des Einfachsehens, wozu in dieser Stellung offenbar die senkrechte Lage des Meridians erforderlich ist, eine willkürliche Veränderung in der Innervation der einzelnen Muskeln zu Hülfe gezogen werden.

Für die Donders'schen Resultate in Betreff der Neigung der Meridiane bei schiefer Stellung der Sehaxe kann man auch in einzelnen Fällen von Lähmung der geraden Augenmuskeln schlagende Belege finden. Ist z. B. der *Musculus abducens* auf der einen Seite gelähmt, und wird nun ein vertikaler Gegenstand nach aussen und oben vom betroffenen Auge fixirt, so er-

scheint das Doppelbild dieses Gegenstandes, welches dem gelähmten Auge zukommt, nicht gerade, sondern schief nach innen geneigt. Es ist dies so zu erklären, dass, während das gesunde Auge in der Stellung nach innen und oben seinen vertikalen Meridian etwas nach innen neigt, das gelähmte Auge, welches nur gerade nach oben, aber nicht nach aussen und oben sich bewegen kann, den vertikalen Meridian nahezu vertikal erhält; es muss deshalb wegen des aufgehobenen Parallelismus der Meridiane nothwendig der Parallelismus der beiden Doppelbilder aufhören, und da das in den geneigten Meridian des gesunden Auges einfallende Bild den Verhältnissen des normalen Sehens conform für gerade gehalten wird, so muss nothwendig das Bild des kranken Auges in der erwähnten Weise schief erscheinen. Es beweisen auch diese Beobachtungen, die ich so glücklich war, an drei Fällen von Abducenslähmungen wiederholen zu können, dass die Schiefstellung der Meridiane wirklich an das Zustandekommen einer bestimmten Schaxenstellung gebunden ist, und dass dieselbe durch die Verhältnisse des Schakts, namentlich des Einfachsehens, wesentlich regulirt wird; denn der *Musculus abducens* selbst hat ja mit der Stellung des vertikalen Meridians nichts zu thun, aber die Lähmung desselben macht eine bestimmte Stellung der Sehaxe unmöglich und es bleiben nun auch die mit einer solchen Stellung verbundenen Muskelwirkungen aus. Doppelsehen ist unter solchen Verhältnissen doch einmal vorhanden und es ist keine weitere Störung für den Schakt, ob das eine Bild schief erscheint oder nicht. —

Die weitere Frage, welche Donders aufwirft, ist die über die bewegenden Ursachen der genannten Schiefstellung. Er kommt aus unbestreitbaren Schlussfolgerungen zu dem Grundsatz, dass bei der seitlichen Richtung der Sehaxe nach oben, gleichviel nach rechts oder

links, der *Musculus obliquus inferior*, bei der nach unten der *Musculus obliquus superior* der thätige Muskel sei, denn wenn auch die wirkliche Ablenkung des Meridians nur bei der Seitenrichtung nach aussen den erwähnten Obliquis entspricht, bei der Richtung nach innen denselben entgegengesetzt ist, so darf nicht vergessen werden, dass bei der letztgenannten Stellung der Sehaxe der *Musculus rectus superior*, resp. *inferior* wirksam sind, welche mit wachsender Innenwendung der Hornhaut auch einen wachsenden Einfluss auf den vertikalen Meridian gewinnen; da sich nun nachweisen lässt, dass die reale Ablenkung des Meridians zwar mit der von diesen Rectis ausgehenden gleichnamig, aber keineswegs so excursiv ist, wie sie in der gegebenen Stellung bei deren alleiniger Wirkung sein würde, so muss man annehmen, dass die Obliqui durch ihre Spannung dieselbe um eine Quote verringern; und zwar muss hierzu mit dem *Rectus superior* der *Obliquus inferior*, mit dem *Rectus inferior* der *Obliquus superior* wirken. Je mehr die Hornhaut bei dieser Stellung nach innen geht, desto schwächer wird überhaupt der Einfluss des *Rectus superior*, resp. *inferior* auf die Einrichtung der Sehaxe, desto mehr nimmt der Einfluss des mitwirkenden *Obliquus* zu. Stände die Hornhaut um 70° nach innen (welche Grenze sie jedoch nie erreicht), so fiel die Sehaxe genau mit der Drehungsaxe der genannten Recti zusammen, und die Verrückung nach oben, resp. nach unten müsste allein durch die Obliqui verrichtet werden. Diese Verhältnisse lassen sich sehr deutlich durch Fälle von Paralyse des *Trochlearis* nachweisen (siehe unten). Wir sehen in solchen Fällen die Beweglichkeit gerade nach unten um wenigstens verringert, weil hierbei doch der *Rectus inferior* ungleich wirksamer ist, als der mit ihm verbundene *Trochlearis*; bleibt freilich hierbei unter gleichzeitigem Gebrauch des gesunden Auges die Hornhaut etwas nach

oben und innen zurück, so wird dies beim Verschluss des gesunden dadurch corrigirt, dass der Rectus inferior stärker angespannt und gleichzeitig der Abducens in Kontraktion versetzt wird. Bei der Bewegung nach innen und unten bleibt dagegen die Schaxe des gelähmten Auges bei weitem stärker nach oben zurück, und kann, wenn die Innenwendung excursiv genug war, auch nicht beim Verschluss des gesunden Auges genügend nach unten gebracht werden, weil für diese Stellung der Trochlearis unentbehrlich ist. Umgekehrt sehen wir bei Lähmungen des Rectus inferior auf Grund der Trochlearis-Wirkung eine viel grössere Beweglichkeit nach innen und unten, als nach unten. Leider kommen solche Fälle ohne Betheiligung anderer vom Nervus oculomotorius abhängender Muskeln ausserordentlich selten vor.

Eine andere Frage ist es, ob bei der Innenwendung der Hornhaut nach oben, resp. unten der Einfluss des Musculus rectus superior, resp. inferior bloss auf Grund der Muskellage abnimmt, oder ob wirklich eine geringere Anspannung dieser Muskeln stattfindet. Hierfür könnten uns die Gesetze für die Neigung des vertikalen Meridians Aufschlüsse geben. Bleibt bei einem Höhenstande der Hornhaut unter zunehmender Innenwendung die Anspannung des Rect. superior oder inferior sich selbst gleich, so muss nothwendig die Neigung des vertikalen Meridians nach diesen Muskeln nicht bloss in demselben Maasse wachsen, als die Ablenkung nach innen selbst, sondern sogar rascher, da ja die Gegenwirkung der entsprechenden Obliqui auf den Meridian immer geringer und gleich 0 wird, wenn die Hornhaut um 55° nach innen gewendet ist. Nach Donders vorläufigen Aussagen über diesen Punkt, so wie nach meinen Beobachtungen über Schiefheit der Nachbilder an Kranken und der Doppelbilder bei Lähmung des Abducens scheint es kaum, als wenn die Neigung des vertikalen Meridians so erheblich würde, und es bleibt uns nichts übrig, als anzunehmen, dass die Spannung des Rect. superior, resp. in-

ferior in der genannten Stellung abnimmt, oder noch durch eine andere Kontraktion, als die des *Oblíquus*, in ihrem Effekt auf den Meridian verringert wird; diess könnte nur durch den entgegengesetzten *Rectus* geschehen. Auf Grund mehrerer Erscheinungen bin ich wohl geneigt, dies letztere anzunehmen. In der That haben wir bei starker Wendung der Schaxen nach innen und unten, besonders aber nach innen und oben, das Gefühl einer sehr bedeutenden Muskelanstrengung, ähnlich der, welche bei forcirter *Accommodation* für die Nähe stattfindet, welche Anstrengung offenbar auf bedeutende Resistenz der verlängerten Muskeln deutet. — Dies alles bleiben aber Annahmen, bis die Gesetze für die Schiefstellung der Meridiane genau bestimmt sind.

Eine andere Schiefstellung der vertikalen Meridiane fand *Donders* abhängig von der Kopfneigung. Er beobachtete nämlich, dass bei nach vorn, resp. nach hinten gebeugtem Kopf auch dann eine Neigung des vertikalen Meridians eintritt, wenn die Sehaxe in einer auf der Angesichtsfläche senkrechten Ebene seitlich gerichtet wird. Für diese Neigung hat er das einfache Gesetz gefunden, dass die Durchschnittslinien der Meridiane mit einer der Angesichtsfläche parallelen Ebene bei variirender Seitenwendung immer parallel bleiben, woraus sich ergibt, dass die Neigung eine einfache Folge der Drehung des Auges um seine ursprüngliche vertikale Axe ist, so dass dabei allein die geraden Augenmuskeln (*rectus externus* und *internus*) und nicht die *obliqui* thätig sind.

Es war nöthig, diese *Donders'schen* Untersuchungen hier etwas genauer anzuführen, zum Theil weil sie in Deutschland trotz ihrer hohen Bedeutung bisher nicht zu der genügenden Kenntniss gelangt sind, zum Theil aber weil sie unsern weiteren physiologischen und pathologischen Beobachtungen nothwendig zu Grunde gelegt werden müssen. Ganz anders ist nämlich die Verschiebung der Meridiane an Thieren, welche der seitlichen

Lagerung ihrer Augen wegen einen vollkommen gesonderten Gebrauch der beiden Augen haben. Nehmen wir ein Kaninchen und drehen den Kopf um seine Queraxe, einmal nach vorn und dann nach hinten, so gewahren wir sehr exkursive Rollbewegungen, scheinbar um die Augenaxe. Um dieselben näher zu bestimmen, schlug ich folgendes Verfahren ein: Eine starke gerade Nadel wurde der von vorn nach hinten gehenden Kopfaxe parallel in den Schädelknochen eingeschlagen, dann eine feinere Nadel mit der ersten parallel durch die Hornhaut und vordere Kammer des Thieres geführt, dieses auf eine Seite gelegt und in allen Theilen auf ein Brett fixirt, welches von einem Gehülfen allmählig herumgedreht werden konnte. Ferner wurde ein Apparat angebracht, durch welchen für jede beliebige Stellung des Thieres die Winkel beider Nadeln auf einem künstlichen Horizont abgelesen werden konnten. Hieraus ergab sich für eine jede Kopfstellung die Lage des vertikalen Augenmeridians. — Von vorn herein muss ich bemerken, dass die Stellung des Rumpfes für die eintretenden Meridianverrückungen vollkommen gleichgültig ist, so dass für eine bestimmte Neigung der Längsaxe des Kopfes gegen den Horizont der vertikale Meridian immer dieselbe Stellung hat, mochte sie bei ruhendem Körper des Thieres dadurch erzielt sein, dass der Kopf im Genick gebogen, oder dadurch dass, wie in der angegebenen Methode, der gesammte Thierkörper durch Drehung des Bretts in einer senkrechten Ebene um die Queraxe des Kopfes rotirt wurde. Letzteres hatte deshalb den Vorzug, weil es leichter möglich war, die seitlichen Zuckungen zu vermeiden, welche nach jeder unreinen Kopfdrehung die Sehaxe in entgegengesetzter Richtung verschoben; so tritt allemal die eine Hornhaut nach unten, die andere nach oben, wenn man den Kopf des Thieres um seine Längsaxe wendet; sie tritt auf der einen Seite

nach vorn, auf der andern nach hinten, wenn man denselben um die vertikale Axe dreht, Phänomene, auf welche Johannes Müller schon vor langer Zeit aufmerksam gemacht hat. — Wurde nun aber die Augenaxe auf die oben angegebene Weise bei einer reinen Drehung des Brettes um die Queraxe des Kopfes möglichst immobil erhalten, und so der Kopf immer um 10° weiter geneigt, wofür die Kopfnadel als Index diente, so traten allemal sichtliche Veränderungen in dem vertikalen Meridian ein, welche ganz bestimmten Gesetzen folgen.

Sie sind so deutlich, dass man sich unfehlbar schon durch die blosse Beobachtung der Iris davon überzeugt, noch sicherer aber, wenn man durch die Anlegung eines Coloboms einen genaueren Maasstab in derselben gewinnt: Man sieht alsdann sehr bedeutende Verschiebungen in der Axe des Coloboms zu den anliegenden Kopfteilen; bald trifft sie z. B. den obersten Theil des Orbitaldachs, bald ist sie dem einen Augenwinkel zugewendet. Diese Verschiebungen machen den Eindruck, als wenn der Bulbus sich radförmig um die Augenaxe drehe.

Von den zahlreichen Messungen, welche ich in dieser Weise angestellt und tabellarisch geordnet, theile ich folgendes Schema einer an einem erwachsenen Kaninchen gemachten Beobachtung mit. Dem Thier wurde zuerst eine Stellung ertheilt, wobei die Nase ziemlich senkrecht nach oben gerichtet war, hierauf die beiden erwähnten Parallelnadeln in der Richtung der Längsaxe des Kopfes eingeführt. Wurde nun der Kopf des Thieres um 10° nach vorn geneigt, so machte, wie die Kopfnadel so auch die Hornhautnadel mit dem künstlichen Horizont einen Winkel von 80° , wurde der Kopf noch um 10° geneigt, war der Winkel 70° , so dass auch hier die Stellung des Meridians in der Orbita dieselbe blieb. In der nämlichen Weise verhielt sich die Sache,

bis der Kopf um 40° geneigt worden war, so dass die Kopfnadel nur noch um 50° nach aufwärts sah. Traten auch bei den genannten Drehungen Schwankungen bis auf 5° ein, so waren dieselben doch nicht constant, und mussten auf Beobachtungsfehler bezogen werden. Wurde nun aber der Kopf noch stärker geneigt, so blieb die Hornhautnadel entschieden zurück, so dass, als die Kopfnadel nur

noch 10° nach oben sah, die Hornhautnadel noch einen Winkel von 22° mit dem Horizonte machte; es hatte sich also die Hornhautnadel nur um 28° ge-

dreht, während die Kopfnadel sich um 40° gedreht hatte. Wurde der Kopf des Thieres nach mehr geneigt, so zeigte sich das Zurückbleiben der Hornhautnadel immer deutlicher. Eine vollständige Compensation der Kopfdrehung durch Meridianverrückung in der Weise, dass die Hornhautnadel während gewisser Drehungen vollkommen stabil geblieben wäre, trat aber nicht ein, sondern es neigte sich dieselbe für je 10° Ver-

änderung der Kopfnadel noch um 2° , wodurch also der Winkel zwischen beiden Nadeln für jede solche Drehung um 8° wuchs. So ging die Sache fort, bis die Kopfnadel senkrecht nach unten stand, so dass sich während der letzten 10 Drehungen die Hornhautnadel nur um 20° geneigt hatte, mithin 80° zurückgeblieben war, in Summe aber einen Winkel von 92° mit der

Kopfnadel machte. Diese höchst manifesten Rotationen waren vollkommen gleichmässig und ohne Zuckungen. — Wurde durch weitere Drehung des Brettes der Kopf des Thieres wieder nach der anderen Seite erhoben, so zeigte sich, dass für die nächsten 5 Drehungen der Winkel der beiden Nadeln constant auf 92° blieb, dann aber, als die Kopfnadel nur noch 30° bis 40° nach unten sah, rückte die Hornhautnadel in einer plötzlichen excursiven Bewegung von circa 30° der Kopfnadel nach. Für die nächste Drehung blieb der

Winkel wieder constant auf 62° , um sich dann mit einer ähnlichen Drehung der Hornhautnadel wieder um 20° bis 30° zu verkleinern. Eine

letzte derartige Bewegung, welche erfolgte, als die Kopfnadel sich schon wieder etwas über den Horizont erhob, brachte die Nadeln zum Parallelismus, in welchem sie verharreten, bis das Thier in seine primäre Lage nach einer Drehung von 360° zurückgekehrt war. — Wurde diese Gesamtdrehung nicht beendet, sondern das Thier während des Zurückbleibens der Hornhautnadel auf dem bereits gemachten Wege wieder in die primäre Lage zurückgeführt, so näherten sich die Nadeln ganz in derselben Weise, wie sie sich früher entfernt hatten, so dass für jede bestimmte Neigung der Kopfnadel auf dem Hin- und auf dem Rückwege dieselbe Neigung der Hornhautnadel gefunden wurde. — Liess ich von Anfang an das Thier nicht nach vorwärts, sondern nach rückwärts drehen, so trat im Allgemeinen gerade das

umgekehrte Verhältniss ein: Wenn nämlich die Kopfnadel dem Horizonte ziemlich parallel war und in den darauf folgenden Drehungen eilte die

Hornhautnadel in einigen Absätzen der Kopfnadel voran, um sich von ihr bis auf einen Winkel von 92° zu entfernen. Dieser Winkel blieb constant, bis die Kopfnadel ziemlich nach unten gerichtet war, dann näherten sich die beiden Nadeln continuirlich und ganz in derselben Weise, wie sie sich beim umgekehrten Gange von einander entfernt hatten. Die grössten Unregelmässigkeiten betrafen stets bei verschiedenen Messungen den Eintritt und das Ende, auch die Zahl der abgebrochenen Bewegungen, mit denen die Nadeln sich näherten oder entfernten, wenn die Brust des Thieres nach oben lag, während auf der anderen Hälfte des Kreises in der Annäherung und Entfernung der Nadeln eine erstaunliche Regelmässigkeit zu beobachten war; man konnte das Thier auf eine beliebige Weise in eine Stellung bringen, wo bei nach oben gerichtetem Rücken die Kopfnadel zwischen 10° über und 90° unter den Horizont geneigt war, immer wurde der Winkel beider Nadeln als derselbe gefunden. — Diese letzteren Bewegungen stehen offenbar mit den Körperbewegungen des Thieres in einem innigen Verhältniss, während die ersteren nur dazu bestimmt sind, die natürliche Lage der Meridiane wieder einzuleiten, denn niemals kommt bei der gewöhnlichen Bewegung die ihnen entsprechende Kopfstellung vor. — Was übrigens den Umfang der Meridianneigungen anbetrifft, welcher in dem erwähnten Falle 92° betrug, so habe ich unter 18 Messungen bei verschiedenen Kaninchen darin grosse Schwankungen gefunden, jedoch ergaben sich dieselben niemals unter 65° und niemals über 115° ; in $\frac{4}{5}$ der Fälle waren sie zwischen 80 und 100° . Bei jungen Thieren sind sie im Allgemeinen umfangreicher, als bei alten, was sich wohl auf die excursiveren Kopfbewegungen bei den ersteren beziehen lässt. — Wenn in dem vorhin erwähnten Falle die Meridianverschiebungen sich zwischen der Stellung, wo die Kopf-

axe 10° nach oben und 90° nach unten gerichtet ist, am deutlichsten zeigen, so nimmt für sehr umfangreiche Rollbewegungen, z. B. 110° — 115° , dieses Intervall dadurch zu, dass sich die Grenze nach oben noch um 20° , nach unten aber um einige wenige Grade erweitert. Sind dagegen die Bewegungen sehr wenig excursiv, z. B. 65° — 70° , so liegt die obere Grenze bei horizontaler Kopfaxe, die untere dagegen, wenn die Kopfaxe 75° — 80° nach unten sieht. Auch hieraus ergibt sich, dass die Bewegungen in denjenigen Stellungen am meisten hervortreten, welche für das Thier die üblichsten sind.

Obwohl sich demnach ein inniges Verhältniss der fraglichen Bewegungen zum Sehakt kaum bezweifeln lässt, so bestehen diese doch nicht bloss bei erworbener Blindheit, sondern auch bei angeborener genau in derselben Weise fort; von dem Ersten überzeugte ich mich nach beiderseitiger Durchschneidung des Opticus und an atrophirten Augen, von dem Letzten in einem Falle, wo beiderseits Microphthalmus congenitus mit Colobom der Iris und Choroidea vorhanden war; das Thier verrieth nicht die mindeste Lichtempfindung und zeigte bei der Section ein sehr ausgedehntes Staphyloma scleroticæ posticum, durch welches der Bulbus nach der Eintrittsstelle des atrophischen Opticus hin birnförmig zugespitzt war. Durch den Glaskörper verlief ein fächeriges System trüber Membranen, aber von den Netzhautelementen war unter dem Mikroskop nichts zu entdecken, so dass auch hiernach über die Blindheit des Thieres kein Zweifel gehegt werden konnte.

Diese Rollbewegungen kommen an allen Thieren mit seitlichen Sehwerkzeugen ziemlich in derselben Weise, wiewohl in sehr verschiedenem Umfange vor, und stehen überall zu den natürlichen Kopfstellungen in innigem Verhältniss. Bei Fischen z. B. fand ich die obere Grenze

derselben für diejenige Kopfstellung, bei welcher die Längsaxe des Thieres ungefähr 25° nach oben, die untere Grenze dagegen für diejenige, bei welcher die Längsaxe um 60° nach unten geneigt ist. Bei mehreren Arten von Flussfischen war dies ziemlich constant. In der That glaube ich, dass die Fische ihre Längsaxe mehr nach unten, als nach oben verrücken, indem sie dieselbe, um in die Tiefe zu gehen, auf das Ziel einstellen, wie man sagt, in den Grund schiessen, während sie bei der Bewegung nach aufwärts meist ihre Längsaxe auf einen unter dem Ziele liegenden Punkt einstellen, und sich nicht in der geraden Verlängerung der Axe, sondern mit derselben parallel gegen das Ziel hinbewegen.

Die nächste Frage, welche sich uns aufdrängt, ist die, ob die fraglichen Rollbewegungen genau um die Augenaxe stattfinden. Das Verfahren, dessen ich mich zu dieser Ermittlung bediente, ist schon oben (S. 5) angeführt: Einer in Richtung der Augenaxe durch den Bulbus geschlagenen Nadel parallel wurde eine zweite in den Kopfknochen gestossen, und das Thier, wie zu den Messungen der Rollbewegungen, auf ein Brett fixirt und um seine Queraxe gedreht. Während des Eintritts und des Fortganges der Rollbewegungen wurde nun genau nach dem Parallelismus der beiden Nadeln visirt; bei jüngeren Thieren wich die Hornhautnadel mit ihrem Knopf gewöhnlich nur um einige Grade nach innen ab, bei älteren dagegen erreichte die Ablenkung meist 10 bis 12° . Es ergab sich aus den Berechnungen, welche auf einer Reihe solcher Beobachtungen gegründet waren, dass die Rollbewegungen approximativ um die Drehungsaxe der Obliqui vor sich gingen, viel genauer aber wurde dieses Resultat, wenn dieselben nach durchschnittenen vier geraden Augenmuskeln untersucht wurden, da kleine nicht zu vermeidende Zuckungen Seitens dieser immer das Resultat etwas beeinträchtigten. Wurde die Nadel

nicht in der Richtung der Augenaxe, sondern in der Richtung der Drehungsaxe der Obliqui eingeschlagen, so wich sie während der Drehungen gar nicht oder nur um wenige Grade von einer parallelen Kopfnadel ab, was von einer leichten Unstättigkeit des Bulbus, durch den Retractor bedingt, herzuleiten war. Im Uebrigen blieb die Excursion der Rollbewegungen nach durchschnittenen Musculis rectis genau dieselbe. — Wurden dagegen die Obliqui durchschnitten, so hörten die Rollbewegungen in der früher angegebenen Weise vollständig auf, so dass eine transversale Hornhautnadel mit einer parallelen Kopfnadel immer eine Richtung beibehielt, wenn anders seitliche Zuckungen ausgeschlossen wurden. — War der Obliquus inferior allein durchschnitten, so stand der vertikale Meridian bei nach oben gerichtetem Kopfe in der ihm zukommenden Lage, aber schon bei horizontal nach vorn gerichtetem Kopf war derselbe normwidrig nach vorn geneigt, und trat dieses Phänomen mit wachsender Senkung des Kopfes immer deutlicher hervor.

Freilich fanden auch hier noch durch Spannung und Erschlaffung des Trochlearis Rollbewegungen statt, jedoch weit weniger exkursiv, als im Normalzustande, und hörten bereits $25-40^{\circ}$ vor ihrer unteren Grenze auf. Der umgekehrte Fall fand statt nach Durchschneidung des Musculus trochlearis; bei nach unten gerichtetem Kopf hatte der vertikale Meridian seine normale Stellung, wich aber mehr und mehr von derselben ab, je stärker der Kopf erhoben wurde, weil die Rollung ungenügend war; dieselbe hörte vollends auf, noch ehe die transversale Kopfxaxe horizontal geworden war. *)

*) Ich darf hier nicht unterlassen zu erinnern, dass eine einfache Durchschneidung der Muskeln an ihrer Sclerotical-Insertion nicht genügt, um jede Wirkung derselben auf den Bulbus auszuschliessen (S. 8), obwohl der hiernach zurückbleibende Einfluss derselben an Kaninchen

So viel geht aus diesen Untersuchungen am Kaninchen hervor, dass die Verrückung der Meridiane bei der Drehung des Kopfes um seine Queraxe eine ganz constante, von den Musculis obliquis abhängige Erscheinung ist. Steht die Nase des Thieres um 50° nach oben gerichtet, eine Grenze, welche sie während der natürlichen Bewegungen niemals erreicht, so ist der Obliquus inferior im Maximum der Erschlaffung, der Trochlearis im Maximum der Spannung; ist die Nase gerade nach vorn gerichtet, so befindet sich der Trochlearis immer noch in stärkerer Verkürzung, als der Obliquus inferior; im Gleichgewicht sind beide Muskeln ungefähr, wenn die Nase um 30° nach unten sieht, was auch der mittleren Kopfstellung des Kaninchen entspricht. Von hier an abwärts prävalirt mehr und mehr die Zusammenziehung des Obliquus inferior und erreicht ihr Maximum, wenn die Nase senkrecht nach unten, oder bei jungen Thieren noch einige Grade über diese Stellung hinaus nach hinten sieht.

Wenn nun zwischen den Menschen und diesen Thieren in den Bewegungen des Auges ein so wesentlicher Unterschied besteht, so handelt es sich um die nähere Bedeutung desselben. Vor allen Dingen muss es uns auffallend sein, dass bei den Rollbewegungen des Kaninchen auf beiden Augen die gleichnamigen Obliqui wirken, während beim Menschen nothwendig die entgegengesetzten wirken müssten. Dies letztere aber scheint vielleicht aus Ursachen in der Association der Nerven nicht zu Stande zu kommen, da sich auch aus den Donders'schen Untersuchungen über die Schiefheit der Me-

ungleich geringer ist, als an Menschen. Am sichersten ist es, ein Stück von mehreren Linien zu excidiren und den hinteren Theil des Muskels mit der Scheere sowohl vom Bulbus, als von den seitlichen Zellgewebslagen zu lösen.

ridiane bei seitlich erhobener oder gesenkter Sehaxe ergeben hat, dass immer die gleichnamigen schiefen Augenmuskeln in Kontraktion gerathen. Es ist ferner durch die seitliche Lagerung der Augen ein so wesentlicher Unterschied in dem ganzen Sehakt bedingt, dass uns die fraglichen Verschiedenheiten eben nicht in Erstaunen setzen dürfen; schwindet doch überhaupt bei einseitigem Gebrauch der Augen der grösste Theil der Beweglichkeit.

Es schiene mir wohl der Mühe werth zu sein, die Meridianverrückung auch bei denjenigen Thieren zu studiren, bei welchen nur ein beschränkter, mittlerer Theil des Gesichtsfeldes gemeinschaftlich ist. Bei diesen Thieren weicht, wie Johannes Müller es zuerst darge-
than hat, die optische Axe von der Augenaxe ab und zwar um so mehr, je seitlicher die Lagerung der Augen ist; trotz der Divergenz der Augenaxen findet bei ihnen für ein in der Mittellinie liegendes Gesichtsobjekt Convergenz der Sehaxen statt. Dass ein solches Verhältniss für alle Säugethiere gilt, wie es aus dem einst von Johannes Müller gegebenen Schema hervorgeht, müssen wir jedoch entschieden bezweifeln. In dem oben angeführten Falle des Kaninchens z. B. ist ein gemeinschaftliches Sehen unmöglich; die Flächen der Orbitalöffnungen sind beinahe parallel, divergiren nach hinten nur um $10-15^{\circ}$; der hintere Pol der Sehaxe müsste dicht hinter dem äusseren Rande der Iris liegen, wo keine Netzhaut mehr vorhanden ist. Auch beobachten wir bei diesen Thieren andere Abweichungen, die auf einseitigen Gebrauch der Augen deuten: die Pupillarkontraktion auf einem Auge durch Lichteinfall erregt, pflanzt sich nicht, wie bei Menschen, auf das andere Auge fort, das Oeffnen und Schliessen der Lider sowohl beim gewöhnlichen Sehen, als durch mechanische Reizung des Auges hervorgerufen, ist ebenfalls ein einseitiges; niemals gelingt es, irgend eine accommodative

Einstellung beider Augen auf ein in der Mittellinie liegendes Objekt wahrzunehmen, wie überhaupt die Beweglichkeit des Bulbus eine sehr geringe ist. — So weit ich an Thieren, wo die Augenaxen divergiren, aber die Sehaxen einer Convergenz fähig sind, z. B. dem Hunde, die Meridianverrückungen studirt habe, schienen sich dieselben in ähnlicher Weise, wie beim Menschen, zu verhalten. Ob dies aber für alle Fälle gültig ist, oder ob da, wo das gemeinschaftliche Gesichtsfeld sehr eng ist und das einseitige Sehen prävalirt, nicht auch bei der Kopfneigung Rollungen um die Drehungsaxe der Obliqui, durch Kontraktion der gleichnamigen Muskeln herbeigeführt, zu Stande kommen, wage ich zur Zeit nicht zu entscheiden. Möglich sogar ist es, dass die weitere Verfolgung dieser Untersuchungen Licht über den gemeinschaftlichen Gebrauch der Augen giebt, in welchem Kapitel, so viel ich weiss, seit Johannes Müller's berühmten Untersuchungen nichts wesentlich Neues ermittelt worden ist.

Um die ausbleibende Wirkung eines Augenmuskels kenntlich zu machen, müssen wir das Auge derjenigen Stellung zuführen, in welcher die Zusammenziehung des afficirten Muskels beansprucht wird. Ist z. B. der Rect. externus beim Menschen gelähmt, so kann das Auge frei nach innen bewegt werden, aber je weiter das Gesichtsojekt nach aussen rückt, desto mehr tritt die Unthätigkeit des Abducens dadurch hervor, dass die Sehaxe nach innen zurückbleibt und beim Gebrauch beider Augen Doppelbilder sich einfinden. Der Kranke umgeht den störenden Einfluss seines Leidens dadurch, dass er unwillkürlich den Kopf nach aussen um die vertikale Axe dreht und so alle Gegen-

stände möglichst auf der inneren Seite des kranken Auges zu liegen kommen. Gerade umgekehrt, wenn der Rectus internus gelähmt ist; bei Paralyse des Rectus inferior hält er den Kopf um die Queraxe nach vorn gedreht, bei der des Rectus superior nach hinten gebeugt, um alle Stellungen, in denen die Kontraktion der gelähmten Muskeln beansprucht wird, möglichst zu vermeiden.

Aber auch da, wo der gelähmte Muskel physiologisch in der Erschlaffung ist, machen sich die Phänomene der Lähmung unter Umständen geltend. Handelt es sich nämlich einfach um die Richtung der Sehaxe, so ist hierzu keine besondere Energie Seitens der Augenmuskeln nöthig, denn das Auge ist eine leicht bewegliche, um ihr Centrum drehbare Kugel. Handelt es sich dagegen um die Accommodation für die Nähe, so sind die Verhältnisse wesentlich anders: alle Muskeln gerathen, wenn auch in verschiedenem Grade, in Spannung und üben einen seitlichen Druck auf den Bulbus aus (S. 36). Hierbei zeigt sich nicht selten die Insuffizienz des paretischen Muskels; so kommt es zuweilen bei pathologischer Schwäche des Abducens vor, dass beim gleichzeitigen Gebrauch beider Augen ein gerade aus vor dem Erkrankten liegender entfernter Gegenstand richtig fixirt wird, während bei Annäherung desselben auf dem erkrankten Auge pathologische Convergenz sich einstellt. Noch beweisender sind Experimente mit Brillengläsern, weil hierbei auch die Sehaxe des gesunden Auges nicht verrückt, demnach auch jede synergische Muskelkontraktion an dem erkrankten Auge vermieden wird; setzt man z. B. dem erwähnten Kranken eine Concavbrille auf und zwingt hierdurch die Augen, bei gleichbleibender Stellung des Objects einen höheren Brechzustand anzunehmen, so sieht man oft die patholo-

gische Ablenkung eintreten, oder eine vorhandene sich vermehren. *) Dasselbe sah ich einige Male bei Lähmung des Rectus superior oder inferior, wo für ein entferntes geradeaus liegendes Objekt ebenfalls die Sehaxe eingerichtet werden konnte, während sie bei Annäherung desselben an das kranke Auge dem paralysirten Muskel entgegengesetzt abwich.

Um die Lähmung des Musculus trochlearis an einem Kaninchen zu erkennen, muss man den angegebenen Grundsätzen gemäss das Thier in eine Lage bringen, wo die Kontraktion des Trochlearis in Anspruch genommen wird. Nun haben wir gesehen, dass mit zunehmender Kopfneigung nach unten die Obliqui inferiores den vertikalen Meridian nach hinten neigen, während bei Aufrichtung des Kopfes nach oben die Musculi trochleares denselben nach vorn neigen. Eine Lähmung dieser letzteren Muskeln wird sich also, wie schon oben erwähnt, durch die ausbleibende Meridianverrückung kenntlich machen, wenn der Kopf des Thieres mit seiner Längsaxe zum Horizont und über denselben erhoben wird. Umgekehrt wird eine Lähmung der Obliqui inferiores sich dadurch zeigen, dass bei der Neigung des Kopfes nach unten die gewohnte Meridianverrückung ausbleibt. — In derselben Weise wollte man nun auch, auf die Hückschen Rollbewegungen gestützt, die Lähmungen der schiefen Augenmuskeln an Menschen diagnosticiren; man vermeinte, bei der Neigung des Kopfes zur Schulter das Ausbleiben jener Drehungen um die Sehaxe erkennen

*) Aus der weiteren Verfolgung dieser Verhältnisse ergeben sich sogar Rückschlüsse auf den Zustand der Augenmuskeln beim concomitirenden Schielen, welche durch die Einstellung nach dem Sehnenschnitt sich vortrefflich prüfen lassen. Bei einer geeigneten Gelegenheit werde ich dieselben im Zusammenhange mittheilen.

zu können, welche durch die Kontraktionen der Obliqui bedingt werden; es sollten auch nach der Seite, wo eben diese Drehungen ausbleiben, die subjektiven Symptome der Diplopie, besonders Schiefsehen, immer deutlicher hervortreten. Die ersten Angaben, welche in dieser Weise über die Lähmung des Musculus trochlearis gemacht wurden, rühren von Szokalsky her. *) Leider sind die Beobachtungen dieses Autors wegen der irrigen physiologischen Grundlage nicht gut zu verwerthen. Er giebt sich nämlich der gerade damals von Tourtual vertheidigten Ansicht hin, dass der Drehpunkt des Auges am hinteren Ende der Sehaxe liege. Der Umstand allein, dass bei seinen zwei Fällen von Lähmung des Trochlearis die Hornhaut des kranken Auges tiefer stand, als die des gesunden, beweist, dass er es nicht mit einer reinen Lähmung des Trochlearis zu thun hatte. Freilich steht hiermit die Angabe in direktem Widerspruch, dass das dem kranken Auge zukommende Bild tiefer erschien, als das des gesunden, und es bleibt uns nichts übrig, als anzunehmen, dass das Eine oder Andere falsch beobachtet war. Die Schiefheit des Bildes ist von Szokalsky richtig angegeben, jedoch fehlen alle näheren Bestimmungen über das Verhalten der Doppelbilder, welche beweisen, dass es sich um Lähmung des schiefen Augenmuskels handelt, denn auch bei Lähmungen des oberen und unteren geraden Augenmuskels kommt Schiefsehen vor, da bekanntlich diese Muskeln ebenfalls Einfluss auf den vertikalen Meridian haben, welcher Einfluss für gewisse Richtungen der Sehaxe sogar sehr erheblich ist. — Das Schiefsehen ferner für gewisse Lagen des

*) De l'influence des muscles obliques de l'oeil etc. in den *Annales des sociétés de médecine de Gand*.

Gesichtsobjekts, selbst bei Lähmungen des inneren und äusseren geraden Augenmuskels vorkommend, habe ich bereits oben erwähnt. — Die weitere Diagnose der fraglichen Lähmungen ist nun nach Szokalsky ebenfalls auf die Rollbewegungen bei Neigung des Kopfs gegründet, welche er aber nicht, wie Hück, um die Sehaxe, sondern um die Axe des Sehnerven erfolgen lässt. Den Beweisgrund, den er hierfür angiebt, dass wenn man durch Fixation eines Punktes einen anderen geeignet gelegenen excentrischen Punkt im Mariotteschen Fleck verschwinden lässt und nun den Kopf zur Schulter neigt, dass dann das im blinden Fleck verschwundene Bild auch bei fortgesetzter Kopfdrehung nicht wieder auftauche, halte ich für irrig, denn wiederholentlich habe ich mich überzeugt, dass, sowie die Kopfdrehung nur um einige Grade vorrückt, das im blinden Fleck verschwundene Bild wieder erscheint. Die Grösse des blinden Flecks selbst macht es erklärlich, dass das Bild während eines gewissen Abschnitts der Kopfdrehung unsichtbar bleibt. — Bei alledem müssen wir Szokalsky das Verdienst lassen, die Aufmerksamkeit der Pathologen zuerst auf diesen Gegenstand gerichtet zu haben. Ihm folgten zunächst französische Autoren, wie Desmarres, dessen Beobachtungen aber noch an denselben Fehlern leiden; auch bei ihm steht die Hornhaut des kranken Auges, der Muskelphysiologie widersprechend, tiefer, wenn auch dies Zeichen nur bei bestimmten Bedingungen der Fixation hervorgebracht werden konnte. Die Diplopie hat auch er nicht genauer untersucht; er begnügt sich damit, anzuführen, dass die Bilder schief und eins über dem andern liegen, was für Affektionen des oberen und unteren geraden Augenmuskels ganz in derselben Weise gilt; ferner betrachtet er als charakteristisch, dass das Doppelsehen jede Stellung

der Schaxe begleitet und nur bei entsprechender Neigung des Kopfs nach der Schulter verschwindet. Nach den oben vorgelegten Grundsätzen muss aber das Doppelsehen hier, wie bei jeder reinen Muskellähmung, verschwinden, so wie dem Bulbus eine Stellung gegeben wird, in welcher der fragliche Muskel physiologisch erschlafft ist; es wird daher bei reiner Lähmung des Trochlearis auch das Doppelsehen bei gewissen seitlichen Erhebungen der Schaxe verschwinden und gerade hier viel sicherer, als bei der Kopfneigung, wo eben die Verrückung des vertikalen Meridians durch die schiefen Augenmuskeln nur von der zufällig zu Stande kommenden Schiefstellung der Schaxe bedingt ist. Ein anderer Fall wird es dagegen sein, wenn sich zur Lähmung des Trochlearis allmählig eine vermehrte Spannung im Antagonisten, im *Obliquus inferior*, hinzugesellt, dann finden ähnliche Verhältnisse statt, wie da, wo sich nach Lähmungen eines geraden Augenmuskels allmählig ein concomitirendes Schielen nach seinem Antagonisten hin ausgebildet hat; so wie für die letztgenannten Fälle die Ablenkung nach beiden Seiten störend hervortritt, so wird auch bei eingetretenem Schielen der schiefen Augenmuskeln, dem sogenannten Radschielen, die Meridianverrückung nicht blos da nachweisbar sein, wo der gelähmte Muskel, sondern auch da, wo sein Antagonist in Anspruch genommen wird. Es hat sich dann auf Grund der ungleichen Innervation eine anatomische Veränderung in den Muskeln selbst gebildet, wodurch das Gleichgewicht in der Verkürzung, auch nachdem die Innervation wieder hergestellt, von der Norm entfremdet ist. — Desmarres will ferner das Ausbleiben der Rollbewegungen objektiv erkennen, wenn er den Kopf nach der Schulter der afficirten Seite neigt. So richtig dies für Thiere mit seitlichen Gesichtsorganen, z. B. für das Kaninchen wäre, so können wir ihm doch bei den jetzigen

physiologischen Ansichten keinen Bezug auf den Menschen einräumen und bleiben daher auch diese Beobachtungen für unseren Gegenstand ziemlich unbefriedigend. Die Rollbewegungen lässt übrigens Desmarres nicht wie Szokalsky um die Sehnervenaxe, sondern um die Sehaxe erfolgen.

Auch in England wurde diesem Gegenstande von einigen Seiten her Aufmerksamkeit geschenkt. Jacob (Dublin medical presse 1841) spricht sich über die Funktion der schiefen Augenmuskeln ziemlich in dem Hück'schen Sinne, wiewohl weniger präcise, aus. Es ist in der That auffallend, dass dieser Autor, welcher zuerst, so viel ich weiss, seine Aufmerksamkeit auf den Trochlearis-Zug bei Oculomotorius-Lähmungen lenkte, den fraglichen Muskel nach oben, den Obliquus inferior aber nach unten wirken liess. — Später beobachtete Bowman einige Fälle von Trochlearis-Lähmung ungefähr in der Szokalsky'schen Weise.

Unmöglich darf hier eine Beobachtung von Rüte übergangen werden, dessen Leistungen in der Physiologie und Pathologie der Augenmuskeln überhaupt ein jeder Ophthalmologe mit dankbarem Herzen anerkennen muss. Derselbe spricht nämlich in seinem Werke über das Schielen (S. 51) von einem Doppelsehen und Schiefsehen, welches in allen Stellungen der Sehaxe stattfindet, ohne dass eine Ablenkung der Hornhaut zu bemerken ist. Er erklärt es durch eine vermehrte Anspannung des Obliquus inferior durch Erschlaffung des Trochlearis. Allerdings ist es nach den gegen Desmarres angeführten Gründen einleuchtend, dass es sich bei solchen Symptomen nicht um einfache Lähmung des Trochlearis, sondern um Radschielen handeln muss; die aus der Kreuzung der Bilder hervorgehende Divergenz stimmt dafür, dass die Hornhaut durch den Obliquus inferior etwas nach aussen abgelenkt war; von einem gleichzei-

tigen Höhenunterschied, der Muskelwirkung entsprechend, sagt Rüte aber nichts. Es ist ferner das Ausbleiben der Doppelbilder bei starker Convergenz der Schaxen auf die von Rüte angegebene Weise nicht zu erklären, denn wenn auch die Obliqui sich hierbei um etwas verlängern, so werden sie doch angespannt, und eine bestehende Contractur würde deren Gleichgewicht auch hier nothwendig stören, es müsste demnach auch hier Doppelschen vorhanden sein; freilich würde auf Grund der Kraftrichtung bei dieser Stellung des Bulbus, wie in unseren Fällen von Trochlearis-Lähmungen, die Schiefheit eine sehr geringe, aber der Höhenunterschied ein desto grösserer sein.

Wenn wirklich die Doppelbilder bei starker Convergenz zusammengehen und nicht etwa eins unterdrückt wurde (was am besten durch ein violettes Glas entschieden worden wäre), so lässt sich dies nur dadurch erklären, dass überhaupt mit Verengung des Horopters und Vergrösserung der Netzhautbilder ein kräftigerer Reflex Seitens des Schaktes auf die Augenmuskeln ausgeübt wird und bei diesen Umständen die wachsende natürliche Antipathie gegen die Doppelbilder zu einer stärkeren Anstrengung derjenigen Muskeln führt, welche dieselben zusammenbringen können. Von der Richtigkeit dieser Erklärung haben wir uns in sehr vielen Fällen von Augenmuskellähmungen überzeugt; am besten kann man die Verhältnisse durch prismatische Gläser nachahmen: Nimmt man z. B. vor ein Auge ein Prisma von 10° mit der Basis nach aussen und richtet die Schaxen auf ein in der Entfernung von 10, 20 Fuss stehendes Licht, so wird man zwei gekreuzte Doppelbilder desselben sehen, indem nämlich das Licht für das eine Auge gerade auf die Macula lutea fällt, in dem anderen Auge durch das Prisma auf die äussere Netzhauthälfte abgelenkt wird. Nähern wir uns nun allmählig dem Lichte, so wird die Entfernung der Doppelbilder scheinbar abnehmen, denn wenn auch die absolute Excentricität auf der Netzhaut

für den Mittelpunkt des abgelenkten Bildes ungefähr dieselbe bleibt, so nehmen doch die Bilder des Lichtes nach Verhältniss der Annäherung an Grösse zu, wodurch sich theils die benachbarten Grenzen derselben absolut näher rücken, theils aber das Intervall relativ kleiner erscheint. Schreiten wir nun in unserer Annäherung fort, so kommt ein Punkt, wo die Doppelbilder ausserordentlich störend werden, wir bemerken hier eine schwankende Annäherung derselben, welche damit endet, dass beide in ein Bild zusammenfallen; es ist also hier bei der stärkeren Erregung der Netzhäute durch grössere Bilder ein mächtigerer Reflex auf den Rectus internus des einen Auges entstanden und durch eine grössere Anspannung dieses letzteren die Sehaxe des betreffenden Auges in eine schielende Lage zum Objekt gerathen in der Weise, dass durch die Ablenkung des Auges die Ablenkung des Lichts im Prisma gewissermassen compensirt wird und nun das Netzhautbild sich nicht mehr excentrisch, sondern auf der Macula lutea formirt. Ganz in ähnlicher Weise sehen wir, dass beim Betrachten naher Gegenstände eine von Muskularparese oder leichtem Strabismus concomitans herrührende Diplopie aufhört. Scheint dies dem (S. 53) Gesagten zu widersprechen, wonach gerade bei Muskellähmung die Abweichung und entsprechende Diplopie häufig während der Accommodation für die Nähe hervortritt, so erinnern wir nur daran, dass es hierbei auf die genaueren Verhältnisse sowohl der Muskeln, als des Sehaktes ankommt, und dass nach Unterschieden in diesen Momenten die Erscheinung der Fälle eine entgegengesetzte Richtung nimmt. Oben handelte es sich gerade um ausgeprägte Paralysen oder Paresen, bei welchen durch eine Verstärkung der Willenskraft im Dienste des Sehaktes auf den paralytischen Muskel wenig geleistet werden kann, hier handelt es sich um leichte Unterschiede in der Innervation. Ist ferner Schwächung der Accommodation oder Anomalie in den optischen Verhältnissen auf dem erkrankten Auge vorhanden, so wird die Verschmelzung der Doppelbilder ebenfalls nicht intendirt werden, selbst wenn sie der Muskelaffectio nach

möglich ist, denn da die Bilder wegen vorhandener Zerstreuungskreise etc. doch nicht congruent sind, so werden sie vom Sehakt besser in einiger Entfernung, als in ungenauer Deckung vertragen.

Nach dem Gesagten glaube ich, dass die von mir beobachteten Fälle die ersten sind, wo eine reine Lähmung des Trochlearis den Resultaten der neueren Physiologie gemäss constatirt worden ist.

Was zunächst die objektive Stellung der Hornhäute anbetrifft, so scheint dieselbe beim Blick geradeaus ziemlich normal zu sein, prüft man dieselbe dagegen, wenn ein bestimmter Punkt scharf angesehen wird, so findet man, dass die Hornhaut des einen Auges um etwas höher und zugleich eine Spur mehr nach innen steht, als sie stehen sollte; wird nämlich das gesunde Auge verschlossen, so weicht diese Hornhaut von ihrer früheren Lage nach unten und eine Spur nach aussen ab. Beobachten wir, was während dieser Zeit die Hornhaut des gesunden Auges unter der deckenden Hand thut, so sehen wir, dass dieselbe nach unten und etwas nach innen gegangen ist, und zwar um Einiges mehr, als die ursprüngliche Ablenkung des kranken Auges betrug (S. 20—21). — Gehen wir mit dem Gegenstande nach unten, so nimmt die krankhafte Stellung des afficirten Auges immer mehr an Deutlichkeit zu, dasselbe bleibt nämlich immer mehr und mehr nach oben zurück, und die anfangs kaum merkliche Ablenkung nach innen gewinnt dermassen, dass man schlechtlin sagen kann: Es tritt beim Sehen nach unten ein deutlich convergirendes Schielen auf. — Gehen wir dagegen mit dem Gegenstande in der Mittellinie nach oben, so verschwindet entweder hart an der Horizontalebene oder ein Weniges über derselben jede Spur von krankhafter Stellung, so dass die Schaxen nun vollkommen genau eingerichtet sind. Dasselbe findet statt, wenn wir mit dem Gegen-

stande in dem oberen Theil des Gesichtsfeldes nach rechts oder links herübergehen. — Verrücken wir aber denselben in der unteren Hälfte des Gesichtsfeldes seitlich, so gewahren wir in der vorhandenen Ablenkung namhafte Verschiedenheiten: Rückt nämlich der Gegenstand nach der vom betroffenen Auge entgegengesetzten Seite, so wird die Ablenkung nach innen immer undeutlicher, die Ablenkung nach oben dagegen immer beträchtlicher. Wird aber der Gegenstand nach der dem betroffenen Auge gleichnamigen Seite gebracht, so nimmt beides ab, und die Sehaxe des kranken Auges zeigt, wenn der Gegenstand sich möglichst nach unten und circa 25° nach aussen befindet, nur noch eine minime Ablenkung nach oben und innen.

Die Erklärung dieser Erscheinungen aus Lähmung des Trochlearis ist ziemlich einfach: Beim Blicke nach oben ist der Trochlearis physiologisch erschlaft, und es bringt daher seine Lähmung keine Symptome. Beim Blick gerade nach unten wirkt der *Musculus trochlearis* in Gemeinschaft mit dem *Rect. inferior*, welche beiden Muskeln sich für die Drehung um die transversale Axe summiren, aber für die Drehung sowohl um die vertikale, als um die optische Axe einander aufheben. Es muss deshalb, wenn nur einer der beiden Muskeln thätig ist, der Zug nach unten verringert sein, während auf der einen Seite eine pathologische Ablenkung um die Sehaxe in Form von Verrückung der Meridiane und auf der andern Seite eine pathologische Drehung um die vertikale Axe durch Abweichung der Hornhaut nach aussen, resp. innen zu Stande kommt. Wenn wir nun auf die objektive Controle der ersteren Ablenkung verzichten und die Stellung der Meridiane nur aus den Phänomenen des Doppelsehens erschliessen, so muss Lähmung des *Rect. inferior* sich dadurch äussern, dass durch den alleinigen Zug des *Trochlearis* die Hornhaut weit weniger nach unten, gleichzeitig aber bedeutend nach aussen gedreht wird, während Lähmung des *Trochlearis* sich dadurch

ausspricht, dass durch den alleinigen Zug des Rect. inferior die Hornhaut etwas weniger nach unten, gleichzeitig aber nach innen abgelenkt wird. Je mehr der Gegenstand nach der dem betroffenen Auge entgegengesetzten Seite rückt, desto grösser wird die Einwirkung des Trochlearis auf die Höhe der Hornhaut, desto geringer aber die Wirkung desselben um die vertikale und optische Axe. Demgemäss muss bei zunehmender Innenwendung der Sehaxe die durch Trochlearis-Lähmung bedingte pathologische Convergenz und Meridianverrückung abnehmen, dagegen die Höhenablenkung zunehmen. Wird dagegen das Auge nach der Aussenseite hin gewandt, so bekommt der Trochlearis einen immer geringeren Einfluss um die transversale Axe, um die vertikale Axe wirkt er nun freilich verhältnissmässig rapider, aber doch in immer beschränkterer Excursion, während sein Einfluss um die Sehaxe steigt, so dass bei einer Lähmung desselben unter diesen Bedingungen die pathologische Verrückung der Meridiane zunimmt, aber die Summe der sichtbaren Ablenkung der Hornhaut sich mehr und mehr verkleinert; dagegen nimmt bei dieser Verkleinerung die Seitenablenkung im Verhältniss zur Höhenablenkung so zu, dass, während bei umgekehrter Haltung des Gesichtsobjekts die erstere verschwindend klein war, sie jetzt der Höhenablenkung allmählig äquivalent wird: Die kurze zuckende Bewegung, welche beim Schluss des gesunden Auges erfolgt, ist demnach ziemlich gleichmässig diagonal nach aussen und unten gerichtet.

Hat endlich der vordere Pol des Auges bei einer Aussendrehung um 35° das vordere Ende der Drehungsaxe der Obliqui erreicht, so darf bei horizontaler Sehaxe der ausbleibende Zug des Trochlearis sich nur durch Meridianverrückung äussern. Wenn dieses erwartete Resultat in unseren Fällen nicht absolut genau, sondern nur approximativ eintrat, so liegt dies zum Theil darin, dass die Sehaxe nicht horizontal, sondern nach unten, ferner wegen der Nase nur 25° abgelenkt war, vielleicht aber auch in der pathologischen Verrückung des Drehpunktes, von welcher später. — Wurde das gesunde Auge

geschlossen, so konnte natürlich die Sehaxe des kranken jede beliebige Richtung annehmen; dies geschah durch die Recti; dieselben mussten nun aber, der Unterstützung des Trochlearis beraubt, stärkere Kontraktionen, als gewöhnlich, machen, denen sich dann auch stärkere Kontraktionen der associirten Muskeln im anderen Auge hinzugesellten; so entstand, wie bei jeder Muskellähmung, die sekundäre Ablenkung im gesunden Auge, und zwar nach oben exponirten Grundsätzen desto exkursiver, je vollkommener die Lähmung war. — Nur nach innen und unten war die Beweglichkeit bei Verschluss des gesunden Auges nachweisbar verringert; es ist ja für diese Stellung der Trochlearis unentbehrlich, da der Rectus inferior bei fortschreitender Innenwendung mehr und mehr seinen Einfluss auf die transversale Axe verliert.

Die Wichtigkeit des Trochlearis bei dieser Stellung zeigte sich auch darin, dass bei Verschluss des gesunden Auges und intendirter Einstellung des kranken die sekundäre Ablenkung im ersteren nicht bloss absolut, sondern auch relativ immer mehr wuchs; je unentbehrlicher nämlich der Trochlearis hierbei wird, desto forcirtere Zusammenziehungen machen Rectus inferior und Rectus internus und mit ihnen die associirten Muskeln des anderen Auges, Rectus inferior und Rectus externus.

Es fragt sich, ob aus den angegebenen Thatsachen bereits die Diagnose einer Lähmung des Trochlearis gemacht werden kann. Könnte nicht auch eine Contraktur des Obliquus inferior zu Grunde liegen? Dann müsste nothwendig statt der pathologischen Convergenz Divergenz stattfinden. — Eine Parese des Rect. inferior würde freilich Zurückbleiben der Hornhaut nach oben beim Blick nach unten, aber auch mit pathologischer Divergenz, zur Folge haben, denn es hat ja in solchen Fällen bei der Untenstellung der nach aussen ablenkende Trochlearis das Uebergewicht. — Von einer Contraktur des Rectus inferior kann keine Rede sein, denn es müsste hier die Hornhaut nach unten zurückbleiben, überhaupt

die Ablenkung derselben beim Blick nach oben wachsen; eben so wenig ist an Verwechslung mit Parese des Rect. superior zu denken, bei welcher die Hornhaut am meisten beim Blick nach oben zurückbleiben würde, und zwar nach aussen und unten, indem der Obliquus inferior dann prävalirend wird. — Am schwierigsten würde es sein, die Trochlearis-Lähmung unter den gegebenen Thatsachen von einer Contraktur des Rect. superior abzugrenzen, denn auch diese wird sich am meisten beim Blick nach unten äussern, und zwar wird sie die Hornhaut hierbei nach oben und innen zurückhalten. Es würde aber im supponirten Falle, wenn wir mit dem Gesichtsojekt in der unteren Hemisphäre des Gesichtsfeldes uns nach der Seite des afficirten Auges bewegen, so dass die Sehaxe desselben sich nach aussen stellt, der Höhenunterschied in den Hornhäuten immer deutlicher hervortreten und sein Maximum erreichen, wenn die Sehaxe gerade in der Ebene des oberen und unteren Rectus, nämlich 20° nach aussen steht; umgekehrt würde der Höhenunterschied continuirlich abnehmen, wenn wir mit dem Gesichtsojekt nach der entgegengesetzten Seite gehen, denn je mehr die Sehaxe nach innen gestellt wird, desto geringer wird die Wirkung des Rect. superior um die transversale Axe, desto erheblicher aber um die Sehaxe. Solches zu constatiren hatte ich bei Contrakturen des Rect. superior wiederholentlich Gelegenheit. Die vorhin angegebenen Thatsachen sind den letztgenannten geradezu entgegengesetzt, indem der Höhenunterschied bei der Innenstellung der Sehaxe progressiv zunahm, bei der Aussenstellung progressiv abnahm.

Kann demnach bereits aus den objektiven Störungen in der Bewegung auf Lähmung des Trochlearis geschlossen werden, so gestehe ich doch gern ein, dass die Beobachtung dieser geringen Ablenkungen eine zu subtile ist, als dass sie nicht leicht zu Täuschungen

führen könnte. Ich selbst habe Gelegenheit gehabt, abgesehen von einer ausserordentlich reichen Zahl von Schielenden, gegen 200 Fälle von Augenmuskel-Paralysen genau zu beobachten, und habe mich gewöhnt, auf die geringsten Ablenkungen in der Stellung eine minutiöse Aufmerksamkeit zu verwenden; trotzdem bedurfte es wiederholter Sitzungen, um mich mit vollkommener Sicherheit von den oben erwähnten Thatsachen zu überzeugen; ich meine nicht überhaupt das Zurückbleiben der Hornhaut nach oben und nach innen, welches erstere in Maximo beinahe 1", welches letztere in Maximo $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ " betrug, sondern die Zu- und Abnahme dieser Störungen bei wechselnder Stellung. — Ferner dürfen wir nicht vergessen, dass es sich in dem Gesagten bloß von der Abgrenzung der fraglichen Affektion gegen Parese oder Contraktur eines anderen Augenmuskels handelte, nicht aber gegen combinirte Muskelaffektionen. In dieser Beziehung ist nun freilich zu bemerken, dass Paresen der Recti, welche von Anfang an eine so geringe Störung der Beweglichkeit nach allen Seiten bieten, seltener vorkommen, als ausgeprägte Lähmungen, die von inneren Affektionen der motorischen Nerven, z. B. Paralyse des Oculomotorius bedingt sind. Dieses seltenere Vorkommen erklärt sich schon dadurch, dass im Dienste des Schaktes zur Verhütung des Doppelsehens die Willenskraft auf die verschiedenen Muskeln so vertheilt wird, dass geringe Störungen der Innervation bald annullirt werden. — Dennoch würde bei der Schwierigkeit in der Ermittlung der genannten Symptome die Diagnose der Trochlearis-Lähmung schwerlich eine breitere Grundlage fassen; zum Glück aber besitzen wir eine andere Reihe von Erscheinungen, welche zwar auf die Aussage des Kranken gestützt, doch einer so genauen mathematischen Controle unterworfen sind, dass sie hierdurch einen vollkommenen ob-

jektiven Werth erhalten, ich meine die Phänomene der Diplopie.

Beim Blick nach oben findet Einfachsehen statt; so wie aber der Gegenstand in der Mittellinie sich dem Horizont nähert, tritt Diplopie ein; da das linke Bild dem linken Auge, das rechte Bild dem rechten Auge angehört, so muss dieselbe von pathologischer Convergence der Sehaxen herrühren. Grösser aber, als der seitliche Abstand ist der gleichzeitig sich einstellende Höhenunterschied; es steht nämlich das Bild des kranken Auges beträchtlich tiefer, als das des anderen. *)

*) Um zu beurtheilen, welches Auge das kranke ist, dient allerdings am besten der objektive Versuch, auf welcher Seite eine Verrückung der Sehaxe beim Verschluss des anderen Auges eintritt, und ich ziehe diese Ermittlung, wenn sie irgend möglich ist, den Angaben des Kranken vor. Was diese letzteren anbetrifft, so erscheint:

1) Das wahre Bild heller und deutlicher, weil es central, das andere dagegen undeutlicher, weil es excentrisch ist. Bei geringer Excentricität beträgt aber dieser Unterschied in der Schärfe, wie wir uns durch Prismen überzeugen können, nicht allzuviel. Die Ränder des falschen Doppelbildes sind etwas verwaschen, was von ungenauer Accommodation für die Entfernung des Gegenstandes herrührt. -- Diese Kennzeichen werden jedoch bei Verschiedenheit der Sehkraft oft unbrauchbar.

2) Wenn das kranke Auge geschlossen wird, bleibt das wahre Bild des gesunden Auges unverrückt stehen, während beim Verschluss des gesunden das falsche Doppelbild eine Bewegung macht, und zwar so weit, bis es den Platz des früheren wahren Bildes einnimmt. Dies wird von allen Kranken deutlich angegeben.

3) Bei Prüfungen im Wettstreit der Gesichtsfelder durch farbige Gläser prävalirt allemal das gesunde Auge, wenn dasselbe nicht an sehr hochgradiger Sehschwäche leidet.

4) Wenn beim Verschluss des gesunden Auges das kranke eingerichtet wird, so ist der Kranke in der Lokalisation des ganzen Gesichtsfeldes wesentlich beirrt, er zeigt mit dem Finger die Objekte nicht da, wo sie sind, sondern immer nach derjenigen Richtung verschoben, nach welcher sich das Auge beim Verschluss des gesunden verrückt hat. Diese auf Alienirung des Muskelgefühls beruhende Erscheinung, die wir schon oben erwähnt haben und von welcher auch das Gefühl von Schwindel bei Verschluss des gesunden Auges abhängig ist, muss man wesentlich unterscheiden von der unsicheren Taxa-

Gleichzeitig ist das Bild des kranken Auges etwas schief, dies beträgt aber so wenig, dass die Bilder eines ziemlich schmalen vertikalen Gegenstandes sich mit prismatischen Gläsern an einander gebracht noch decken, nur erscheint das Objekt unten breiter, als oben, weil sich das Bild des kranken Auges eine Spur nach der entgegengesetzten Seite neigt. Der Kranke beschreibt die Schiefheit so, als sei der Gegenstand mit seiner unteren Extremität gegen das kranke Auge hingezogen, was nothwendig eine scheinbare Schiefheit hervorrufen muss. Auch giebt derselbe einen bedeutenden Unterschied in den Entfernungen an, die tiefer liegenden Punkte scheinen seinem Auge näher zu liegen, als wenn die Objekte in einem Bogen gegen seinen Körper hin gekrümmt wären. Aus diesem Näherliegen erklärt sich auch, dass beim Vergleich der beiden Bilder das falsche Bild etwas länger erscheint, obwohl beim Verschluss des gesunden Auges ihm alle Objekte entfernter und kleiner zu werden scheinen.

Die Erklärung dieser Phänomene der Diplopie ist ziemlich leicht: das seitliche Intervall der Doppelbilder erklärt sich aus der pathologischen Convergenz, der Höhenunterschied aus dem höheren Stande der Cornea im gelähmten Auge, die Schiefheit nach der anderen Seite dadurch, dass der vertikale Meridian nach der Aussen-seite des gelähmten Auges geneigt ist, weil dessen Parallelismus durch den Trochlearis nicht mehr erhalten wird, das scheinbare Näherstehen wird durch die pathologische Convergenz und den engeren Horopter bedingt, und da diese Verhältnisse nach unten zunehmen, so muss auch die vorhin erwähnte scheinbare Krümmung vertikaler Objekte stattfinden. Wenn endlich das gesunde Auge

tion der Entfernungen beim einseitigen Sehen, es ist ja in unserem Falle die Abirrung eine seitliche und ihrer Richtung nach vollkommen constant.

geschlossen wird, so geht das kranke durch Anspannung des Rect. inferior und externus nach aussen und unten, unter Verringerung seines Brechzustandes; es wird demgemäss auf Grund des alienirten Muskel- und Accommodationsgefühles das ganze Gesichtsfeld normwidrig nach aussen und unten verrückt und gleichzeitig weiter vom Auge abgerückt erscheinen, als es für normale Verhältnisse der Fall ist.

Geht man nun mit dem Gegenstande in der Mittellinie nach unten, so treten die Doppelbilder sowohl in ihrem seitlichen Intervall, als im Höhenunterschied immer mehr auseinander, auch die Schiefheit nimmt um Einiges zu. Geht man ferner mit dem stark unter dem Horizonte befindlichen Gegenstande nach der Seite des gesunden Auges herüber, so nimmt sowohl die Schiefheit als der seitliche Abstand mehr und mehr ab, der Höhenunterschied aber wird immer beträchtlicher, so dass für die äusserste Stellung des Objekts, in welcher gemeinschaftlich gesehen werden kann, die Doppelbilder beinahe gerade über einander liegen. Geht man nun umgekehrt mit dem Gesichtsobjekt unter der Horizontalebene nach der kranken Seite, so nimmt der Höhenunterschied rasch, der seitliche Abstand langsamer ab, während die Schiefheit immer beträchtlicher wird; der Kranke giebt nun nicht mehr an, dass das schiefe Bild mit seinem unteren Ende nach dem kranken Auge hingezogen, sondern dass es beträchtlich nach der Seite geneigt ist; für die äusserste Stellung, welche der Nase wegen zum gemeinschaftlichen Sehen benutzt werden kann (ungefähr 25° nach aussen), war das seitliche Intervall ausserordentlich gering, der Höhenunterschied noch vorhanden, aber gegen die Stellung in der Mittellinie bedeutend verkleinert. — Wird der Gegenstand über den Horizont erhoben, so lässt sich das Doppelsehen in der dem gesunden Auge entsprechenden Hälfte

des Gesichtsfeldes noch um einen geringen Winkel hinauf verfolgen, dann verschwindet es. Auf der dem kranken Auge entsprechenden Hälfte schneidet es, je weiter man seitlich vorrückt, desto genauer mit dem Horizonte ab.

Die Erklärungen hierfür sind folgende: Je mehr beim Blick nach unten die Sehaxe nach innen steht, desto mehr wirkt der Trochlearis auf die Höhe der Hornhaut, aber desto weniger lenkt er sie seitlich ab, desto weniger verrückt er auch die Meridiane; es muss demnach gegen diese Richtung hin sowohl seitliches Intervall als Schiefheit der Bilder abnehmen, der Höhenunterschied aber deutlicher hervortreten. Je mehr dagegen die Sehaxe bei der Untenstellung auswärts gerichtet ist, desto mehr wirkt der fragliche Muskel auf die Meridiane, desto weniger auf die Höhen- und seitliche Ablenkung der Hornhaut; es muss demnach für diesen Theil des Gesichtsfeldes die Schiefheit des Doppelbildes stärker hervortreten, während die anderen Intervalle verschwinden. Dass das Doppelsehen in der oberen Hemisphäre des Gesichtsfeldes fehlt, kann wohl nicht wunderbar erscheinen, da der Trochlearis hierbei physiologisch erschlaft ist. Erst wenn sich nach längerer Paralyse desselben ein vermehrter Spannungszustand seines Antagonisten entwickelt, dehnt sich die Grenze des Doppelsehens immer mehr über den Horizont aus; die Verhältnisse sind hier ganz ähnlich, wie bei Lähmungen der geraden Augenmuskeln, in welchen auch, wenn sie rein sind, die Sehaxe vollkommen richtig eingestellt wird, so wie die intendirte Stellung keine Anspannung des gelähmten Muskels in Anspruch nimmt, in welchen dagegen, wenn sie einmal lange bestehen, sich immer ein gewisser Grad von Contraktur des Antagonisten hinzugesellt, wodurch die Grenze des Schielens mehr und mehr durch das Gesichtsfeld rückt. In dem einen unserer Fälle (Fall 4) haben wir diese Ausbreitung der Doppelbilder im Laufe einer mehrmonatlichen Beobachtung genau zu studiren Gelegenheit gehabt; während sie anfangs nur ein Weniges

über den Horizont im entgegengesetzten Theil des Gesichtsfeldes zu verfolgen waren, stiegen sie in demselben immer höher auf und rückten dann auch nach der kranken Seite herüber, so dass schliesslich das ganze Gesichtsfeld davon erfüllt war. Hiermit verwischten sich aber auch die anfangs so deutlichen Unterschiede in der Schiefheit, im seitlichen und Höhenintervall, je nach verschiedenen Richtungen der Sehaxe; es stand ziemlich für alle Stellungen das Bild des kranken Auges tiefer, eine Spur seitlich und etwas schief, es war somit nicht mehr von einer Lähmung des Trochlearis die Rede, sondern es hatte sich nach partieller Wiederherstellung der Leitung ein Schielen der schiefen Augenmuskeln ausgebildet. — Dadurch, dass die Doppelbilder beim Uebergange in concomitirendes Schielen zuerst im oberen Theil der entgegengesetzten Hälfte des Gesichtskreises auftauchen, scheint mir der Schluss gerechtfertigt, dass der Trochlearis bei der Stellung nach innen und oben freilich erschlaft ist, aber doch in geringerem Grade, als bei der Stellung nach aussen und oben. Es scheint dies die oben geäusserte Meinung zu bekräftigen, dass überhaupt bei der Innenwendung die schiefen Augenmuskeln sehr wirksam sind, und selbst der verlängerte Muskel bei der Accommodation in der Nähe eine stärkere Resistenz bietet, die Lähmung desselben daher in dieser Lage ebenfalls leicht Einfluss auf die Gleichgewichtsstellung gewinnt. Deshalb war selbst bei frischen Lähmungen des Trochlearis das Doppelsehen auf der gesunden Seite immer etwas über den Horizont zu verfolgen. Im Uebrigen habe ich Unterschiede je nach der Accommodation deutlich wahrgenommen: Je enger der Horopter wurde, desto weiter hinauf konnten die Doppelbilder verfolgt werden.

Der Drehpunkt des Auges muss theoretisch bei der Lähmung des Trochlearis etwas nach hinten verrückt sein. In dreien unserer Fälle konnte aber kein Unterschied in der Prominenz der Augen nachgewiesen werden; nur in einem (Fall 3) war das kranke Auge ent-

schieden etwas zurückgezogener, als das andere. Ich brauche nicht zu erwähnen, dass, um hierüber ein sicheres Urtheil zu fällen, von Verschiedenheiten der Oeffnung der Lidspalte etc. Rechnung abgelegt werden muss. Nach Angabe des Kranken war dieser Unterschied früher nicht vorhanden gewesen, auch schien derselbe sich zu verringern, als die Charaktere der Trochlearis-Lähmungen denen von concomitirenden Schielen mehr und mehr Platz machten. *)

Die natürliche Kopfhaltung der Kranken ist eine ziemlich charakteristische: anfangs tragen sie den Kopf gerade nach vorn und unterscheiden sich nur wenig von solchen, die an Lähmung des Rect. inferior leiden, sie thun dies deshalb, um alle Gesichtsobjekte möglichst in den oberen Theil des Gesichtsfeldes zu bringen und so das Doppelsehen zu umgehen. Sehr bald unterscheidet sich aber die Kopfhaltung bei Trochlearis-Lähmung von der bei Lähmung des Rect. inferior dadurch, dass der Kranke gleichzeitig den Kopf etwas um seine vertikale Axe nach der entgegengesetzten Seite dreht, damit er die Gegenstände nicht bloss nach oben, sondern auch in der mit der Krankheit gleichnamigen Hälfte des Gesichtsfeldes sieht, denn für diese Stellung fühlt er sich im Einfachsehen am sichersten, und zwar um so mehr, wenn durch beginnende Sekundärkontraktur des Obliquus inferior die Grenze des Doppelsehens sich auf der gesunden Seite über den Horizont erhebt. Je entschiedener die Vermehrung in der Spannung des letztgenann-

*) Von dieser Verrückung des Drehpunktes hängt es vielleicht ab, wenn die Resultate des Doppelsehens mit der Berechnung nicht immer absolut, sondern approximativ zusammenfallen. Kleine Aberrationen hierin dürfen uns überhaupt nicht befremden, da ja bei jedem Doppelsehen wegen der Antipathie des Schaktes ein gewisser Kampf der Augenmuskeln eingeleitet wird, der einige Schwankungen in der Distanz und Richtung der Bilder bedingt.

ten Muskels wird, desto ausgeprägter wird auch die Kopfdrehung um die vertikale Axe. Später, wenn die schielende Stellung durch das ganze Gesichtsfeld geht, pflegt zwar die angenommene Kopfhaltung in gewissem Grade aus Gewohnheit fortzubestehen, wird aber doch weniger forcirt, da ihre Zweckmässigkeit für den Sehakt mehr und mehr erlischt. Der Kranke kann nun die Doppelbilder nicht mehr in eins zusammenschmelzen und er muss sich dadurch helfen, dass er entweder ein Auge schliesst, oder dass er ein Doppelbild physiologisch unterdrückt, oder dadurch, dass er es durch die Kontraktion eines anderen Augenmuskels so weit ablenkt, bis es der grossen Excentricität wegen an störendem Einfluss auf das Sehvermögen verliert.

Es sind ferner noch zwei physiologische Wahrheiten, die in den beobachteten Trochlearis-Lähmungen ihre Bestätigung finden: 1) die Abwesenheit der Hück'schen Rollbewegungen. Wurde nämlich die Sehaxe senkrecht auf der Gesichtsfäche erhalten, so nahm die Schiefheit der Bilder bei der Neigung des Kopfes zur Schulter nicht zu. Um den Versuch noch genauer anzustellen, rief ich durch ein mit der Basis nach unten und etwas nach aussen vor das kranke Auge angelegtes Prisma bei der Geradeausrichtung der Sehaxen Einfachsehen hervor, welches durch die für diese Stellungen ausserordentlich geringe Schiefheit nicht gestört wurde. Dieses Einfachsehen blieb ungestört, wenn der Kopf genau um seine von vorn nach hinten gehende Axe gedreht wurde. 2) Konnte man bestätigen, dass die von Donders angegebenen Ablenkungen der Meridiane, die von der Kopfbeugung nach hinten oder vorn abhängig sind, wie es der genannte Autor behauptet, an eine Thätigkeit der schiefen Augenmuskeln nicht gebunden sind, sondern lediglich von der Drehung des Auges um seine vertikale Axe abhängen; denn immer verhielt sich das Doppel-

sehen bei diesen Stellungen wie bei der nämlichen Haltung der Sehaxen unter vertikaler Stellung des Kopfes.

Das Sehvermögen war in keinem unserer Fälle erheblich gestört, so dass die Tragweite selbst für die kleinsten Objekte von der des gesunden nicht wesentlich abwich. — Die Accommodation zeigte sich ziemlich normal; nur in der Richtung nach unten und innen schien sie weniger ausdauernd und weniger exkursiv, offenbar wegen der mühsamen Einstellung der Sehaxen.

Ehe wir nun zu der kurzen Mittheilung unserer Krankheitsfälle übergehen, wollen wir für die Trochlearis-Lähmung die vergleichende Diagnose noch einmal kurz zusammenfassen, um der Erkenntniss dieser gewiss vielfach übersehenen Affektion die ihr gebührende praktische Basis zu geben.

Das Hauptsymptom bildet ein beim Blick nach unten sich einstellendes Schielen mit der entsprechenden Diplopie: das Auge bleibt nämlich nach innen und oben zurück, das demselben zukommende Doppelbild liegt etwas auf der Seite des schielenden Auges, namhaft tiefer, und zeigt ausserdem eine deutliche Schiefheit durch Neigung nach innen.

Contraktur des Rect. inferior und Lähmung des Rect. superior können schon deshalb diese Symptome nicht hervorrufen, weil das von ihnen abhängige Schielen mit der entsprechenden Diplopie sich beim Blick nach oben herausstellt, bei dem nach unten verschwindet. Lähmung des Rect. inferior kann es deshalb nicht sein, weil hierbei pathologische Divergenz, nicht Convergence stattfindet; auch die Schiefheit ist umgekehrt, da der Rect. inferior gerade den umgekehrten Einfluss auf die Meridianstellung hat, wie der Trochlearis. Con-

traktur des Rect. superior würde noch am meisten Symptome gemeinsam haben, doch ist die Schiefheit hier umgekehrt, da Rect. superior und Trochlearis einen gleichnamigen Einfluss auf die Meridianstellung ausüben.

Zur Prüfung der Diagnose dient das Verhalten der Bilder, wenn ein im unteren Theil des Gesichtsfeldes befindlicher Gegenstand von einer Seite zur andern verrückt wird; je mehr er auf die Aussenseite rückt, desto grösser wird die Schiefheit des Bildes, desto geringer der Seiten- und der Höhenabstand von dem Bilde des gesunden Auges, je mehr aber der Gegenstand nach der Innenseite rückt, desto mehr nehmen bei wachsendem Höhenabstand sowohl Seitendistanz als Schiefheit ab.

Ist bei älterer Affektion concomitirendes Schielen eingetreten, so nimmt die Ablenkung nach innen immer mehr ab, weil der sich retrahirende Obliquus inferior nach aussen wirkt, dagegen tritt der Höhenunterschied der Corneae immer reiner hervor, wir haben daher scheinbar ein ziemlich reines Schielen nach oben, wobei allemal das Bild des kranken Auges nach innen geneigt ist. Die Schiefheit kann sogar mit zunehmender Retraktion des Obliquus inferior ausgeprägter werden. *) Die Ablenkung

*) Der Grad des Höhenunterschiedes und der Schiefheit hängt hierbei theils von der Vollständigkeit der wieder eingeleiteten Innervation, theils vom anatomischen Zustande der Muskeln ab. — Beide Unterschiede können nach Eintritt des concomitirenden Schielens erheblicher sein, als

existirt nun, wie bei jedem concomitirenden Schielen, mehr oder weniger gleichmässig durch das ganze Gesichtsfeld.

Dieses Schielen könnte mit demjenigen verwechselt werden, welches durch vermehrte Spannung des Rect. superior und Erschlaffung des Rect. inferior bedingt ist, in diesem Letzteren wird ebenfalls die seitliche Distanz der Bilder eine sehr geringe sein, weil sich die genannten Muskeln in dieser Beziehung zu einander verhalten, wie die Obliqui, auch der Höhenunterschied würde kein Kriterium abgeben, wohl aber die Schiefheit, welche gerade eine umgekehrte ist, sofern nämlich das Bild des kranken Auges nothwendig nach aussen geneigt erscheint. Besondere Schwierigkeiten würde die Diagnose bieten, wenn das Doppelschen aufgehört hat. Es scheint sich aber dasselbe gerade für Affektionen der schiefen Augenmuskeln sehr lange zu erhalten, oder lässt sich durch gefärbte Gläser künstlich hervorrufen.

Nirgends ist die Trochlearis-Lähmung leichter zu erkennen, als bei gleichzeitig bestehender Paralyse des Nerv. oculomotorius. Während man nämlich für gewöhnlich die durch die schiefen Augenmuskeln bedingten Meridianverrückungen unsicher wahrnehmen kann, werden dieselben ausserordentlich deutlich, so wie bei Lähmung mehrerer geraden Augenmuskeln die Schaxe fixirt ist; wir haben das Phänomen der

in der Periode der ursprünglichen Lähmung, da die Retraktion des Obliquus inferior an und für sich die genannten Deviationen steigert; weil aber der Trochlearis wieder innervirt wird, so können auch alle möglichen Grade der fraglichen Ablenkungen vorkommen, in derselben Weise, wie beim Schielen, das von den geraden Augenmuskeln ausgeht.

Trochlearis - Wirkung unter solchen Umständen schon oben näher beschrieben. Fehlt bei intensivem Blick nach unten jede Rollung der Hornhaut nach aussen und unten, so ist auch der Trochlearis gelähmt; ist sie selbst beim Schluss des gesunden Auges unvollkommen, so dürfen wir hieraus nicht unbedingt auf unvollkommene Innervation des Trochlearis schliessen, denn wenn auch der Muskel willkürlich contrahirt wird, so ist er doch in dieser Weise nicht geübt und macht bei manchen eine grössere, bei andern eine geringere Excursion.

Fälle von gleichzeitiger Lähmung des Trochlearis und des Oculomotorius kommen bei Cerebral- und Orbitalleiden nicht selten vor.

Als rheumatische Lähmung habe ich die Paralyse des Trochlearis zweimal zu beobachten Gelegenheit gehabt; in dem einen Falle waren während mehrerer Tage heftige Rheumatalgien um das Auge vorhergegangen; in dem anderen traten diese Beschwerden gleichzeitig mit der Lähmung auf, beides Morgens beim Erwachen, nach einer am letzten Abend stattgefundenen Erkältung. Die Symptome waren die oben erwähnten; in dem einen Falle überzeugte ich mich durchaus von den angegebenen Eigenschaften der Doppelbilder, in dem andern gelang es nur, das beim Blick nach unten eintretende convergirende Schielen mit Diplopie und Schiefheit des Bildes zu constatiren, ohne aber das Verhalten der Doppelbilder nach beiden Seiten zu eruiren, denn die sehr empfindliche Patientin war unvermögend, dieselben längere Zeit hindurch genau aufzufassen, weil sie von Stirnschmerzen und Schwindel befallen wurde. — Beide Fälle

heilten, ohne Schielen zu hinterlassen, der eine in einem Zeitraum von 14 Tagen nach Schröpfköpfen, Abführungen, schweisstreibenden Getränken und wiederholten spanischen Fliegen in der Umgebung des Auges; der andere ziemlich unmittelbar nach einer Venäsektion und einem Brechmittel. Während der Heilung senkte sich die Grenze des Doppelschens immer mehr nach unten, am längsten hielt sich die Diplopie, wenn die Sehaxe nach innen und unten gerichtet war, bei welcher Stellung noch ein kleiner Höhenunterschied zurückblieb, selbst nachdem gerade nach unten, sowie nach aussen und unten Einfachsehen stattfand.

Länger hatte ich Gelegenheit, die fragliche Affektion zu beobachten, in zwei Fällen, von denen der eine offenbar eine centrale Lähmungs-Ursache hatte, der andere von einem Schlag auf die Stirn herrührte.

In dem ersten Fall bestand seit einem Jahr Parese des rechten Arms; für den Ausbruch des Augenübels, welches zur Zeit meiner ersten Beobachtung vier Wochen lang hestand, wurde von dem Patienten eine Erkältung als Gelegenheitsursache angegeben. Die Symptome waren deutlich ausgeprägt: convergirendes Schielen beim Blick nach unten; wird hierbei das gesunde Auge geschlossen, so zuckt dasselbe unter der Hand nach unten und innen, während das kranke eingerichtet wird. Beides geschieht durch die zwei entsprechenden geraden Augenmuskeln. Das Verhalten der Ablenkung und Diplopie war genau so, wie es oben angegeben ist, auch die Kopfhaltung charakteristisch. Der Kranke, sehr empfindlich gegen die Doppelbilder, schloss beim scharfen Sehen das erkrankte Auge. Dasselbe stand gegen das gesunde etwas zurück, welches Verhältniss auch noch blieb, wenn man die ungleiche Oeffnung der Lidspalte künstlich ausglich. Ein zufälliger Unterschied konnte dies wohl nicht sein, da später mit wieder eintretender

Innervation des Trochlearis und Uebergang der Affektion in concomitirendes Schielen sich derselbe mehr und mehr verwischte. — Eine örtlich derivatorische und depletorische Kur zeigte keinen erheblichen Erfolg, blaue Gläser verminderten die Empfindlichkeit gegen die Doppelbilder, ohne deren Verhältnisse wesentlich zu verändern. Später, als die Affektion, vielleicht spontan, vielleicht auf den Gebrauch einer Jodkur, in Schielen überging, wurde periodisch das Bild des kranken Auges unterdrückt; ein violettes Glas vor's gesunde Auge gehalten zeigte die Diplopie in oben beschriebener Weise. Einige Monate später gebrauchte Patient Marienbad und Franzensbad, wurde aber während der genannten Badekur von einer unvollkommenen Lähmung des Oculomotorius im zweiten Auge befallen. Als ich ihn zum letzten Male vor einigen Monaten sah, war die Oculomotorius-Lähmung verschwunden, ein concomitirendes Schielen der schiefen Augenmuskeln durch violette Gläser noch nachweisbar, die Parese des Armes aber wieder stärker.

In dem zweiten Falle hatte sich die Lähmung kurz nach der Verletzung, aber ohne Erscheinungen von *Commotio cerebri*, entwickelt. Die präzisen Angaben des Kranken befähigten mich, genaue Messungen über die Distanz und Richtung der Doppelbilder anzustellen. Ein Unterschied in der Prominenz der Augen war nicht vorhanden, charakteristische Kopfhaltung sehr ausgeprägt. Beim Schluss des gesunden Auges war eine Verrückung des Gesichtsfeldes etwas nach unten und aussen, und beim Gehen entschiedener Gesichtsschwindel, besonders wenn die Schaxe nach unten und innen gerichtet war, auch hatte der Kranke beim alleinigen Sehen mit diesem Auge das Gefühl, als lägen die Objekte entfernter und seien kleiner, wofür wir oben die Erklärung gegeben haben. Im Uebrigen zeigte sich die Schkraft des

befallenen Auges gut, ein genauer Maassstab war aber dadurch benommen, dass schon ein früherer Unterschied in dieser Beziehung bestand. — Sehr interessant war es, in diesem Falle den allmählichen Uebergang der Affektion in concomitirendes Schielen zu beobachten. Schon als der Kranke zu mir kam, ungefähr zwei Monate nach dem Eintritt der Krankheit, dehnte sich die Diplopie auf der dem gesunden Auge entsprechenden Hälfte des Gesichtsfeldes ziemlich weit nach oben aus; der seitliche Abstand war hierbei ausserordentlich gering, ebenso die Schiefheit, aber der Höhenabstand erheblich genug, um die Doppelbilder leicht von einander zu unterscheiden. Natürlich nahm derselbe, je höher man mit dem Objekt ging, desto mehr ab. Es rückte nun aber die Grenze des Doppelsehens auf die früher angegebene Weise immer weiter hinauf, bis endlich überall Diplopie stattfand; hierbei verwischten sich die ursprünglichen Unterschiede, was auch durch das Verhalten zu prismatischen Gläsern nachzuweisen war. Wurde nämlich Anfangs ein Prisma von 6° mit der Basis nach unten und etwas nach aussen vor das kranke Auge gehalten, so fand freilich für den Blick geradeaus Einfachsehen statt; denn da auf diese Weise Höhen- und Seitenabstand aufgehoben und die zurückbleibende geringe Schiefheit entweder physiologisch unterdrückt oder durch eine vermehrte Kontraktion des nur noch unvollkommen gelähmten Trochlearis annullirt ward, so waren die Bedingungen zum Einfachsehen da. Je mehr man aber nach unten ging, desto stärker musste die Brechkraft des corrigirenden Prisma's werden, so dass ich dem Kranken ein Prisma mit wachsender Brechkraft dadurch schleifen liess, dass die eine Fläche eine cylindrische Krümmung erhielt. Ging man zu dieser Zeit mit dem Gegenstande nach aussen und unten, so konnte überhaupt kein Prisma die Diplopie corrigiren, weil die hier

beträchtliche Schiefheit nicht auszugleichen war. Als aber später sich mehr und mehr concomitirendes Schielen entwickelte, war ein und dasselbe Prisma beinahe durch das ganze Gesichtsfeld im Stande, die Doppelbilder für die direkte Fixation zu verschmelzen, weil der Unterschied in den Intervallen viel gleichmässiger geworden. Die Schiefheit vertikaler Objekte bestand freilich fort, und wurde durch die Prismen nicht corrigirt; doch hörte dieselbe auf, den Kranken zu stören, weil er die Aufmerksamkeit ganz auf den fixirten Theil koncentrirte, in ähnlicher Weise, wie wir das physiologische Doppelsehen unterdrücken. Der Kranke selbst war durch eine solche Brille dermassen von allen seinen Beschwerden befreit, dass er sich nicht mehr zu der früher vorgeschlagenen Ablösung des Obliquus inferior entschliessen konnte. —

Es kann keinesweges in meiner Absicht liegen, durch das Gesagte einen noch ziemlich neuen und mit Schwierigkeit vielfach beladenen Gegenstand der Pathologie zu erschöpfen, aber so viel scheint mir dadurch erreicht zu sein, dass eine mit den Ergebnissen der Physiologie übereinstimmende Diagnose der Trochlearis-Lähmung ohne Bedenken in den Bereich der ophthalmologischen Praxis eingeführt werden kann.