

(Aus dem Anatomischen Institut der Universität Budapest
[Vorstand: Prof. Dr. F. Kiss].)

Die innere Gliederung des Oculomotoriuskernes.

Von

Dr. J. Szentágothai,
Prosektor.

Mit 4 Textabbildungen.

(Eingegangen am 15. Juni 1942).

Einleitung.

Die Frage nach der genauen Lokalisation der Ursprungszellen der die verschiedenen äußeren Augenmuskeln versorgenden Nervenfasern konnte bisher noch nicht zufriedenstellend gelöst werden. Am allgemeinsten anerkannt ist noch das Schema von *Brouwer* (1918)¹, das im wesentlichen auch mit den Vorstellungen vieler früherer Autoren übereinstimmt (*Bernheimer*, 1897). Nach diesem Schema soll in dem vordersten Teile des *Nucleus nervi oculomotorii* der *Musculus levator palpebrae superioris* lokalisiert sein, hinter diesem der *Musculus rectus superior*, etwas weiter hinten und in dem in der Mittellinie gelegenen Zentralkern der *Musculus rectus medialis*; dann folgt der Kern des *Musculus obliquus inferior*, und schließlich zuhinterst der des *Musculus rectus inferior*. Diese Vorstellung steht zu den Annahmen anderer namhafter Autoren in scharfem Widerspruch, was kein Wunder ist, da die angewendeten Methoden bisher zur exakten Lösung dieses Problems nicht geeignet waren. Bei auf so geringen Raum zusammengedrängten Strukturen wird man wohl selten klinische Fälle antreffen, die sichere Schlüsse zulassen, insbesondere da in der Nähe auch andere für die Augenbewegungen wichtige Bahnen verlaufen. Ebenso ist die experimentelle Methode der Tigrolyse nicht allzu geeignet solche Fragen zu entscheiden.

Ohne Zweifel können wir genaue Kenntnis über den wahren Sachverhalt vor allem durch Reizversuche erlangen. Hierbei bietet sich jedoch die große Schwierigkeit den verborgenen Oculomotoriuskern ohne wesentliche Nebenverletzungen überhaupt aufzufinden; bei den engen räumlichen Verhältnissen sind auch Bruchteile eines Millimeters von größter Wichtigkeit. Dabei wird die Lage noch durch den unmittelbar anliegenden *Fasciculus longitudinalis dorsalis* kompliziert. Aus allen diesen Umständen ergeben sich bezüglich der Lokalisation der Elektroden und vor allem bezüglich ihrer Feinheit besonders hohe Anforderungen. Diese Schwierigkeiten kann man durch Anwendung einer Vorrichtung vom Prinzip des „*Horsley-Clarke*“schen Apparates überwinden.

¹ Zusammenfassende Darstellung des einschlägigen Schrifttums.

Werkstoff und Untersuchungsmethode.

Die Untersuchungen führte ich an Hunden und Katzen aus. Zur Führung der Elektrode konstruierte ich einen eigenen Apparat, ganz nach dem Prinzip des *Horsley-Clarkeschen „stereotaktischen Instrumentes“*, das jedoch in vieler Hinsicht weitgehend modifiziert wurde. Eine ausführlichere Beschreibung des Apparates kann im Rahmen dieser Arbeit nicht gegeben werden, unter anderem deswegen, weil ich an dem bisherigen Modell noch weitgehende Veränderungen vornehmen will. Das hier gestellte Problem hätte mit Hilfe des Originalapparates ebensogut gelöst werden können, ein solcher stand mir jedoch nicht zur Verfügung. Bei der

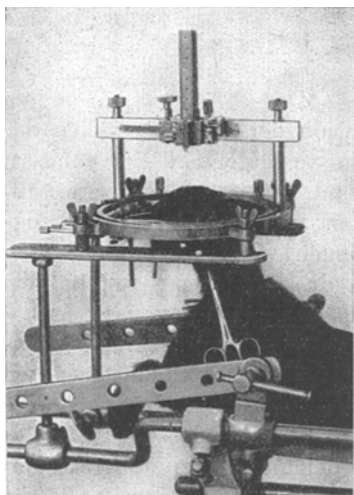


Abb. 1. Angewendete Versuchsanordnung. Der zur Führung der Elektrode dienende Lokalisationsapparat ist auf den Operationstisch aufmontiert.

Konstruktion meines Apparates gedachte ich mich zunächst genau an die Originalkonstruktion zu halten, mußte jedoch bald erkennen, daß der *Horsley-Clarkesche* Apparat wenn man ihn, wie es für mein sonstiges Arbeitsgebiet zutrifft, weniger für Reizversuche als zum Anbringen genau lokalisierter Zerstörungsherde ohne Nebenverletzungen verwenden will, wesentliche Nachteile hat. Beim Originalapparat ist eine genaue Zentrierung der eingefästen Elektrode nicht möglich, was bei dickeren Elektroden wenig, bei sehr dünnen aber sehr wesentlich ist. Bei Elektroden, wie ich sie anwende, sind Abweichungen der Spitze von der beabsichtigten Richtung um $\frac{1}{2}$ mm nicht zu vermeiden; um also einen am getöteten Tier oder an Schnittserien errechneten Punkt genau zu treffen, muß die Elektrode genau zentriert werden.

Bei Reizversuchen ist dies, wie *Ranson* (1932—1938) in einer Reihe von Arbeiten mit seinen Mitarbeitern nachwies, weniger wichtig; wenn man ein bestimmtes Gebiet des Zentralnervensystems mit der Elektrodenspitze systematisch abtastet, und die Stichkanäle nachher auf Grund histo-

logischer Untersuchung mit den während des Versuches notierten Daten vergleicht und identifiziert. Bei solchen Untersuchungen ist es nicht wichtig einen vorher genau bestimmten Punkt zu treffen, da jeder Punkt des fraglichen Gebietes einmal von der Elektrode getroffen wird. Bei Degenerationsuntersuchungen dagegen darf man zwecks Vermeidung von Nebenverletzungen nicht herumtasten, sondern man muß womöglich mit einem Einstich gleich den gewünschten Punkt treffen.

Die Befestigung des von mir konstruierten Apparates am Schädel des Tieres ist im wesentlichen dieselbe wie die des *Horsley-Clarke-Apparates* (Abb. 1), nämlich mit Hilfe von Steckern im äußeren Gehörgang, Ringen für die oberen Eckzähne und zwei Stacheln für den Infraorbitalrand. Der Elektrodenhalter bewegt sich jedoch nicht wie beim Originalapparat in einem einfachen räumlichen Koordinatensystem (sagittal, frontal und vertikal), sondern auf einer drehbaren Brücke *a* (Abb. 2). Auf dieser Brücke bewegt sich der Elektrodenhalter *b* genau auf dem Durchmesser des Grundkreises *c*, auf dem die Brücke drehbar ist. Bei verschiedener Stellung der Brücke ist also der Elektrodenhalter in der Horizontalebene in jedem beliebigen Radius des Grundkreises vom Mittelpunkt bis zur Peripherie zu verschieben. Aus jeder Stellung des Elektrodenhalters kann die Elektrode endlich in vertikaler Richtung verschoben werden, also in das Gehirn des eingefästen

Versuchstieres eingestochen oder herausgezogen werden. Durch eine Gradeinteilung auf dem Grundkreise und Millimeterskalen an der Brücke und dem Elektrodenhalter kann mittels Nonien die Stellung der Elektrodenspitze bis auf 0,1 mm genau im Raume bestimmt werden. Gegenüber dem *Horsley-Clarkeschen* Instrument bewegt sich also der Elektrodenhalter in der Horizontalebene nicht in zwei aufeinander senkrechten Richtungen wie ein Mikroskopkreuztisch, sondern auf einem Kreis (bei Drehung der Brücke) und auf einem Radius des Kreises (bei Bewegung des Elektrodenhalters auf der Brücke).

Der Nachteil dieser Einrichtung ist nun gegenüber dem *Horsley-Clarke*-Apparat der, daß an Frontalschnittserien die Identifizierung der einzelnen Stichkanäle (vgl. *Ranson*) nur auf Grund komplizierter Berechnungen möglich ist. An Horizontalschnitten, d. h. an solchen, die parallel zur Ebene des Grundkreises geführt wurden, ist dies freilich ebenso einfach als beim Originalapparat. Nun sind aber Schnitte solcher Richtung beim Mittelhirn z. B. ungewohnt und auch nicht gut brauchbar. Diesem Übel kann man bei Katzen und jungen Hunden dadurch leicht abhelfen, daß man das Versuchstier mittels einer geeigneten Vorrichtung nicht wie üblich mit der Nase nach vorn, sondern mit der Nase nach unten in den Apparat einfaßt, so daß der Einstich nicht von der Schädeldecke aus, sondern vom freigelegten Planum nuchale aus erfolgt. Hierdurch wird der zweite Elektrodenhalter des Originalapparates, der für diesen hinteren Einstich konstruiert wurde, unnötig. Bei diesem Vorgehen sind die Stichkanäle an Querschnitten des Mittelhirnes quer getroffen und damit leicht zu übersehen.

Demgegenüber hat der von mir konstruierte Apparat folgende Vorteile:

1. Wesentliche technische Vereinfachung.

2. Die Elektroden können jederzeit, auch während des Versuches genau zentriert werden. Bei Einstellung des Elektrodenhalters auf die Mitte der Brücke darf die zentrierte Elektrode bei Drehung der Brücke mit ihrer Spitze keinen Kreis beschreiben, sondern muß sich genau um ihre eigene Achse drehen. Dies ist freilich beim Einsetzen der Elektrode nie der Fall, da die selbstgefertigten Elektroden nicht ganz gerade sein können. Durch entsprechend angebrachte Schrauben kann die Elektrode so lange verstellt werden, bis ihre Spitze bei Drehung der Brücke keinen Kreis mehr beschreibt. Diese Zentrierbarkeit gestattet es erst so feine Elektroden anzuwenden, wie sie zur Lösung solcher Aufgaben unbedingt nötig sind.

3. Die Brücke kann zu Anfang und Ende der Versuche abmontiert werden, wodurch freies Arbeiten und die Wahrung der Sterilität gewährleistet wird.

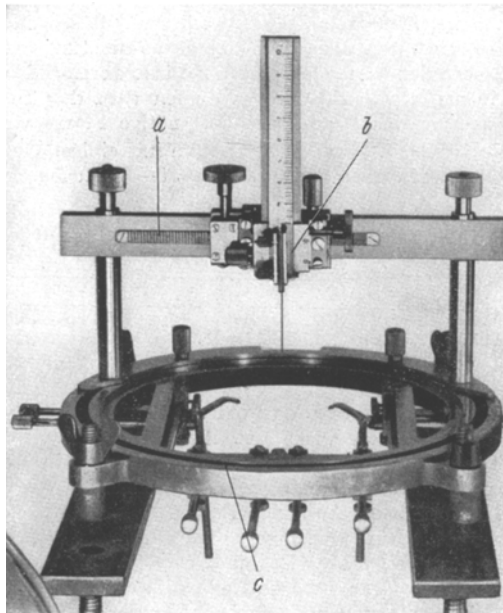


Abb. 2. Lokalisationsapparat zur Führung der Elektrode. *a* Brücke, *b* Elektrodenhalter, *c* Grundkreis mit Gradeinteilung.

Die geringen Größenverhältnisse erlauben es nicht Elektroden von den Dimensionen anzuwenden, derer sich *Ranson* und Mitarbeiter bei ihren Untersuchungen am Hypothalamus und am Kleinhirn bedienten. Ein Stich mit einer Elektrode von $\frac{1}{2}$ mm Dicke würde genügen um störende Verletzungen des Oculomotoriuskernes zu verursachen, dessen Gesamtbreite bei Katzen nicht größer ist, und eine feinere Differenzierung der Reizungssymptome unmöglich machen. Es ist ohne weiteres klar, daß man bei Untersuchungen der Oculomotoriuskerne höchstens 0,2 mm Dicke Elektroden anwenden darf. Ein Draht von solcher Dicke ist jedoch, aus welchem Metalle er auch hergestellt sei, zu biegsam um in das Gehirn eingestochen werden zu können ohne die Richtung zu verlieren. Die einzige Möglichkeit, Elektroden von solch geringer Dicke herzustellen, liegt demnach darin, daß man einen Draht von 0,1 mm mit einem ganz dünnen Glasmantel überzieht, der außer Isolation dem Draht auch die nötige Starre verleiht.

Solche Elektroden kann man mit einiger Übung selbst herstellen. Eine Glasröhre aus Jenaer Glas von etwa 5—6 mm Durchmesser und normaler Wanddicke

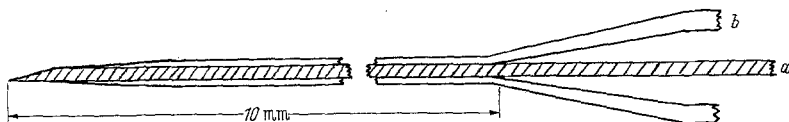


Abb. 3. Isolierte Nadelelektrode. Spitzenteil. 20mal vergr. a Platindraht von 0,1 mm Dicke, b Glasmantel.

erhitzt man vorsichtig so weit, daß sich die Wand etwas verdickt und zieht sie dann auf etwa 1 mm Dicke aus. Aus dieser Röhre schneidet man Stücke von der gewünschten Länge aus (5—8 cm) und zieht in ihr Lumen einen Platindraht (oder aus irgendeinem anderen Metall das mit Glas verschmolzen werden kann) von 0,1 mm Dicke. An einem Ende soll der Draht etwa 1 cm hervorstehen. Nun hält man zwischen zwei Fingern dieses Ende der Glasröhre mitsamt des hervorstehenden Endes des Drahtes fest und ergreift das andere Ende des Röhrchens mit einer Pinzette. Etwa 1 cm oberhalb dieses Endes erhitzt man die Glasröhre über einer kleinen Flamme und zieht das Ende mit der Pinzette aus. Bei einiger Übung legt sich die Glasröhre als immer dünner werdender Mantel um diesen Teil des Platindrahtes. Als gut gelungen kann eine Elektrode betrachtet werden, wenn sie etwa 6—8 mm vor dem Ende mitsamt des Glasmantels 0,2 mm dick ist. Gegen die Spitze ist der Glasmantel schon so dünn, daß er nur noch unter dem Mikroskop sichtbar ist. Ist auch das Ende des Platindrahtes ganz in Glas eingeschmolzen, so schneidet man die vorderste Spitze mit einer schiefgestellten Schere ab, wobei vom Glasmantel in der Regel 0,1—0,2 mm mehr abspringen, so daß man eine nicht isolierte Spitze von dieser Länge erhält, was gerade erwünscht ist. Ist die freie Spitze zu lang, so kann man den Überschuß mit einer schiefgestellten Schere abschneiden. Dies alles muß freilich stets unter einem Präpariermikroskop kontrolliert werden. Auf diese Weise erhält man einpolige Elektroden, deren 6—8 mm langer Spitzenteil, der also in das fragliche Gebiet eingestochen wird, nur 0,2 mm stark ist (Abb. 3). Der Schaft der Elektrode ist allerdings 1 mm dick; dieser verletzt jedoch bei Versuchen im Mittelhirn nur die mediale Oberfläche der Hirnrinde, was ohne Bedeutung für die Ergebnisse ist. Nötigenfalls kann der dünne Teil der Elektrode noch wesentlich länger gemacht werden.

Diese einpolige Elektrode genügt meinen Beobachtungen nach vollauf, und bei Anwendung einer anderen indifferenten Plattenelektrode auf der Bauchhaut konnte ich keinerlei Nachteile irgendwelcher Irradiation verzeichnen. Da *Ranson* stets zweipolige Elektroden anwandte, stellte auch ich solche von 0,3 mm Durchmesser des Spitzenteiles her, ohne jedoch irgendeinen Vorteil davon beobachten zu können, der den Nachteil der wesentlich größeren Verletzungen aufwiegen

könnte. Die Herstellung solcher zweipoliger Elektroden ist bedeutend schwieriger und ich möchte die etwas langwierige Beschreibung der genauen Darstellung der ganzen Arbeitsmethode vorbehalten.

Beschreibung der Versuche.

Die Reizversuche fielen bei allen Versuchstieren ganz gleichmäßig aus, und die Lokalisation der einzelnen Augenmuskeln im Oculomotoriuskern konnte ohne weiteres abgelesen werden. Tastet man mit der Spitze der Elektrode den Teil ventral vom ganzen zentralen Höhlengrau von vorne nach hinten systematisch ab, so erhält man an dem vordersten Punkte, von dem überhaupt eine typische Augenmuskelkontraktion ausgelöst werden kann, eine eindeutige Abwärtsbewegung der Augäpfel, d. h. eine ganz deutliche und isolierte Kontraktion des *Musculus rectus inferior*. Zerstörte ich bei diesem Stand der Elektrode den betreffenden Teil des Oculomotoriuskernes mittels Elektrokoagulation, so fand ich ausnahmslos nur die vordersten Zellen des Kernes betroffen.

Bei vorsichtiger Verschiebung der Elektrode nach rückwärts trifft man bei Katzen ziemlich leicht, bei Hunden nur recht schwer, einen Punkt, von dem eine deutliche Auswärtsrollung des Augapfels (ein oberer Punkt der Regenbogenhaut dreht sich annähernd um die optische Achse des Auges nach außen), — zum Zeichen dessen, daß die Spitze der Elektrode sich in dem Kern des *Musculus obliquus inferior* befindet. An Hunden kann der Kern dieser Muskeln nur recht schwer aufgefunden werden, und auch dann ist die Bewegung nur angedeutet. Meinen Befunden nach ist dieser Muskel bei Hunden auch nur relativ schwach ausgebildet.

Bei weiter caudalem Einstich trifft man den Kern des *Musculus rectus medialis*. Seitlich von der Mittellinie in etwa $\frac{1}{2}$ mm Entfernung bewegt sich nur der einseitige Augapfel nach innen, näher zur Mittellinie, erhält man eine starke Konvergenzbewegung. Schon hier kann vorweggenommen werden, daß in der Mittellinie die Lokalisation der Konvergenzbewegungen etwas über die seitlicheren Grenzen dieses Kernes nach vorne und auch teils nach hinten hinausgeht.

Etwas weiter hinten findet man den *Musculus rectus superior* lokalisiert.

Bei Katzen ist der *Musculus levator palpebrae superioris* sehr schwach und man erhält dementsprechend keine deutliche Reaktion. Bei Hunden kann dagegen der Kern dieses Muskels gut aufgefunden werden, er vermischt sich zum großen Teil mit den Ursprungszellen des vorherigen Muskels. Dies ist den vorhergehenden Kernen gegenüber eigentümlich, da deren Abgrenzung sonst ziemlich scharf ist. Immerhin konnte ich feststellen, daß dieser Kern in caudaler Richtung etwas über den des oberen Rectus hinausgeht.

Bei einem etwas hinter diesem Kerne gelegenen Einstich etwa $\frac{1}{2}$ mm seitlich der Mittellinie wird der *gegenseitige Augapfel stark* einwärts

gerollt, zum Zeichen dessen, daß man sich schon in dem Kerngebiet des *Nervus trochlearis* befindet, dessen Wurzelfasern sich bekanntlich vor dem Austritt aus dem Mittelhirn vollständig kreuzen.

Die hier beschriebene orocaudale Lokalisation ist überaus deutlich und kann ohne Schwierigkeiten abgelesen werden. Der Stand der Elektroden-

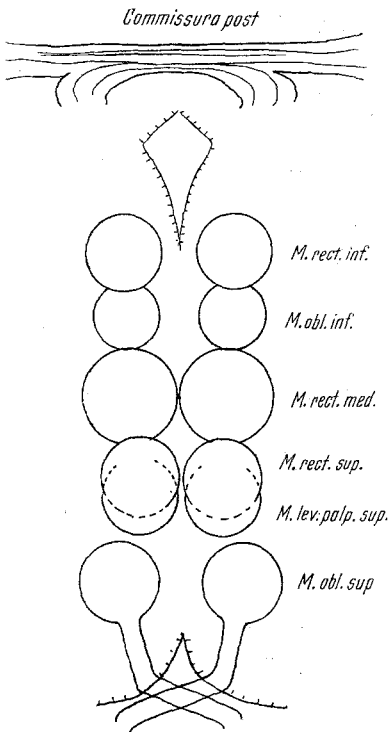


Abb. 4. Innere Lokalisation des Oculomotoriuskernes. Ansicht von oben.

Angaben genau notiert waren, durch nachherige mikroskopische Untersuchung des Gehirnes noch genau festgelegt. Um in dieser Frage ganz sicher zu sein, zerstörte ich einzelne Teile des Oculomotoriuskernes und erhielt die Tiere zwecks nachheriger Untersuchung der Nerven Degeneration in den äußeren Augenmuskeln 4 Tage lang am Leben. War z. B. der vorderste Teil des Oculomotoriuskernes zerstört, so konnte im *Musculus rectus inferior* die Achsenzylinderdegeneration deutlich beobachtet werden, wogegen die Nerven der anderen Muskeln verschont blieben. In ähnlicher Weise erwies sich mittels Degeneration auch die übrige mittels Reizversuchen festgestellte Lokalisation als richtig.

Schwieriger ist es mit der Frage nach der seitlichen Lokalisation. Wenn man in der Nähe der Mittellinie auch beiderseitige Augenbewegungen erhält, so ist dies noch kein Zeichen einer partiellen Kreuzung der Wurzelfasern, sondern die Folge einer gleichseitigen Rei-

zung beiderseitiger Kerne. Im übrigen liegt jedoch die frontale Grenze der einzelnen Kerne aller Wahrscheinlichkeit nach in einer Ebene, die senkrecht zum Aquädukt liegt. In dorsoventraler Richtung konnte ich keine Eigentümlichkeiten der Lokalisation beobachten. Reizt man anstatt der Kerne die aus diesen austretenden Wurzelfasern, so erhält man etwas weniger deutlich aber dieselbe Reaktion wie bei Reizung der Kerne. Infolge des Umstandes, daß bei horizontaler Einfassung des Kopfes die Elektrode in das Mittelhirn nicht senkrecht auf den Aquädukt eindringt, sondern etwas schief von vorne, ergibt sich die Erscheinung, daß man bei einem Einstich in oberflächlicheren Regionen des Oculomotoriuskernes einen vorderen, und etwas tiefer den unmittelbar dahinterliegenden Kern antrifft.

Besprechung der Befunde.

Die in meinen Untersuchungen aufgefundene Lokalisation ist also gerade das Gegenteil der von *Brouwer* (1918) angenommenen und heute allgemein anerkannten Lokalisation. *Brouwer* war bekanntlich nicht der erste, der sich die Lokalisation in diesem Sinne vorstellte. Wie aus seiner diesbezüglichen Zusammenstellung des Schrifttums hervorgeht, haben schon vor ihm die meisten, jedoch nicht alle Autoren eine durchaus ähnliche, oder gar die gleiche Lokalisation angenommen (*Edinger*, *Bernheimer* usw.). Eine meiner Lokalisation ähnliche Vorstellung fand ich allein bei *Monakow* (1905)¹, aber auch hierbei findet sich eine wesentliche Abweichung, indem der Kern des *M. obl. inf.* hinter den des *M. rectus medialis* lokalisiert wird, was sicher ein Irrtum ist.

Der Widerspruch zwischen den Angaben namhafter Autoren zeigt, daß die Befunde auf die sie ihre Annahmen stützten, nicht genügend eindeutig waren, um irgendwelche Schlüsse zuzulassen. Daß eine Reihe von Autoren eine offenbar ganz falsche Lösung so übereinstimmend fand, kann vielleicht wie folgt erklärt werden. Die *Brouwersche* Lokalisation, bei der der *M. levator palpebrae superioris* am weitesten vorne lokalisiert ist und der *M. rectus bulbi inferior* zuhinterst, ist durchaus logisch, wenn man die segmentale Innervation, die ja für die unteren Gehirnnerven wenigstens andeutungsweise und nur entwicklungsgeschichtlich betrachtet zutrifft, ohne weiteres auf die Augenmuskelnerven überträgt. Vermutlich ließen sich diese Autoren bewußt oder unbewußt von diesem Gedanken leiten. Daß dieser Gedankengang ohne gründliche entwicklungsgeschichtliche Analyse der Verhältnisse nicht zulässig ist, zeigt die in topographischer Hinsicht durchaus unlogische Gruppierung der gesonderten Kerne der drei Augenmuskelnerven: Oculomotorius, Trochlearis und Abducens.

In einer gewissen Hinsicht besteht ja zwischen der topographischen Lage der Augenmuskeln und der Anordnung der Nervenkerne eine gewisse Beziehung, indem die Reihenfolge der Kerne mit der der Muskeln übereinstimmt, wenn man von unten ausgehend in medialer Richtung und nach oben fortschreitet. Der Kern des *N. trochlearis* fällt aus dieser Reihenfolge heraus, zeigend, daß die Frage weit schwieriger ist, als daß man allein auf Grund oberflächlicher Betrachtung einen Schluß ziehen konnte. Die Untersuchungen von *Lesser* (1925) über die Entwicklung der Augenmuskeln erklären zwar das von mir beschriebene Lokalisationsgesetz nicht, sie deuten aber an, daß dieses Problem auf dem Wege eingehender entwicklungsgeschichtlicher und vergleichend anatomischer Analyse zu lösen ist.

¹ Auf die Richtigkeit der von mir festgestellten Lokalisation deutet ein Umstand der in dieser Bedeutung eigentümlicherweise niemanden auffiel. Das Ganglion ciliare steht mit dem unteren Ast des Nervus oculomotorius in Beziehung, vor allem mit dem Teil, der den *M. obliquus inf.* und *Rectus inf.* versorgt. Der höchstwahrscheinlich als Ursprung der im Ganglion ciliare endigenden vegetativen Fasern dienende *Edinger-Westphalsche* Kern liegt dorsal vom vorderen Teil des Oculomotoriuskerns, mit einem Teil sogar noch vorgelagert — also in nächster Beziehung zu dem Teil des großzelligen Oculomotoriuskernes, der nach diesen Untersuchungen die zwei unteren Augenmuskeln versorgt.

Was eine Kritik der von mir angewendeten Methode anbetrifft, so könnte theoretisch vielerlei in Erwägung gezogen werden, wie z. B. die nie ganz auszuschaltende Möglichkeit einer Mitreizung von Bahnen zweiter Ordnung, die mit den Kernen der Augenmuskelnerven zusammenhängen. Zu Beginn meiner Untersuchungen war ich auf große Schwierigkeiten selbst vorbereitet. In der Praxis sind die Bewegungen, die bei Reizung des hinteren Längsbündels und dessen Ursprungskernen auftreten, nicht störend, da sie an Intensität und Auslösbarkeit nicht im entferntesten mit jenen vergleichbar sind, die man durch unmittelbare Reizung der Kerne erhält. Die gute Abgrenzbarkeit der einzelnen Kerne spricht für die Leistungsfähigkeit der Methode. Eine Ausnahme bildete lediglich der Kern des *Musculus levator palpebrae*, der von dem des *Musculus rectus superior* nicht scharf abgrenzbar ist. Dies hat auch seine entwicklungsgeschichtlichen Gründe, indem sich dieser Muskel erst spät von dem Rectus superior abspaltet.

Ob es ein eigenes Zentrum für die Konvergenzbewegungen gibt, konnte ich nicht feststellen. Allerdings fand ich, daß man genau in der Mittellinie Konvergenzbewegungen, auch etwas weiter vorne und hinten als entsprechend der Ausdehnung des Kernteiles für den *Musculus rectus medialis*, erhält, doch ist diese Technik zur Entscheidung solcher Fragen meines Erachtens doch etwas zu grob. Trotzdem halte ich es für wahrscheinlich, daß der großzellige Zentralkern des Menschen diese Funktion innehat, um so mehr als er sich gerade zwischen die Mitte der großzelligen Lateralkerne einfügt, welcher Teil sich an den Versuchstieren gerade als Ursprungsstelle der den *M. rectus medialis* versorgenden Fasern erwies. Wie ich mich an den Schnittserien meiner Versuchstiere überzeugen konnte, darf man bei diesen Tieren nicht von einem großzelligen Zentralkerne sprechen. Die Lateralkerne konvergieren nach hinten leicht gegeneinander und berühren sich etwa in der Gegend des Kernteiles für den *M. rectus medialis* in der Mittellinie, weiter hinten konfluieren sie sogar zum Teil. Irgendeinen Grund zur Annahme eines sonstigen Konvergenzzentrums in dieser Gegend konnte ich nie antreffen.

Zur Entscheidung der Frage nach der partiellen Kreuzung der Wurzelfasern des Nervus oculomotorius ist die Reizungsmethode allein meines Erachtens nicht geeignet. Es müssen hierzu Degenerationsuntersuchungen nach ganz geringfügigen Herden herangezogen werden¹. Diese Frage,

¹ Nachtrag während der Korrektur: In der Zwischenzeit gelang es mittels einseitig angelegter Zerstörungsherde im Oculomotoriuskern und nachfolgender Untersuchung der sekundären Degeneration in den Nerven der einzelnen Augenmuskeln, die Kreuzung der Oculomotoriuswurzeln zu ermitteln. Die Wurzelfasern für den *M. rectus inferior*, *M. obliquus inferior* und *M. rectus medialis* (!) sind ungekreuzt, diejenigen zum *M. rectus superior* und *M. levator palpebrae* sind größtenteils, jedoch nicht sämtlich gekreuzt. Dies steht mit der mikroskopischen Beobachtung über die Kreuzung der aus dem hinteren Teil des Oculomotoriuskernes entspringenden Wurzeln im Einklang. Bemerkenswert ist der ungekreuzte Verlauf der Wurzeln für den *M. rectus medialis*.

sowohl als auch jene nach der Lokalisation der Ursprungskerne der inneren Augenmuskeln möchte ich einer demnächst zu veröffentlichenden Arbeit vorbehalten.

Zusammenfassung.

Mit Hilfe eines modifizierten *Horsley-Clarkschen* Apparates wurden an Katzen und Hunden unter Anwendung feiner seitlich isolierter Elektroden (0,2 mm Dicke) Reizversuche an den Oculomotoriuskernen vorgenommen.

Die rostrocaudale Lokalisation der fünf vom Oculomotorius versorgten äußeren Augenmuskeln konnte ohne weiteres abgelesen werden: Im vordersten Teile des Kernes sind die Nervenzellen für den *Musculus rectus inferior* lokalisiert, hinter diesem die des *Musculus obliquus inferior*, weiter hinten die des *Musculus rectus medialis* und zuhinterst die des *Musculus rectus superior* und des *Musculus levator palpebrae superioris*, welche beide letzteren nicht scharf voneinander abzugrenzen sind. Diese Lokalisation ist gerade das Umgekehrte der heute allgemein angenommenen, und konnte durch Degenerationsuntersuchungen nach Zerstörung einzelner Teile des Oculomotoriuskernes sichergestellt werden.

Schrifttum.

Bernheimer: Arch. f. Ophthalm. 44 (1897). — *Brouwer*: Z. Neur. 40, 152 (1918). — *Horsley-Clarke*: Brain 31, 45 (1908). — *Monakow*, v.: Gehirnpathologie, 1905. — *Ranson*: Psychiatr. Bl. (holl.) 38, 534 (1934).
