(Aus der speziell-physiologischen Abteilung des physiologischen Instituts
der Universität Berlin.)

Über Lidreflexe¹⁾.

Von

Dr. Georg Levinsohn,
Privatdozenten in Berlin.

Im Studium der Grosshirnrinde nehmen die Beziehungen, welche diese zum Sehorgan besitzt, einen hervorragenden Platz ein. Wenn- gleich aber in der Beurteilung und der Erkenntnis dieser Beziehungen zwischen den einzelnen Forschern eine Einigung noch nicht erzielt ist, indem die einen und an ihrer Spitze H. Munk annehmen, dass es nur die Hirnrinde allein und zwar ein ganz bestimmter Teil derselben, nämlich der Occipitallappen ist, in welchem Gesichtsempfindungen überhaupt zu stande kommen können, die andern aber, als deren Hauptvertreter Goltz und Hitzig zu nennen sind, behaupten, dass einfache Gesichtsempfindungen schon in den subcorticalen Zentren ausgelöst werden und der Hirnrinde nur zur weitem Umarbeitung in Gesichtswahrnehmungen und -vorstellungen bedürfen, so unterliegt bei allen Autoren der direkte Einfluss der Hirnrinde auf das Sehen der Säugetiere und Vögel keinem Zweifel.

Anders aber verhält es sich mit den einzelnen Teilen des Sehorgans. Dass z. B. die Verengerung der Pupille auf Lichteinfall ganz unabhängig von der Hirnrinde erfolgt, ist eine schon seit Jahrzehnten bekannte und feststehende Tatsache. Ebenso hat sich mir bei den Untersuchungen der Hirnrinde auf die Pupillenerweiterung ergeben²⁾, dass die erstere nur ganz indirekt an derjenigen Pupillenerweiterung beteiligt ist, die bei direkter Reizung bestimmter Partien des Grosshirns

¹⁾ Diese Arbeit ist der Berliner medizinischen Fakultät am 11. Dezember 1902 als Habilitationsschrift eingereicht worden.

²⁾ G. Levinsohn, Über die Beziehungen zwischen Grosshirnrinde und Pupille. Zeitschr. f. Augenheilk. 1902. S. 518.

sowohl, als auch bei allgemeiner sensibler Erregung und bei psychischen Affekten zu stande kommt. Es handelt sich also im letzteren Falle nicht um ein eigentliches, von einer bestimmten Partie abhängiges Rindensymptom, sondern die Pupillenerweiterung ist eine Sekundärererscheinung, welche durch Übertragung des von der Rinde ausgehenden Reizes auf einen subcorticalen Mechanismus zur Auslösung gelangt.

Können aber die Veränderungen der Pupille nicht als direkt abhängig von der Hirnrinde betrachtet werden, so erscheint von vornherein das Abhängigkeitsverhältnis der reflektorischen Lidbewegung von der Rinde intimerer Art zu sein. Denn während es sich bei der Pupille um glatte Muskeln und sympathische Nerven handelt, Organe, die vom Willen völlig unabhängig sind, kommen die Lidbewegungen vorzugsweise durch Kontraktionen des *Musculus orbicularis* zu stande, der ein eigenes Zentrum in der Hirnrinde besitzt. Die Ansichten aber und experimentellen Erfahrungen über den Ort, an welchem die reflektorischen Lidbewegungen zur Auslösung gelangen, sind zum Teil recht widersprechender Natur. Es handelt sich auch meist nur um gelegentliche Beobachtungen, die bei der Erforschung der Grosshirnrinde gemacht worden sind; systematische Untersuchungen über den Lidreflex liegen nur in sehr geringer Anzahl vor.

Der zentripetale Weg, auf welchem der Lidreflex vermittelt wird, ist einerseits der Trigeminus, anderseits der Optikus. Das Zentrum für den auf Berührung sich einstellenden Lidreflex liegt nach der allgemeinen Anschauung in der *Medulla oblongata* in nächster Nähe der *Facialiswurzel*, oder fällt mit dieser zusammen. Exner¹⁾ bestimmte als unterste Grenze dieses Zentrums beim Frosch die Spitze des *Calamus scriptorius*. R. Nickell²⁾ verlegte beim Frosch die untere Grenze des Zentrums über den Mittelpunkt der Rautengrube, beim Kaninchen und der Katze in die Mitte der *Alae cinereae* oder vielleicht noch etwas höher. Für das Kaninchen und das Meerschweinchen suchte er auch noch die obere Grenze dieses Zentrums festzustellen. Nach Fortnahme des Gross- und Mittelhirns gelang es ihm indes bei einer Anzahl von Tieren nicht mehr, auf Berührung der Hornhaut noch Lidschluss zu erzielen. Nur einmal stellte sich bei einem Kaninchen auf Berührung reflektorischer Lidschluss ein. In Anbetracht dieses Falles glaubt er nicht, dass die obere Grenze

¹⁾ Exner, Über den Ort des Blinzelreflexzentrums. *Pflügers Archiv*. Bd. VIII. S. 530.

²⁾ Rud. Nickell, Zentrum des reflektorischen Lidschlusses bei Berührung der Hornhaut und Lider. *Pflügers Arch.* Bd. XLII. S. 547.

des auf Berührung wirksamen Lidschlusszentrums über den proximalen Rand der Varolsbrücke hinausgeht.

H. Munk¹⁾ fand nach Exstirpation der von ihm bestimmten Augenfühlsphäre beim Hund und Affen die Lidbewegung bei Berührung des entgegengesetzten Auges weniger ausgesprochen, als diejenige des gleichseitigen bei Berührung des letzteren. Bönsel²⁾ sah eine starke Verringerung der Blinzelbewegungen beim Hunde nach Freilegung des Gehirns, während dieses noch mit der Dura bedeckt war. Eckhard³⁾ exstirpierte beim Hunde das corticale Orbiculariszentrum, nämlich den hintern Teil des Gyrus angularis, den er vor der Operation durch Faradisierung des betreffenden Hirnteils in seiner ganzen Ausdehnung bestimmt hatte, ohne jedoch in der Weite der Lidspalten oder in den durch Berührung bedingten reflektorischen Lidbewegungen irgendwie einen Unterschied konstatieren zu können.

In letzter Zeit hat Hitzig⁴⁾ nach Verletzungen in den vordern Partien der Hirnrinde sehr häufig Störungen im Lidreflex auf Berührung beobachtet. Er stellt zunächst einen neuen Reflex fest, den er „Nasenlidreflex“ nennt. Hitzig beschreibt denselben folgendermassen: „Wenn man einem gesunden Hunde die Nasenhaut einer Seite streicht, so zucken die Augenlider der gleichen Seite synchronisch, und wenn man das Streichen sehr schnell aufeinander folgen lässt, so kommt es nicht selten zu vollständigem oder fast vollständigem Lidschluss. Noch stärker wirkt der reflektorische Reiz, wenn man die Seite der Nase leicht mit der Kuppe des Fingers beklopft. Die Intensität der Lidbewegungen nimmt zu, je mehr man sich dem Auge nähert.“ Diese Beobachtung ist indes nicht neu, da schon Bönsel vom Hunde mitteilt, dass die leiseste Berührung der Cilien, ja selbst der Haare in der weitem Umgebung des Auges bis zum Ohr, Wange und oft sogar bis zur Schnauze intensiven Lidschluss beider Augen, aber auch einseitigen hervorruft. Hitzig fand nun nach Verletzung des Gyrus sigmoideus in mehr als der Hälfte der Versuche eine vorübergehende Aufhebung, bzw. Abschwächung dieses Reflexes, während unter 18 Exstirpationsversuchen in den Lateral-

¹⁾ H. Munk, Über die Funktionen der Grosshirnrinde. Berlin 1890 und Sitzungsbericht d. Berliner Akad. d. Wissensch. 1899. 2.

²⁾ K. Bönsel, Die Lidbewegungen des Hundes. Inaug.-Diss. Giessen 1897.

³⁾ C. Eckhard, Das sog. Rindenfeld des Facialis in seiner Beziehung zu den Blinzelbewegungen. Centralbl. f. Phys. 1898.

⁴⁾ Eduard Hitzig, Alte und neue Untersuchungen über das Gehirn. Arch. f. Psychiatrie. Bd. XXXV u. XXXVI.

partien desselben, welche das Orbiculariszentrum umfassen, die Störung noch häufiger und intensiver war.

Störungen des Lidreflexes, welcher durch den Optikus vermittelt wird, sind häufiger Gegenstand der experimentellen Forschung gewesen und dienten gewöhnlich als Nachweis für eine bestehende Sehstörung. Man muss hier unterscheiden die Lidbewegungen, die sich auf bestimmte Gesichtseindrücke, also z. B. das Drohen mit den Fingern, bzw. der ganzen Hand einstellen, und diejenigen, welche durch verstärkten und diffusen Lichtreiz, also durch Blendung zu stande kommen. Was die letzteren anbetrifft, so war von frühern Beobachtern nach Exstirpation der Hirnrinde mitunter Lidschluss auf grelles Licht bemerkt worden. Von diesen erwähne ich Longet¹⁾, der nach Exstirpation des Grosshirns bei Säugetieren und Tauben beobachtete, dass einfallendes Licht im Dunkeln bei diesen Tieren nicht nur Pupillenverengung, sondern oft auch Blinzeln hervorruft. Schiff²⁾ stellte am grosshirnlosen Tiere fest, dass dessen Lider auf grelles Licht sich schliessen. H. Munk³⁾ indes konnte ebensowenig an Kaninchen, Meerschweinchen und Ratten, wie an Tauben bei Belichtung, ausser einer Pupillenverengung, die geringste Reaktion an den Lidern wahrnehmen. Ein gleiches stellte H. Munk³⁾ beim Hunde und Affen nach Fortnahme beider Occipitallappen fest. Nach Exstirpation der Augenfühlsphäre sah H. Munk³⁾ ferner die Lidbewegungen beim Hund und Affen auf Drohen mit der Hand weniger gut auf dem entgegengesetzten als auf dem gleichseitigen Auge ausgesprochen. Goltz⁴⁾ sah, im Gegensatz zu Munk, längere Zeit, nachdem einem Hunde das Grosshirn entfernt war, auf Annähern einer Lampe an das Auge Blinzeln auftreten. Mit letzterem Versuch übereinstimmend beschreibt Bönsel⁵⁾ einen Hund, dem beide Occipitallappen entfernt waren, und der trotzdem auf Lichteinfall blinzelte. Das Blinzeln war am Tage der Operation besonders deutlich und nahm mit der Zeit immer mehr ab, war aber noch nach $3\frac{1}{2}$ Monaten nachweisbar. Ferner konnte Eckhard⁶⁾ am Kaninchen nach

¹⁾ Longet, Anatomie und Physiologie des Nervensystems des Menschen und der Wirbeltiere, übersetzt von Dr. J. A. Hein. 1849.

²⁾ J. M. Schiff, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1858—1859.

³⁾ Loc. cit.

⁴⁾ Fr. Goltz, Der Hund ohne Grosshirn. Pflügers Arch. Bd. LI.

⁵⁾ Loc. cit.

⁶⁾ Der auf Lichtreiz erfolgende Lidreflex. Centralbl. f. Physiol. Bd. IX. S. 353.

Exstirpation des Grosshirns stets prompten Lidschluss auf Belichtung mit Magnesiumlicht nachweisen. Dieser Lidschluss zeichnete sich noch dadurch aus, dass er gewöhnlich auch das andere Auge mitbetrif. Letztere Beobachtung, die Doppelseitigkeit des Lidreflexes, ist um so auffallender, als Langendorff¹⁾ auf die Einseitigkeit des Lidschlagreflexes auf Berührung bei dem Kaninchen aufmerksam machte. Luciani und Sepilli²⁾ weisen auf die Unbeständigkeit des Lidreflexes hin bei Bewegungen mit der Hand vor dem Auge des Hundes (Gestikulationsversuch) und zeigen, dass das Zurückfahren des Kopfes mit gleichzeitigem Zwinkern bei Annäherung einer Flamme an das gutsehende Auge bei dem Hunde viel konstanter ist, als die Blinzelnbewegung auf Drohungen mit der Hand. Schrader³⁾ findet, dass grosshirnlose Tauben vor Drohbewegungen zwar zurückweichen, aber nicht die Augen schliessen. Dieses Zurückweichen finde im Gegensatz zu den normalen Tauben „ganz leidenschaftslos“ statt. Hitzig⁴⁾ sah nach operativen Eingriffen in den Gyrus sigmoideus und die lateralen Urwindungen neben Sehstörung auch Störungen des auf Drohen mit der Hand sich einstellenden Lidreflexes. Ähnliche Beobachtungen wie die Hitzigschen waren schon früher von Exner und Paneth⁵⁾ gemacht worden.

Hiermit sind die experimentellen Ermittlungen im grossen und ganzen erschöpft. Fassen wir dieselben noch einmal kurz zusammen, so haben wir

a. Lidreflex bei Berührung.

1. Herabsetzung desselben nach Exstirpation bestimmter Rindenteile beim Hund und Affen (H. Munk, Paneth und Exner, Hitzig).

2. Im Gegensatz dazu zeigt Eckhard, dass die Exstirpation des Orbiculariszentrums auf den Lidreflex des Hundes bei Berührung ohne Einfluss bleibt.

3. Bestimmung der untern Grenze des Zentrums für diesen Reflex beim Frosch und Kaninchen (Exner, Nickell).

¹⁾ O. Langendorff, Über einseitigen und doppelseitigen Lidschluss. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1887.

²⁾ Luciani und Sepilli, Die Funktionslokalisation auf der Grosshirnrinde. 1886.

³⁾ Max E. G. Schrader, Über die Stellung des Grosshirns im Reflexmechanismus des zentralen Nervensystems der Wirbeltiere. Arch. f. experiment. Pathol. u. Pharm. Bd. XXIX. S. 55.

⁴⁾ Loc. cit.

⁵⁾ Exner und Paneth, Über Sehstörungen nach Operationen im Bereich des Vorderhirns. Pflügers Arch. Bd. XL. S. 62.

4. Ungefähre Bestimmung der obern Grenze dieses Zentrums beim Kaninchen (Nickell).

b. Lidreflex bei Belichtung.

1. Aufhebung sämtlicher durch den Optikus vermittelten Lidreflexe nach vollständiger Hemisphären-Exstirpation bei der Taube, dem Kaninchen und der Ratte, und nach Exstirpation der Occipitallappen beim Hund und Affen (H. Munk).

2. Störungen im Lidreflex auf Drohung bei der grosshirnlosen Taube (Schrader).

3. Störungen im Lidreflex auf Drohung nach Entfernung der Augenfühlsphäre beim Hund und Affen (H. Munk).

4. Vollkommenes Erhaltensein des Blinzelreflexes auf Blendung beim grosshirnlosen Kaninchen (Eckhard).

5. Erhaltensein dieses Reflexes beim grosshirnlosen Hund (Goltz).

6. Hervorbringen des bisher noch nicht existierenden Lidreflexes beim Hund nach Exstirpation des Occipitallappens (Bönsel).

7. Störungen im Lidreflex bei Handbewegungen bzw. Drohung mit der Hand nach Eingriffen in den Gyrus sigmoideus (Exner und Paneth, Hitzig).

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich ohne weiteres der Zweck dieser Arbeit. Denn es kommt einerseits darauf an, die in der Frage der reflektorischen Lidbewegung existierenden Widersprüche zu lösen, und anderseits, soweit es möglich ist, die vorhandenen Lücken auszufüllen. Was letztere anbetrifft, so ist besonders hervorzuheben, dass z. B. über die Richtung der Bahnen des durch Blendung bedingten Lidreflexes Versuche überhaupt noch nicht vorliegen. Ebenso ist die obere Grenze des Reflexbogens für den auf Berührung sich einstellenden Lidreflex nur durch einen unvollkommenen Versuch annähernd bestimmt.

Für meine Versuche, welche diesen Fragen näher treten sollen, benutzte ich in erster Linie Kaninchen. Da bei diesen eine genaue Lokalisation der Grosshirnfunktion fehlt, so wurde zwecks Prüfung von Ausfallserscheinungen zunächst ständig zur Exstirpation der ganzen Hemisphäre geschritten. In einigen Fällen wurden beide Hemisphären exstirpiert; diese Tiere blieben aber nie länger als drei Tage am Leben. Auch bei einseitiger Hemisphären-Exstirpation gelang es nicht, die Tiere länger als sechs Tage am Leben zu erhalten. Die relativ geringe Beobachtungszeit hat für die Untersuchung der Grosshirnfunktionen etwas Missliches, denn man wird dabei stets Zweifel hegen müssen, ob reine Ausfallserscheinungen vorliegen,

oder ob sich Reizerscheinungen oder Shockwirkungen infolge der schwer eingreifenden Operation bemerkbar machen. Es wird aber später gezeigt werden, dass für den vorliegenden Zweck trotzdem die Untersuchungen einwandfreie Resultate erzielten.

Ferner wurden, um Irrtümern bei der Beobachtung zu entgehen, jedesmal vor der Operation die reflektorischen Lidbewegungen geprüft. Es ist dies durchaus notwendig, da sowohl die einzelnen Tierklassen auf Berührung und Lichtreize sehr verschieden reagieren, als auch die verschiedenen Tiere einer bestimmten Gattung diesen Reizen gegenüber durchaus nicht immer das gleiche Verhalten aufweisen. So haben z. B. Kaninchen auf Lichteinfall gewöhnlich einen sehr ausgesprochenen Lidschluss, während der Berührungsreiz bei diesen Tieren in bezug auf die Lidbewegungen wesentlich weniger intensiv einwirkt.

Die Berührung wurde vermittelt einer Gänsefeder ausgeführt, und zwar diente die zugespitzte Feder dazu, um feine isolierte Berührungsreize hervorzurufen, während durch den zugespitzten Gänsekiel stärkere Berührungs- bzw. Druckreize erzeugt wurden. Zum Zwecke der Beleuchtung benutzte ich anfangs eine Glühlampe, doch wurde später von derselben Abstand genommen, da es zweckmässiger erschien, intensivere Lichtquellen anzuwenden. Als solche erschien die in meiner Arbeit „Beiträge zur Physiologie des Pupillarreflexes“¹⁾ beschriebene Magnesiumlampe für diese Untersuchungen besonders geeignet.

Die Berührung des Auges und seiner Umgebung führt beim Kaninchen nicht immer zu reflektorischen Lidbewegungen, sondern hat an den verschiedenen Teilen des Auges eine verschiedene Wirkung zur Folge. Am empfindlichsten ist die Hornhaut und zwar besonders das Zentrum derselben, während die Empfindlichkeit nach dem Rande hin etwas abnimmt. Aber bei manchen Tieren ist es möglich, selbst die Hornhaut und namentlich den Rand derselben mit der Federspitze zu berühren, ohne dass es zu einer Lidbewegung kommt. Ein stärkerer Druck auf die Hornhaut wurde dagegen stets mit einer mehr oder weniger kräftigen Lidbewegung beantwortet. Nächst der Hornhaut zeigt sich für die Auslösung des Lidschlussreflexes der Lidrand beim Kaninchen besonders empfindlich, und von dem Lidrande in erster Linie der nasale Lidwinkel. Bei Berührung dieses letzteren, und zwar meist schon bei sehr zarter, gelingt es fast immer, die Lider zur Kontraktion anzuregen. Bei zarter Berührung der übrigen Teile des Lidrandes blieb indes der Erfolg sehr häufig

¹⁾ G. Levinsohn, v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. Bd. LIX.

aus, und selbst bei stärkeren Berührungsreizen war mitunter an den Lidern nicht die geringste Bewegung zu sehen. Noch weniger empfindlich als die Lidränder sind die Lider und ihre Umgebung. Hierbei bedarf es schon meist kräftiger taktiler Reize, um reflektorische Lidbewegungen hervorzurufen. Dasselbe, was für die Lider, gilt auch für die Conjunctiva und die Nictitans, für die beiden letzteren sogar noch in etwas stärkerem Grade. Eine zarte Berührung dieser Teile löste fast nie reflektorische Lidbewegungen aus, der Druck musste hier schon ziemlich kräftig sein, um diesen Effekt zu erzielen. Bönsel¹⁾ hat zwar im Gegenteil beobachtet, dass Berührung der Conjunctiva beim Kaninchen prompten Lidschluss herbeiführt, doch dürfte es sich hier wohl um einen Beobachtungsfehler handeln, indem die Wimperhaare oder selbst die Cornea von der Berührung getroffen wurden. Denn selbst bei den empfindlichsten Tieren habe ich, wie schon bemerkt, von der Conjunctiva aus nur selten und gewöhnlich erst bei Anwendung relativ stärkerer Reize Lidzucken feststellen können. Wenn Bönsel anderseits bemerkt, dass gerade die Berührung der Aussenfläche der Lider und Cilien beim Kaninchen ohne Einwirkung bleibt und selbst durch Drücken der Lider nur selten Lidschluss entsteht, so dürfte diese Beobachtung in ihrer Verallgemeinerung kaum richtig sein, da oben gezeigt ist, dass die Berührung dieser Teile bei verschiedenen Kaninchen zwar recht verschieden ausfällt, im grossen und ganzen aber, besonders die Berührung des Lidrandes, eine deutliche reflektorische Lidbewegung zur Folge hat.

Die auf Berührung sich einstellenden Lidbewegungen sind, wie schon Langendorff²⁾ beobachtet hat, meist einseitig; mitunter sieht man in diesen Fällen am Oberlid des entgegengesetzten Auges eine leicht zuckende Bewegung. Diese Beobachtung habe ich in zahlreichen Untersuchungen bestätigt gefunden. Nicht ganz ist das der Fall mit der von Eckhard konstatierten Doppelseitigkeit des Lidreflexes auf Belichtung. Eckhard sah nämlich beim Kaninchen, wenn er das eine Auge mit einem Magnesiumstreifen erhellte, neben einem prompten Lidschluss des gleichen Auges auch die Lider des entgegengesetzten Auges eine deutliche reflektorische Bewegung ausführen. Dieselbe war aber von geringerer Intensität, und mitunter machte sich an Stelle des Lidschlusses auf dem entgegengesetzten Auge nur eine leicht zuckende Bewegung bemerkbar, sehr selten blieb die letztere Bewegung ganz aus. Meine Erfahrungen, die ich

¹⁾ Loc. cit.

²⁾ Loc. cit.

an einem grösseren Material von Kaninchen unter gleichen Bedingungen gesammelt habe, entsprechen nicht ganz den Eckhardschen Beobachtungen; denn unter diesen Umständen habe ich nicht selten, sondern häufig am entgegengesetzten Auge nichts von einer Lidbewegung bemerken¹ können. Ferner bestand diese Lidbewegung, die etwa in der Hälfte aller Fälle zu beobachten war, gewöhnlich nur in einer sehr geringfügigen zuckenden Bewegung; kräftigere Bewegungen oder gar ein Lidschluss gehörten zu den grossen Seltenheiten.

Eckhard vermutet nun, dass die im Nervus opticus ungekreuzten Fasern den Lichtreiz auf den gekreuzten Facialis übertragen, während die gekreuzten Optikusfasern den Lidreflex für das gleichseitige Auge vermitteln. Um diese Annahme zu erhärten, reizt er den freigelegten Optikus und findet dabei, dass die Lider beider Augen zucken. Aber wenn dieser Versuch auch unter grossen Vorsichtsmassregeln ausgeführt ist, so bleibt immerhin der Verdacht bestehen, dass in Anbetracht der in Frage kommenden nahe aneinander liegenden Hirnteile Stromschleifen die Lidzuckungen auf der entgegengesetzten Seite bedingt haben, und dieser Verdacht ist um so grösser, als neben den Zuckungen der Lider auch solche in den andern Gesichtsmuskeln zum Vorschein kamen. Ferner sah Eckhard in einem Falle nach Tractusdurchschneidung bei Belichtung des entgegengesetzten Auges an diesem keine Lidbewegung auftreten, während die Lider gleichzeitig auf der Operationsseite eine leicht zuckende Bewegung ausführten. Die Vermutung Eckhards, dass die ungekreuzten Optikusfasern die Lidbewegungen auf dem entgegengesetzten Auge vermitteln, besteht allerdings für diesen Fall zu Recht; und wenn es häufig unter gleichen Umständen nicht zu einer reflektorischen Lidbewegung kommt — ich selbst sah in mehreren Fällen nach Vernichtung des Tractus opticus bei Belichtung des gekreuzten Auges jede reflektorische Lidbewegung auf beiden Seiten fehlen —, so ist es sehr wohl möglich, dass in den Fällen mit negativem Erfolge die ungekreuzten Fasern so sehr dürftig vertreten waren, dass eine Erregung derselben durch Magnesiumlicht keinen Effekt erzielte.

Für die Erklärung des Mitzuckens der Lider auf der entgegengesetzten Seite bei Belichtung eines Auges scheint mir aber eine von Exner und Paneth¹⁾ gefundene Tatsache von viel grösserer

¹⁾ Exner und Paneth, Das Rindenfeld des Facialis und seine Verbindungen beim Hund und Kaninchen. Pflügers Arch. Bd. XLI. S. 349.

Bedeutung zu sein. Exner und Paneth wiesen nämlich ebenso, wie dies Lewaschew¹⁾ für die spinalen motorischen Zentren getan hat, eine innige Verbindung beider Facialiskerne nach. Es bereitet daher gar keine Schwierigkeit, auf diese innige Verbindung sowohl die bei Berührung, als auch bei Belichtung sich einstellenden Lidbewegungen der entgegengesetzten Seite zurückzuführen. Wenn die Mitbewegung sich bei Magnesiumbelichtung häufiger als bei Berührung einstellt, so dürfte dieser Umstand durch die stärkere Reizung bedingt sein, welche die Belichtung dem Facialiskern mitteilt, und die sich daher um so leichter auf den andern Facialiskern überträgt.

Nachdem die Lidreflexe des normalen Tieres festgestellt waren, wurde zur Exstirpation des Grosshirns geschritten. Dieselbe wurde nach der von H. Munk angegebenen Methode ausgeführt. Nach sorgfältiger Abtragung der Schädeldecke bei dem nicht narkotisierten Tiere vermittels Knochenzange — von einer Narkose wurde abgesehen, da die Operation gewöhnlich ohne die geringste Unruhe desselben von statten ging — wurden die Hemisphären durch zwei flache Holzstäbchen herausgehoben und dann an den Hirnstielen abgetragen. Die Blutung war gewöhnlich unbedeutend und störte mitunter nur am vordern Rande des Tentorium cerebelli, eine Unterbindung des Sinus war nur ausnahmsweise notwendig. Auf das sonstige Verhalten der Tiere nach der Operation gehe ich nicht ein, da dasselbe von H. Munk sehr eingehend beschrieben worden ist, und diesem Verhalten dasjenige meiner Tiere völlig entsprach.

Der Lidreflex auf Berührung zeigte sich bei den Tieren, denen beide Hemisphären entfernt waren, nicht selten zunächst stark herabgesetzt, nach 24 Stunden dagegen meist sehr gesteigert, gewöhnlich stärker wie vor der Operation. Diese Steigerung liess jedoch bald nach und sank bis zum Tode in der Regel mehr und mehr. Nach einseitiger Abtragung machte sich häufig unmittelbar nach der Operation ebenfalls in bezug auf die Berührung der Lider und der Hornhaut eine Herabsetzung der Blinzelreaktion auf beiden Seiten bemerkbar, die indes nur wenig ausgesprochen war. Dahingegen fand zwischen der operierten und der entgegengesetzten Seite ein deutlicher Unterschied in der Lidschlussreaktion auf Berührung statt, derart, dass die Berührung der Lider und der Augen auf der entgegengesetzten Seite, im Gegensatz zur gesunden, immer viel schwerer eine Lidschluss- oder Blinzelbewegung

¹⁾ Lewaschew, Über die Leitung der Erregungen von den Grosshirnhemisphären zu den Extremitäten. Pflügers Arch. Bd. XXXVI. S. 279.

herbeiführte. Der Unterschied zeigte sich auch darin, dass feine Reize, die eben noch einen Lidreflex auf der erkrankten Seite auslösten, bei Wiederholung nach kurzen Pausen ganz reaktionslos verliefen und erst nach einiger Zeit wieder eine Reaktion herbeiführten, während die gleichen Reize, wenn sie in den eben genannten gleichen Zwischenräumen auf das gesunde Auge appliziert wurden, stets eine reflektorische Lidbewegung bedingten. Ob es sich hier um eine Verlängerung der refraktären Phase in dem Sinne, wie solche von Zwaardemaker und Lans¹⁾ für den subcorticalen Lidreflex nachgewiesen worden ist, oder um eine leichtere Ermüdbarkeit der Reflexzentren handelt, soll hier nicht weiter untersucht werden. Ebenso soll nicht weiter auf die Frage eingegangen werden, ob die Herabsetzung des Lidreflexes auf Berührung mehr von einer Schädigung der sensorischen oder von einer solchen der motorischen Hirnzentren abhängt. Beide Möglichkeiten sind natürlich nach Entfernung der ganzen Hemisphäre sehr wohl vorhanden.

Bezüglich des Lidschlussreflexes auf Belichtung zeigten die Kaninchen nach Abtragung einer Hemisphäre bzw. beider Hemisphären ein ganz verschiedenes Verhalten. Einige benahmen sich der Belichtung gegenüber ganz passiv, ohne dass an den Lidern die geringste Bewegung zu bemerken war, ein anderer Teil dagegen blinzelte bei Annäherung der Magnesiumlampe nach der Operation genau so wie vor derselben. Bei einseitiger Hemisphärenexstirpation betraf das Ausbleiben des Lidschlusses auf Belichtung immer das entgegengesetzte Auge. Aber es kam auch vor, dass nach der Operation zunächst nur das entgegengesetzte Auge befallen war, dass aber einige Zeit darauf auch auf dem gleichseitigen Auge der Lidreflex bei Belichtung sich als erloschen zeigte. Diese Beobachtungen stehen mit den bisherigen Literaturangaben, wie wir gesehen haben, in vollstem Einklang. Um die in diesen und in meinen Beobachtungen enthaltenen Widersprüche zu klären, untersuchte ich nach dem Tode der Kaninchen die Gehirne derselben, und wurde dadurch in den Stand gesetzt, durch Vergleichung der Sektionsergebnisse mit den Beobachtungsprotokollen für die Ursache des verschiedenen Verhaltens des Lidreflexes eine Erklärung zu finden.

Es folgen nun Protokolle der von mir operierten Tiere, wobei

¹⁾ A. Zwaardemaker und L. Z. Lans, Über ein Stadium relativer Unerregbarkeit als Ursache des intermittierenden Charakters des Lidschlagreflexes. Centralbl. f. Phys. 1899. S. 325.

ich nur diejenigen berücksichtigt habe, welche ein Sektionsergebnis enthielten¹⁾).

Kaninchen 1.

Prompter Lidreflex auf S. der Lider und Hornhaut, beiderseits P und Pa $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$.

15. IX. Links Exstirpation der Hemisphäre, danach links $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$. Rechts $\text{Re(Mg)} = 0$.

Links löst die Berührung der Lider meistens, die Berührung der Conjunctiva mitunter Lidschluss aus, rechts dagegen ist die Empfindlichkeit dieser Teile etwas herabgesetzt. Einerseits bleibt die zarte Berührung dieser Teile viel häufiger wirkungslos als links, anderseits sind die reflektorischen Lidbewegungen weniger intensiv als links, und schliesslich ist die refraktäre Phase rechts im Gegensatz zu links verlängert.

16. XI. Beiderseits $\text{Re(Mg)} = 0$ und zwar sowohl Pa als P.

Re(S) rechts $<$ links.

17. XI. Das Kaninchen hat heute leichte Zwangsbewegungen nach rechts. Re(S) ist links heute erhöht, schon bei feiner Berührung der Wimpern ist Lidschluss zu erzielen, während dieselbe Berührung rechts wirkungslos bleibt. Beiderseits $\text{Re(Mg)} = 0$.

19. XI. Kaninchen tot vorgefunden.

Die Sektion ergibt: Links Hemisphäre bis auf blutig erweichte Reste vollständig entfernt. Geringe Blutung an der linken Schädelbasis, einige punktförmige Blutungen am Chiasma. Links Thalamus opticus und Vierhügel mit punktförmigen Blutungen durchsetzt. Insbesondere ist der linke Thalamus opticus von diesen vollständig erfüllt, in seinen obren Schichten blutig zerfallen, ebenso ist der linke Vierhügel im obren Teile vollständig zerstört. Leichte Blutung im dritten Ventrikel und Aquaeductus Sylvii.

Kaninchen 2.

Lidschluss bei Berührung der Conjunctiva meist vorhanden. Besser wirkt die Berührung der Lider, besonders der Lidränder, namentlich am innern Lidwinkel. Beiderseits $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$.

Exstirpation der linken Hemisphäre, Empfindlichkeit beiderseits gleich, aber beiderseits herabgesetzt. Rechts $\text{Re(Mg)} = 0$, links $= \text{normal}$.

18. IX. Sektion: Linke Hemisphäre vollständig entfernt. Pia stark hyperämisch, Thalamus opticus und Vierhügel intakt, von dünner Blutschicht bedeckt, die bis zur Basis reicht. Nach Ablösung dieser Blutschicht zeigt

¹⁾ Zur Vereinfachung der Darstellung sind folgende Abkürzungen benutzt worden:

Mg = Belichtung mit Magnesium,

S = Berührung mit der Feder,

Re = Reflexempfindlichkeit,

$<$ = weniger, kleiner als oder herabgesetzt,

$>$ = mehr, grösser als oder erhöht,

P = Pupille,

Pa = Lider.

sich das Corpus genic. ext. an der Aussenseite blutig verfärbt, auf dem Einschnitt von punktförmigen Blutungen durchsetzt.

Kaninchen 3.

Sehr prompte Lidbewegung schon bei zarter Berührung der Lidhaut bzw. Wimpern. Oberlid wesentlich weniger empfindlich als Unterlid. Auch in weiterer Umgebung der Lider werden durch Berührung Lidbewegungen ausgelöst. Bei zarter Berührung treten vor allem Bewegungen des Oberlides und nur sehr geringe des Unterlides auf, bei kräftigerer Berührung Bewegung beider Lider bis zum Lidschluss.

24. IX. Links Exstirpation: beiderseits Re(S) etwas $<$, Re rechts etwas $<$ links. Beiderseits $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$.

25. IX. Beiderseits $\text{Re(S)} = \text{normal}$, rechts aber etwas $<$ links, beiderseits $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$.

27. IX. Sektion: Linke Hemisphäre abgetragen, aber Reste sowohl im Vorderhirn als im Schläfenlappen vorhanden. In der obern Schicht des linken Vierhügels Blutung von $2\frac{1}{2}$ mm Länge und $1\frac{1}{2}$ mm Tiefe, bis in die Nähe des Aqueductus Sylvii reichend; in diesem etwas Blut; die subcorticalen Ganglien sonst intakt.

Kaninchen 4.

Beiderseits Re(S) wenig ausgesprochen. Aber auch bei Berührung der Lider sind reflektorische Lidbewegungen zu erzielen, weniger vom Oberals Unterlid. Beiderseits $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$.

24. IX. Links Abtragung der Hemisphäre, danach beiderseits $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$. Beiderseits Re(S) etwas erhöht.

25. IX. Beiderseits $\text{Re(S)} = \text{normal}$, rechts aber etwas $<$ links, beiderseits $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$.

26. IX. Idem.

29. IX. †. Hemisphäre bis auf einige Reste im Temporallappen entfernt. Darunter liegende Ganglien intakt.

Kaninchen 5.

Stets einseitige Lidkontraktion auf (S) und (Mg). Die Reflexempfindlichkeit ist beiderseits auf (S) nur gering. Beiderseits Abtragung der Hemisphären, danach beiderseits Re(S) stark $<$, besonders aber rechts. Links $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$.

17. IX. Beiderseits Re(S) sehr erhöht. Links Pa- und P- $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$. Rechts $= 0$.

18. IX. Beiderseits $\text{Re(S)} <$, Re rechts $<$ links. Links $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$, aber etwas weniger als gestern, rechts $\text{Re(Mg)} = 0$. Anisocorie rechts $>$ links.

19. IX. Das Tier verfällt in immer stärkere Laufbewegungen und ist am 20. IX. tot.

Sektion: Beide Hemisphären vollständig abgetragen, links einige Reste im Temporallappen von einer Blutkruste bedeckt, die bis ans Chiasma reicht. Rechts vorderer und innerer Rand des Thalamus opticus blutig erweicht, dagegen dessen äussere und obere Partie, besonders das Corpus

genic. ext. und der anliegende Tractus opticus intakt, beide aber von einer Blutschicht bedeckt. Links Thalamus opticus stärker affiziert, in seiner vorderen Hälfte blutig zerfallen; am Pons streifige Blutung. Auf dem Querschnitt des linken Tractus opticus zeigt sich mitten in demselben eine punktförmige Blutung.

Kaninchen 6.

Mässig gute Reaktion bei Berührung der Lidhaut, besser des innern Lidwinkels, am besten der Hornhaut. Auf (Mg) beiderseits prompter einseitiger Lidschluss.

23. X. Links Exstirpation der Hemisphäre, danach beiderseits, besonders aber links $\text{Re(S)} <$. Rechts $\text{Re(Mg)} = 0$, links $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$.

24. X. Re(S) wesentlich besser als gestern, links aber immer $<$ rechts. Links $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$, rechts $\text{Re(Mg)} = 0$.

25. X. Heute links mitten auf der Cornea 3 mm grosse Erosion, links $\text{Re(S)} = 0$, ebenso ist jetzt links Re(Mg) fast 0, es erfolgt hier auf Mg eine ganz leichte Zuckung, rechts $\text{Re(S)} = \text{normal}$, rechts $\text{Re(Mg)} = 0$. Das Tier geht bald darauf zu Grunde.

Sektion: Links Hemisphäre entfernt, starke Hyperämie der Pia, links Thalamus opticus in den obern Schichten blutig erweicht, darunter besonders in den Lateralpartien mehrere kapillare Hämorrhagien. Streifige Blutung auf der linken Seite des Pons neben dem Austritt des Trigeminus und Facialis. Rechts grosse Ganglien intakt.

Kaninchen 7.

29. X. Beiderseits Re(S) sehr $<$. Selbst die Berührung der Hornhaut löst nicht konstant reflektorische Lidbewegungen aus. Beiderseits $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$. Links Exstirpation des Grosshirns, danach beiderseits $\text{Re(S)} <$ vorher; Re(S) links $>$ rechts. Links $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$, ebenso rechts $= \text{normal}$.

30. X. Beiderseits Re(S) besser als gestern, aber rechts $<$ links. Beiderseits $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$. Beiderseits Nystagmus horizontalis.

31. X. Status idem.

1. XI. Status idem, Nystagmus abgenommen. Abtragen der rechten Hemisphäre; zuerst links $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$; bald aber, nachdem die subcorticalen Ganglien vollständig freipräpariert sind, auch links $\text{Re(Mg)} = 0$. Re(S) beiderseits gleich, aber herabgesetzt.

3. XI. Sektion: Leichte Blutung an der knöchernen Schädelbasis, links stärkere Blutschicht vom hintern Teil der Hemisphäre bis zum Tractus opticus hinanreichend. Beiderseits oberflächliche Blutung in den Vierhügeln. Thalamus opticus beiderseits, besonders aber rechts in den obern Schichten blutig erweicht. Rechts ist der Tractus opticus am Corpus genic. ext. von einer Blutung bedeckt, letzteres vollständig von Blutungen durchsetzt. Blutung im Aquaeductus Sylvii (Fig. 4).

Kaninchen 8.

Beiderseits $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$.

5. XI. Links Exstirpation des hintern Teiles der Hemisphäre, rechts

$\text{Re(Mg)} <$, bei weiterer Abtragung des Hirns rechts $\text{Re(Mg)} = 0$. Rechts Exstirpation der hintern Hemisphäre bis zum Sichtbarwerden der Vierhügel. Bei weiterer Abtragung der Hemisphäre nach vorn links $\text{Re(Mg)} = 0$, auch rechts $\text{Re(S)} <$.

6. XI. Sektion: Pia an der Gehirnbasis stark hyperämisch, links schwarzrot gefärbte Schicht an der medialen Seite des Schläfenlappens, welche teils dem Thalamus opticus, teils dem Pedunculus cerebri angehört. Der obere Teil des linken Thalamus opticus von einigen kapillaren Blutungen erfüllt. Rechts Thalamus opticus von einem Bluteoagulum bedeckt, erscheint auf dem Querschnitt vorn normal, in den an den Vierhügel angrenzenden Schichten von einigen punktförmigen Blutungen durchsetzt. Links Tractus opticus hinter Chiasma vollständig von Blut durchtränkt, auf dem Querschnitt schwarz gefärbt. Starke Blutung im Aquaeductus Sylvii und vierten Ventrikel.

Kaninchen 9.

8. XI. Beiderseits $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$.

Links Exstirpation des hintern Hemisphärentails und des linken Corpus quadrig. Danach rechts vorübergehend $\text{Re(Mg)} = 0$.

10. XI. Rechts Re(Mg) herabgesetzt.

11. XI. Rechts Re(Mg) besser als am 10., aber $<$ links. Jetzt rechts Auslöfflung des Grosshirns bis zur Basis. Danach rechts $\text{Re(S)} = \text{normal}$, links $\text{Re(Mg)} <$. Tier getötet.

Sektion: Links Vierhügel vollständig zerstört. An Stelle desselben braunrote Masse, welche sich keilförmig bis an die untere Grenze des Aquaeductus Sylvii erstreckt und von einem Blutstreifen eingefasst ist. Links Thalamus opticus intakt. Rechts oberflächliche Blutung im Thalamus opticus. Die seitlichen Teile des Vierhügels und des darunter liegenden Hirnschenkels bis zur Basis vollständig zerstört. Die Zerstörung geht auch auf den vordern Teil des Pons über.

Kaninchen 10.

Beiderseits $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$.

11. XI. Rechts Abtragen des hintern Teils der Hemisphäre. Auslöffeln des sichtbar werdenden rechten Vierhügels bis zur knöchernen Basis. Links $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$.

Bei weiterer Auslöfflung des rechten Grosshirns, links $\text{Re(Mg)} = 0$, rechts $\text{Re(S)} = \text{normal}$.

12. XI. Zeitweise Nystagmus horizontalis, rechts $\text{Re(S)} = \text{normal}$, rechts Re(Mg) sehr $<$, links Re(S) sehr $<$, links $\text{Re(Mg)} = 0$.

13. XI. Sektion: Leichte Blutung in der Schädelhöhle, rechter Vierhügel vollständig zerstört. Blutung im dritten Ventrikel, Aquaeductus Sylvii und vierten Ventrikel; die innere Höhlenwand des letzteren, besonders auf der rechten Seite, blutig erweicht.

Kaninchen 11.

Beiderseits $\text{Re(Mg)} = \text{normal}$.

10. XI. Links Exstirpation des hintern Teiles der Hemisphäre bis

zum Sichtbarwerden des Vierhügels und des Thalamus opticus. Danach rechts $\text{Re}(\text{Mg}) <$.

11. XI. Rechts $\text{Re}(\text{Mg})$ sehr $<$, nur bei längerer Belichtung zu erzielen. Anisocorie rechts $>$ links. Leichter Nystagmus horizontalis. Beiderseits $\text{Re}(\text{S}) = \text{normal}$. Rechts $\text{P-Re}(\text{Mg}) >$ gestern, aber immer noch $<$ links.

13. XI. Nystagmus fast ganz geschwunden, beiderseits $\text{Re}(\text{S}) = \text{normal}$, rechts P- und Pa- $\text{Re}(\text{Mg})$ besser als am 12., aber $<$ links.

14. XI. Beiderseits $\text{Re}(\text{S}) = \text{normal}$. Beiderseits P- und Pa- $\text{Re}(\text{Mg}) = \text{normal}$, rechts $=$ links.

Tier getötet.

Sektion: Thalamus opticus durch zahlreiche Kapillarblutungen vollständig durchtränkt, nur das Corpus genic. ext. und die hinterste Partie des Pulvinar intakt. Beide Vierhügel und Venurikel vollständig intakt.

Kaninchen 12.

Beiderseits $\text{Re}(\text{S})$ und $(\text{Mg}) = \text{normal}$. Links Exstirpation der hintersten Rindenschicht bis zur Freilegung des Vierhügels. Vollständige Aus-

Kaninchen	Operation	$\text{Re}(\text{S})$	$\text{Re}(\text{Mg})$
1.	Exstirpation der linken Hemisphäre.	Rechts $<$	Beiderseits $= 0$
2.	Exstirpation der linken Hemisphäre.	Beiderseits am nächsten Tage $<$	Rechts $= 0$
3.	Exstirpation der linken Hemisphäre.	Rechts $<$	Beiders. $= \text{normal}$
4.	Exstirpation der linken Hemisphäre.	Rechts $<$	Beiders. $= \text{normal}$
5.	Exstirpation beider Hemisphären.	Beiderseits $<$ Re Rechts $<$ Links	Links $= \text{normal}$, Rechts $= 0$
6.	Links Exstirpation der Hemisphäre.	Rechts $<$ Links $= 0$	Rechts $= 0$, Links zuerst $= \text{normal}$, später $= 0$
7.	Exstirpation der linken Hemisph. Exstirpation beider Hemisphären.	Beiderseits $= >$, L. $>$ R. Beiderseits $<$	Beiderseits $= \text{normal}$ Beiderseits $= 0$
8.	Exstirpation beider Hemisphären.	—	Beiderseits $= 0$
9.	Exstirpation beider hinterer Hemisphären und beider vorderer Vierhügel.	Beiderseits $= \text{normal}$.	Links $= \text{normal}$, Rechts $<$

löffelung desselben. Danach rechts P- und Pa-(Mg) = 0. Links = normal. Beiderseits Re(S) = normal.

13. XI. Beiderseits P- und Pa-Re(Mg) = 0. Rechts Re(S) < links, sehr deutlicher Nystagmus horizontalis. Kaninchen läuft beständig im Kreise nach rechts herum.

14. XI. Beiderseits Re(Mg) = 0, links Re(S) > rechts. Nystagmus wie am 13. Die Zwangsbewegungen des Tieres haben etwas nachgelassen.

15. XI. Idem.

17. XI. Nystagmus geschwunden, ebenso die Bewegungen nach rechts. Beiderseits Re(S) <, beiderseits Re(Mg) = 0.

18. XI. Das sehr muntere Tier wird getötet. Die Sektion ergibt: Blutiger Zerfall in den hintern Teilen des Thalamus opticus, vollständige Zerstörung des Vierhügels und der darunter liegenden Hirnteile bis über die ventrale Begrenzung des Aquaeductus Sylvii hinaus. Sonst zeigt das Gehirn nichts Abnormes.

Eine bessere Übersicht über die eben angeführten Protokolle ermöglicht die nachfolgende Tabelle, auf welcher dieselben kurz zusammengefasst sind.

Pupille	Nystagmus	Sektion
—	0	Links Thalamus opticus und linker Vierhügel blutig erweicht. Blutung im 3. Ventrikel und Aquaeductus Sylvii.
—	0	Blutung im linken Corpus genic. ext.
—	0	Ganglien intakt bis auf Blutung in den obern Schichten des linken Vierhügels.
—	0	Ganglien intakt.
Anisocorie R. > L.	0	Rechts Thalamus opticus zum Teil zerstört, links stärker zerfallen. Im linken Tractus opt. kleine Blutung.
—	0	Links Thalamus opticus in den obern Schichten blutig zerfallen, am Corpus genic. ext. von Blutung durchsetzt. Am Pons streifige Blutung neben dem linken Facialis.
—	Vorhanden, allmählich abnehmend.	Beiderseits Blutung in den obern Schichten der Vierhügel. Thalamus opticus zum Teil beiderseits blutig erweicht. Blutung im Aquaeductus Sylvii.
—	0	Beiderseits Thalamus opticus zum Teil blutig durchtränkt, links Tractus opt. blutig erweicht. Starke Blutung im Aquaeductus Sylvii und 4. Ventrikel.
—	0	Links Thalamus opticus intakt, links Vierhügel zerstört, rechts Vierhügel und Thalamus opticus in den Seitenpartien zerstört.

Kaninchen	Operation	Re (S)	Re (Mg)
10.	{ Rechts Exstirpation der hintern Hemisphäre u. des vordern Vierhügels.	Rechts = normal, Links <.	Rechts < Links = 0
11.	{ Links Exstirpation der hintern Hemisphäre.	Beiderseits = normal.	Rechts <, später = normal
12.	{ Links Exstirpation der hintern Hemisphäre u. des linken Vierhügels.	Beiderseits = normal.	Beiderseits = 0

Die Protokolle lassen zunächst die schon oben erwähnte Tatsache erkennen, dass der Lidschlussreflex auf Berührung beim Kaninchen nach der Grosshirnexstirpation eine Abschwächung erfährt. In den ersten sieben Fällen und zwar fünfmal nach einseitiger, zweimal nach Exstirpation beider Hemisphären, in welchen auf die Herabsetzung dieses Reflexes gefahndet wurde, war dieselbe auf der entgegengesetzten Seite bzw. auf beiden Seiten nachweisbar. Dass die Reflexempfindlichkeit in mehreren Fällen, insbesondere Fall 4 fünf und sieben, vorübergehend gesteigert war, dürfte auf eine nach der Exstirpation sich bemerkbar machende, sich bald aber verlierende Reizung der subcorticalen Zentren zurückzuführen sein, ebenso wie die öfters unmittelbar nach der Operation vorhandene Reflexunempfindlichkeit einer Shockwirkung zuzuschreiben ist. Bei einseitiger Hemisphärenabtragung sind die Verhältnisse ähnliche wie bei der Entfernung des ganzen Grosshirns, nur dass die Herabsetzung des Lidreflexes auf Berührung — abgesehen von der unmittelbar nach der Operation sich öfters zeigenden beiderseitigen Reflexunempfindlichkeit — auf das entgegengesetzte Auge beschränkt bleibt. In diesem Falle nähert sich aber die Re mit der Zeit immer mehr der normalen Re des Auges, wenngleich ein Unterschied auch meistens bis zum Tode nachweisbar bleibt.

Man könnte nun einwenden, dass die Herabsetzung, da sie sich ja mit der Zeit immer mehr und mehr verliert, nicht von der Exstirpation der Hirnrinde abhängt, also nicht eine Ausfallserscheinung darstellt, sondern auf eine Allgemeinwirkung des operativen Eingriffs zurückzuführen ist, und daher nur als Shockwirkung aufgefasst werden kann. Dieser Einwand ist für Tiere, denen beide Hemisphären abgetragen sind, berechtigt, da die Beobachtungsdauer bei diesen Tieren eine relativ sehr kurze war. Der Einwand trifft aber für die einseitig operierten Tiere nicht zu. Denn abgesehen davon, dass bei diesen Tieren die Beobachtung schon eine ganze Reihe von Tagen umfasst, müsste die durch den operativen Eingriff

Pupille	Nystagmus	Sektion
—	Vorhanden.	Rechts Vierhügel völlig zerstört, Blutung im Aquaeductus Sylvii und 4. Ventrikel mit Zerstörung des zentralen Höhlengraus.
Anfangs R. > L., dann Isocorie	Zuerst vorhanden, dann 0.	Links Thalamus opticus zerstört bis auf das Corpus genic. ext. Beide Vierhügel intakt.
—	„	Links Vierhügel zerstört; die Zerstörung reicht bis zur Basis des Aquaeductus Sylvii.

gesetzte Shockwirkung in erster Linie auf der gleichen und nicht auf der gekreuzten Seite zur Geltung kommen. Ausser dem Lidschluss bei Berührung, der auf dem Wege über die Hirnrinde zu stande kommt, gibt es nämlich noch einen solchen Reflex, dessen zentripetale und zentrifugale Bahnen, sowie dessen Zentrum nur auf einer Seite gelegen sind. Die Beeinträchtigung dieser Nervenbahnen würde sich daher naturgemäss zuerst an der Stelle geltend machen, die der Verletzung am nächsten liegt, also auf der Seite der Operation. Eine Schwächung des Lidreflexes bei Berührung auf der gekreuzten Seite kann demnach unmöglich von einer Shockwirkung abhängen, sondern spricht für den Zusammenhang dieses Reflexes mit der entgegengesetzten Grosshirnhemisphäre. Und ebenso kann das allmähliche Sichwiedereinstellen des Reflexes auf dem entgegengesetzten Auge nicht die Folge des Schwindens einer bestehenden Shockwirkung sein, sondern dieselbe wird bedingt durch eine Erhöhung der Erregbarkeit in den subcorticalen und von den Hemmungen seitens der Rinde befreiten Reflexapparaten. Es findet auf diese Weise gewissermassen in letztern eine Kompensierung der durch den Rindenausfall zunächst geschwächten Funktion statt.

Die Beurteilung des auf Belichtung sich einstellenden Lidreflexes bei intakter Hirnrinde und nach Exstirpation derselben bietet insofern weniger Schwierigkeiten, als es sich hier nicht darum handelt, eine mehr oder weniger starke Herabsetzung dieses Reflexes nachzuweisen, sondern einfach festzustellen, ob der Reflex überhaupt erhalten ist oder nicht. Denn war der Reflex nachweisbar, so zeigte er sich auf der operierten Seite gewöhnlich von derselben Intensität wie auf der entgegengesetzten. Die Protokolle lassen aber mit grosser Deutlichkeit erkennen, wodurch die Verschiedenheit in dem Verhalten des Lidreflexes bei starker Belichtung nach den einzelnen Grosshirnabtragungen bedingt wird. Denn sie zeigen, dass in all den Fällen, in denen dieser Reflex nicht mehr nachweisbar war, die subcorticalen

Ganglien eine mehr oder weniger starke Schädigung aufwiesen. Da anderseits bei Erhaltensein dieses Reflexes die subcorticalen Ganglien durchaus nicht immer intakt geblieben waren, ist die Möglichkeit geboten, durch Vergleichung der einzelnen Verletzungen die Schädigung, welche den Lidreflex auf Belichtung vernichtet, schärfer zu umgrenzen.

So sehen wir in Fall 11 den Lidreflex vollkommen gut erhalten, trotzdem der ganze Thalamus opticus, mit Ausnahme des Corpus genic. ext., durch dicht aneinander liegende Kapillarblutungen so gut wie gänzlich vernichtet war. Die Schlussfolgerung, die aus Betrachtung dieses Falles gezogen werden darf, liegt auf der Hand; denn es zeigt sich, dass die Zentripetalbahnen, welche den Lidreflex auf Belichtung vermitteln, durch diesen Teil des Thalamus opticus oder an diesem vorbei ihren Weg nehmen müssen. Weniger beweisend sind die Fälle 5 und 7, in denen die Zerstörung den Thalamus opticus nur zum Teil betroffen hatte. So Fall 5, in welchem die vordern und medialen Partien des Thalamus opticus zerstört waren, während Fall 7 eine blutige Erweichung der obern Schichten aufwies. In beiden Fällen war der Lidreflex auf Mg erhalten. Ganz im Gegensatz zu den drei eben besprochenen Fällen, und anderseits diese sehr gut ergänzend, steht Fall 2, bei welchem trotz Fehlens des Lidreflexes auf Mg der Thalamus opticus ein ganz normales Aussehen bot bis auf das Corpus genic. ext., das von einer Blutung erfüllt war.

Eine oberflächliche Blutung als solche bedingt noch keine Leitungsunterbrechung. Denn abgesehen von den Fällen, welche eine Basalblutung aufwiesen, zeigte sich in Fall 5 das rechte Corpus genic. ext. und der sich anschliessende Tractus opticus von einer Blutschicht bedeckt; beide aber waren sonst vollständig intakt, der Lidschluss auf dem gekreuzten Auge demgemäss prompt nachweisbar.

Sind wir so in der Verfolgung der Zentripetalbahnen für den Lidreflex auf Belichtung bis zum Corpus genic. ext. gekommen, so gibt die Betrachtung der vorliegenden Protokolle Gelegenheit, diese Bahn weiter zu verfolgen. So lehrt z. B. der Fall 9, dass der Vierhügel bis zur Höhe des Aquaeductus Sylvii vollständig zerstört sein kann, und dass trotzdem auf Lichteinfall in das entgegengesetzte Auge prompter Lidschluss zu stande kommt. In den ersten Tagen war hier gleichfalls der Lidreflex auf Belichtung herabgesetzt, ein Zeichen, dass die Zentripetalbahnen desselben in nächster Umgebung der geschädigten Partie verlaufen. Fall 3 und Fall 7 sind zwar nicht so beweiskräftig wie Fall 9, aber auch hier hatte in den obern

Schichten des Vierhügels eine Blutung stattgefunden, ohne dass es auf der entgegengesetzten Seite zu einer Störung des Lidreflexes auf Belichtung gekommen war. In Fall 9 wiesen der rechte Hirnschenkel und der rechte Vierhügel in ihren seitlichen Partien starke Zerstörungen auf bei vollem Erhaltensein des auf Belichtung sich einstellenden Lidreflexes. Geht aber die Zerstörung des vordern Vierhügels nur ein wenig tiefer und medianwärts als im Falle 9, erreicht sie also die Basis des Aquaeductus Sylvii und den dicht unter diesem liegenden Hirnteil, so geht mit dem Pupillenreflex auch der Blinzelreflex auf Blendung vollständig verloren. Ein solches Beispiel bietet Fall 12, wo nach einseitiger vollständiger Zerstörung eines Vierhügels bis zur Basis des Aquaeductus Sylvii der Blendungsreflex auf beiden Seiten nicht mehr zu erzielen war. Dass er auch auf der andern Seite verloren ging, dürfte einer Druckwirkung des Herdes auf die nahegelegenen unversehrten Fasern der andern Seite zuzusprechen sein.

Wir sind so an der Hand der Sektionsergebnisse in der Lage, für die Mehrzahl der operierten Kaninchen die Ursache des Ausbleibens oder Erhaltenseins des optischen Blinzelreflexes festzustellen. Es bleibt nun zunächst die Frage offen, wie zu diesen Feststellungen die noch übrigbleibenden Fälle sich verhalten. Es sind dies die Fälle 1, 4, 6, 8, 10. Von diesen hatte Kaninchen 4 einen sehr deutlichen Blinzelreflex auf Belichtung, die Sektion ergab vollständige Intaktheit des Thalamus opticus und der Vierhügel. In den andern Fällen war der Reflex erloschen. Bei 1 und 6 war trotz einseitiger Hemisphärenexstirpation der Lidreflex bei Belichtung sogar auf beiden Seiten vernichtet, bei 10 war derselbe auf der gekreuzten Seite erloschen, auf der gleichen Seite stark herabgesetzt, wurde dann aber hier annähernd normal. Bei 8 hatte die beiderseitige Hemisphärenexstirpation Fortfall des optischen Blinzelreflexes auf beiden Seiten zur Folge. Die Fälle 1, 8 und 10 zeichneten sich durch mehr oder weniger intensive Blutung im Aquaeductus Sylvii und vierten Ventrikel aus, eine Blutung, die zum Teil die Höhlenwandung, also das zentrale Höhlengrau vernichtet hatte. Diese Beeinträchtigung bzw. völlige Zerstörung des zentralen Höhlengraues am Aquaeductus Sylvii ist daher geeignet, die dicht darunter verlaufenden zentripetalen Fasern des optischen Pupillen- und Lidreflexes in ihrer Funktion zu hemmen oder ganz zu vernichten. Gewöhnlich war mit den Fällen von Blutungen in den Aquaeductus Sylvii Nystagmus horizontalis vorhanden.

In Fall 6 ergab die Sektion eine blutige Durchtränkung des

Corpus genic. ext., sowie eine stärkere streifige Basalblutung am Austritt des linken Trigemini und des linken Facialis, daher ein beiderseitiges Fehlen des Blinzelreflexes auf Mg und ein Ausbleiben des Lidzuckens links bei stärkster Berührung der Hornhaut.

Bei der Beobachtung des Blinzelreflexes auf Belichtung nach einer Hemisphärenexstirpation ist als besonderes Merkmal die Tatsache zu verzeichnen, dass jedesmal mit dem Blinzelreflex auch die Pupillenverengung auf Belichtung verloren ging. Diese Tatsache macht es wahrscheinlich, dass die zentripetalen Bahnen des optischen Pupillen- und Lidreflexes dicht beieinander liegen, so dass, wenn die Schädigung das eine Faserbündel trifft, auch das Pupillenbündel affiziert ist.

Als Resultat dieser Untersuchungen stellt sich demnach das Ergebnis heraus, dass die den Lid- und Pupillenreflex vermittelnden zentripetalen Optikfasern nach dem Corpus genic. ext. ziehen, dass sie von dort aus durch die tiefsten Schichten oder unterhalb des vordern Vierhügels weiter verlaufen, wobei sie immer mehr nach der Mittellinie hinstreben, dass sie dann an der Basis des Aqueductus Sylvii oder noch ein wenig ventralwärts von demselben liegen, an welcher Stelle wahrscheinlich die Pupillenfasern endigen, während die zentripetalen Lidfasern durch den Hirnschenkel hindurch sich bis in die Nähe des Facialiskerns erstrecken. Hiermit ist natürlich nur der grobe Verlauf der Faserrichtung gegeben, eine exaktere Bestimmung bleibt der histologischen Untersuchung vorbehalten.

Es war schon oben gezeigt worden, dass für die experimentelle Bestimmung der obern Grenze des subcorticalen Lidschlusses auf Berührung zurzeit nur eine einzige Beobachtung von Nickell vorliegt. Eine genaue Prüfung dieser Frage erschien daher besonders geboten. Von einer Prüfung derselben nach dem Vorgange Nickells sah ich indes ab, denn es ist ersichtlich, dass eine vollständige Abtragung des Gross- und Mittelhirns einen so schweren Eingriff darstellt, dass ein Ausbleiben der Reflexe nach demselben nicht überraschen kann.

Bei meinen Versuchen, den Vierhügel zu exstirpieren, wurde, wie oben berichtet, auch einigemal Wert darauf gelegt, die Zerstörung bis zur knöchernen Basis vorzunehmen, um möglichst eine Trennung zwischen dem vordern Teil des Gehirns und der Brücke herbeizuführen. Doch zeigte sich bei der Sektion, dass der Schnitt oder die Zerstörung des Gehirns gewöhnlich nicht medialwärts genug, mitunter auch nicht tief genug gegangen war. Um nun diese Fehler-

quellen zu vermeiden, wandte ich für die Durchschneidung des Vierhügels und des Hirnschenkels folgendes Verfahren an, das relativ einfach ist und gute Resultate liefert:

Die Schädeldecke wird in den hintern Partien vorsichtig auf beiden Seiten bis zum Tuberculum occipitale abgetragen, so dass in der Mitte nur eine schmale knöcherne Brücke übrig bleibt. Die Dura wird nun neben dieser Brücke durch einen kleinen Längsschnitt auf beiden Seiten gespalten, Knochenbrücke nebst Dura am vordern und hintern Ende fest abgebunden und dann die Knochenbrücke entfernt. Auf diese Weise ist der Sinus longitudinalis unterbunden und der hintere Teil beider Hemisphären freigelegt. Nachdem nun die eine Hemisphäre entfernt ist, präsentiert sich der vordere Vierhügel in ganzer Ausdehnung. Mit einem schmalen Messer dringt man dann zwischen Vorder- und Hintervierhügel oder durch den hintern Teil des erstern in der Richtung von aussen oben nach unten vorn bis zur knöchernen Basis durch und trennt Vierhügel und Pedunculus cerebri von dem vor ihnen gelegenen Hirnteile ab. Zu beachten ist dabei besonders, dass der Querschnitt die nötige Breite besitzt, dass er also sowohl nach aussen, als auch besonders nach der Mittellinie hin eine Hirnhälfte genau in zwei Stücke trennt, zweitens, dass das Messer am vordern Rande der Brücke oder durch den vordersten Teil derselben ausgestossen wird. Namentlich in bezug auf letztern Punkt besteht die Neigung, das Messer mehr in vertikaler Richtung einzustossen, wodurch der Schnitt zu weit spinalwärts ausfällt. Indes dürfte bei genauer Betrachtung eines Kaninchenhirns während der Operation die richtige Schnitttrichtung ohne grosse Mühe gelingen.

Über die Wirkung des Eingriffs geben die folgenden Protokolle Aufschluss:

Kaninchen 13.

15. XI. Links Abtragen des Occipitallappens und zweimaliges Durchstossen eines schmalen Messers durch den vordern Vierhügel bis zur Basis mit gleichzeitiger Durchtrennung des Gehirns. Danach verengt sich die linke Pupille.

Links $\text{Re(S)} = 0$. Rechts $\text{Re(S)} = \text{normal}$.

Die Sektion ergibt, dass der eine Schnitt am hintern Rande des Pons, der zweite noch weiter spinalwärts am Austritt des Facialis durch die Me-
lulla gedrungen war.

Kaninchen 14.

Links Operation wie bei Nr. 1. Zweimalige Durchschneidung des Gehirns vermittle eines schmalen Messers.

Danach links $\text{Pa-Re(Mg)} = 0$, $\text{P-Re(Mg)} = \text{normal}$; rechts Pa- und $\text{P-Re(Mg)} = \text{normal}$.

Beiderseits $\text{Re(S)} = \text{normal}$, rechts aber etwas $<$ links.

Die Sektion ergibt: Dickes Blutcoagulum auf dem linken Vierhügel; von diesem aus schräg nach vorn bis zur Mittellinie reichende, den Pedun-

culus ganz abtrennende Schnitte, von denen der eine dicht hinter dem Austritt des Oculomotorius zum Vorschein kommt, während der andere, 2 mm dahinter liegende die untersten Schichten der Brücke nicht ganz durchtrennt hat, sondern noch einen schmalen Saum von 1 mm Höhe stehen gelassen hat.

Kaninchen 15.

20. XI. Operation wie bei Nr. 2.

Danach links $\text{Re(S)} = 0$, kurze Zeit darauf aber beiderseits $\text{Re(S)} = \text{normal}$, beiderseits $\text{Re(Mg)} = 0$.

Sektion: Starke Blutung an der Basis, starke blutige Durchtränkung des Vierhügels und des Hirnschenkels, links Vierhügel und Hirnschenkel vollständig von der Brücke abgetrennt. Der Schnitt erstreckt sich zum Teil auch auf die rechte Seite. Vordere Schichten der Brücke blutig durchtränkt.

Von diesen drei Fällen liefern die beiden letzten den exakten Beweis, dass der Reflexbogen des auf Berührung sich einstellenden Lidschlusses nicht über den vordern Rand des Pons Varoli hinausgeht, ja, dass auch der vordere Teil der Brücke jenseits dieses Reflexbogens gelegen sein muss. In Fall 13 hingegen, bei dem der Schnitt weiter nach abwärts gedrungen war und teils den vordern Rand der Medulla, teils deren vordere Schichten durchtrennt hatte, war der Reflex erloschen. Das Reflexzentrum kann demnach nur in den hintern Teilen des Pons oder in den vordersten Schichten der Medulla gelegen sein.

Zwischen dem Lidreflex, welcher durch Vermittlung der Hirnrinde zu stande kommt, und demjenigen, dessen Zentrum am Boden der Rautengrube liegt, bestehen daher sehr bemerkenswerte Unterschiede. Den erstern Reflex lösen nur zarteste Berührungsreize, besonders solche von der Haut und Bindehaut aus, eine Schädigung der Hirnrinde hat ferner nur eine Beeinträchtigung dieses Reflexes auf der entgegengesetzten Seite zur Folge. Bei etwas stärkerer Berührung aber, namentlich bei solchen, welche die Hornhaut treffen, wird der Reflexbogen immer schon in den hintern Pons- oder in den vorderen Schichten der Medulla geschlossen, eine Schädigung dieser Partie schwächt den Lidreflex bei Berührung oder bringt ihn ganz zum Schwinden stets auf der gleichen Seite.

Beziehungen zwischen Hirnrinde und reflektorischen Lidbewegungen bei der Taube.

Nachdem im vorhergehenden der Einfluss der Hirnrinde auf die reflektorischen Lidbewegungen beim Kaninchen durch die Abtragung einer bzw. beider Hemisphären festgestellt war, kam es darauf an,

diesen Einfluss bei Tieren zu prüfen, welche den Fortfall des Grosshirns besser zu ertragen im stande sind. Zu diesen Tieren gehört in hervorragender Weise die Taube, die seit Flourens ganz besonders zum Studium der Grosshirnfunktionen verwandt wird. Um den Einfluss des Grosshirns auf die reflektorischen Lidbewegungen bei der Taube zu ermitteln, ist es aber notwendig, das Verhalten derselben unter normalen Verhältnissen genau zu kennen.

Die reflektorischen Lidbewegungen der Taube unterscheiden sich sehr wesentlich von denjenigen des Kaninchens. Während beim Kaninchen in erster Linie die Blendung einen deutlichen Lidschluss hervorruft, ist diese bei der Taube gewöhnlich wirkungslos. Die Taube lässt es ganz ruhig geschehen, dass ein brennender Magnesiumstreifen ihrem Auge genähert wird, und sehr häufig ist, ausser der immer vorhandenen sehr prompten und deutlichen Pupillenverengung, sonst nichts an den Augen wahrzunehmen. Mitunter kommt es indes zu einer leichten Blinzelbewegung. Diese besteht in einem Senken des Oberlides und in einem leichten Heben des Unterlides, wobei gewöhnlich gleichzeitig die durchsichtige Nictitans die Hornhaut überzieht. Auch ein Scheuen des Kopfes ist in seltenen Fällen vorhanden.

Viel kräftiger auf den reflektorischen Lidschluss als die Blendung wirkt dagegen die Berührung des Auges und seiner Umgebung ein. Reflektorische Lidbewegungen werden bei Berührung des Auges fast immer ausgelöst und sind auch viel intensiver ausgesprochen, als die hin und wieder sich zeigenden Blinzelbewegungen auf Blendung. Hier zeigen sich aber zwischen der Taube und dem Kaninchen bemerkenswerte Unterschiede. Während beim Kaninchen die Berührung des Lidrandes, namentlich am innern Lidwinkel besonders kräftig zu reflektorischen Lidbewegungen anregt, fast so wie die Berührung der Hornhaut, sind die Lider der Taube relativ unempfindlich. Zarte Berührungen derselben werden vertragen, ohne dass die geringste Zuckung erfolgt, und es bedarf schon eines kräftigeren Druckes auf die Lider, um reflektorische Lidbewegungen auszulösen. Dahingegen zeigen sich die andern Teile des Auges viel empfindlicher als beim Kaninchen. Schon eine feine Berührung der Bindehaut führt in der Mehrzahl der Beobachtungen Lidschluss herbei. Dieser Lidschluss, der nicht immer vollständig ist, kommt durch gleichmässige und kräftige Kontraktionen des obern und untern Lides zu stande und wird stets von einem Vorziehen der Nictitans begleitet. Der empfindlichste Teil der Conjunctiva ist bei der Taube die Übergangsfalte, während die übrigen Teile der Conjunctiva etwas weniger empfindlich sind.

Noch empfindlicher als die Conjunctiva ist die Nictitans und am empfindlichsten ist, wie beim Kaninchen, die Hornhaut. Berührung der letztern führt nicht nur sehr energischen Lidschluss herbei, sondern löst auch nicht selten sehr kräftige Abwehrbewegungen aus: Die Taube schüttelt dann heftig den Kopf und sucht zu entfliehen.

Neben der Berührung des Auges sind es ferner Drohbewegungen mit der Hand, welche bei der Taube mit Leichtigkeit reflektorische Lidbewegungen zur Folge haben. Aber den Drohbewegungen gegenüber verhalten sich nicht alle Tauben gleich. Während ein Teil der Tauben regelmässig bei Handbewegungen vor dem Auge oder gegen dasselbe das Auge schliesst und den Kopf duckt, verhält sich ein anderer Teil denselben Reizen gegenüber ganz teilnahmslos oder macht ab und zu nur leichte Blinzelbewegungen. Die Untersuchung einer grössern Anzahl von Tauben klärte mich über dieses verschiedene Verhalten derselben auf. Denn es zeigte sich, dass es hauptsächlich Männchen sind, welche sich gegenüber den Drohbewegungen mit der Hand mehr oder weniger passiv verhielten, während die letztern bei Weibchen meist die oben beschriebenen Abwehrbewegungen auslösten. Und ferner zeigte es sich, dass alte Tiere im allgemeinen viel leichter auf diese Drohbewegungen reagierten als junge.

Nachdem ich so über die reflektorische Lidbewegung der normalen Taube orientiert war, schritt ich zur Beobachtung der grosshirnlosen Taube. Zunächst kamen zwei Tauben zur Beobachtung, denen ich nach dem H. Munkschen Verfahren beide Hemisphären extirpiert hatte. Es machte sich nun zwischen der gesunden und der grosshirnlosen Taube ein Unterschied in bezug auf den Lidreflex bei Berührung dahin bemerkbar, dass sehr zarte Berührungen bei den letztern ohne Reaktion blieben, die bei den normalen Tauben Lidbewegungen herbeiführten. Die Berührung betraf in diesem Falle die Lider und die Conjunctiva. Bei Berührung der Cornea, und zwar schon bei sehr zarter, kam es auch bei der grosshirnlosen Taube zu promptem Lidschluss. Aber immerhin war in letzterem Falle ein Unterschied zu konstatieren. Während nämlich selbst die zarte Berührung der Cornea bei der normalen Taube neben dem Lidschluss in der Regel sehr deutliche Abwehrbewegungen auslöste, waren diese bei der grosshirnlosen wesentlich schwächer oder fehlten auch vollständig.

Da aber mit der Zeit die Reflexempfindlichkeit auf Berührung bei den grosshirnlosen Tauben derjenigen bei normalen sich immer mehr näherte, und ein Unterschied schon nach acht bis zehn Tagen

zwischen beiden nur schwer nachzuweisen war, schritt ich zur Untersuchung von Tauben, denen ich nur eine Grosshirnhemisphäre exstirpiert hatte. Bei diesen Tauben war eine Beurteilung über den Einfluss der Grosshirnrinde auf die reflektorischen Lidbewegungen durch Vergleich zwischen normaler und pathologischer Seite viel eher möglich. Es folgen zunächst Protokolle über drei solcher Tiere:

Taube 1.

24. VII. Rechts Exstirpation der Hemisphäre.

Rechts bei zarter Berührung der Conjunctiva meist prompter Lidschluss, während dieselbe Berührung links gewöhnlich negativ ausfällt. Bei stärkerer Berührung der Conjunctiva erfolgte aber auch links Lidschluss; rechts scheut die Taube auf Handbewegung, links ohne jede Reaktion.

28. VII. Ein Unterschied zwischen links und rechts bei Berührung der Lider ist nicht zu konstatieren, aber Berührung der Conjunctiva wie am 23. VII. Ferner löst die zarte Berührung der rechten Conjunctiva neben den Lid- auch Abwehrbewegungen des Kopfes aus, die links nur bei stärkerem Druck auf die Conjunctiva zu stande kommen.

29. VII. Taube liegt heute im Sterben, Re im allgemeinen beiderseits sehr stark herabgesetzt. Aber in diesem Zustande ist der Unterschied zwischen rechts und links besonders deutlich. Denn während rechts stärkerer Druck auf die Conjunctiva meistens noch Lidschluss herbeiführt, ist links von der Conjunctiva nur ausnahmsweise ein solcher zu erzielen. Berührung der Hornhaut wirkt beiderseits gleich.

Taube 2.

Auf Handbewegung vor den Augen tritt nur selten Scheuen und Blinzeln auf.

15. IX. Rechts Exstirpation der Hemisphäre.

17. IX. Links Re(S) etwas $<$ rechts.

20. IX. Rechts immer noch etwas $>$ links.

13. X. Status idem. Bei zarter Berührung der Hornhaut links Lidschluss ohne Kopfbewegung, bei derselben Berührung rechts neben dem Lidschluss gleichzeitiges Scheuen des Kopfes.

Rechts mitunter Scheuen auf Bewegung mit der Hand, links dagegen nie.

22. X. Die Lidschluss- und Abwehrbewegungen bei Berührung der Cornea oder bei etwas kräftigerem Druck auf die Lider bzw. Conjunctiva sind heute links fast so intensiv wie rechts. Bei zarter Berührung der Lidhaut und der Conjunctiva ist indes rechts häufig eine Lidbewegung auszulösen, die unter gleichen Umständen links ausbleibt. Desgleichen rufen schnell hintereinander folgende auf die Lider bzw. Conjunctiva ausgeübte Druckreize mit der Feder rechts gewöhnlich jedesmal Lidschluss hervor, während dieser unter gleichen Bedingungen links öfters ausbleibt.

Enucleation des rechten Auges.

23. X. Taube stösst zwar beim Gehen an Hindernisse, geht aber auf dem Tische entlang der Tischkante und pickt nach Erbsen, wenn auch häufig an diesen vorbei.

24. X. Heute pickt die Taube Erbsen, ohne zu fehlen.
 30. X. Taube scheut und blinzelt ein wenig auf Handbewegungen vor dem linken Auge.
 4. XI. Taube sieht gut, scheut auf Handbewegungen relativ gut.
 6. XI. Taube verhält sich wie eine normale.
 Links Exstirpation der Hemisphäre.
 8. XI. Taube hat das typische Verhalten einer grosshirnlosen Taube. Bleibt stundenlang auf demselben Flecke stehen, ohne sich zu rühren. Auf Handbewegungen von allen Seiten und von vorn erfolgt kein Scheuen.
 9. XI. †.

Sektion: Grosshirnhemisphäre links vollständig entfernt bis auf einige blutig erweichte Reste. Rechts umgeben minimale Reste der Hemisphäre eine von derber Membran umschlossene Cyste. Pia stark hyperämisch. Die obern Schichten des Thalamus opticus beiderseits von einigen punktförmigen Blutungen durchsetzt. Corpora bigemina intakt.

Taube 3.

- Gutes Scheuen und Blinzeln auf Handbewegungen vor beiden Augen.
 20. IX. Abtragung der linken Hemisphäre.
 22. IX. Taube munter, scheut auf Handbewegungen nur vor dem linken Auge. Re(S) rechts < links.
 23. IX. Status idem.
 6. X. Status idem. Die Herabsetzung zeigt sich auch darin, dass ein kräftiges mehrmals und schnell hintereinander erfolgendes Hinüberstreichen der Feder über die Lider rechts schwächere Lidbewegungen als links hervorruft.
 15. X. Re(S) rechts nur noch sehr wenig < links. Die reflektorischen Lidbewegungen sind links aber immer noch kräftiger als rechts.
 20. X. Scheuen des Kopfes bei Handbewegungen in allen Richtungen vor dem linken Auge, dagegen bei gleichen Bewegungen vor dem rechten Auge erfolgt niemals eine Spur von Scheuen.
 Enucleation des linken Auges.
 21. X. Die Taube munter, aber blind. Bleibt auf demselben Flecke stehen und ist nur schwer zu bewegen vorwärts zu schreiten, wobei sie über alle im Wege stehenden Hindernisse stolpert.
 22. X. fällt beim Vorwärtsgehen über den Tischrand. Bei der Wiederholung klammert sie sich krampfhaft an letzterem fest.
 24. X. Status idem. Bei Drohen mit der Hand stellen jetzt sich mitunter leichte Blinzelnbewegungen ein.
 4. XI. Taube pickt heute ab und zu nach Erbsen, aber immer rechts vorbei. Die reflektorischen Lidbewegungen beim Drohen mit der Hand sind jetzt gut sichtbar und auch noch nachweisbar, wenn zwischen die Taube und die Hand eine Glasscheibe gestellt wird.
 8. XI. Taube frisst heute gut von selbst, während sie bisher gefüttert werden musste. Gutes Scheuen und Ducken vor der drohenden Hand.
 14. XI. Exstirpation der rechten Hemisphäre. Taube benimmt sich zunächst wie eine hirnlose.
 15. XI. Taube pickt nach Erbsen, wenn sie diese auch nicht her-

unterschluckt. Scheut auf Handbewegungen, wenn auch weniger als früher, fliegt aus ihrem Holzbehälter und stellt sich auf den Rand desselben.

16. XI. †. An Stelle der linken Hemisphäre befindet sich eine papierdünne Lamelle. Rechts ist die Hemisphäre nur unvollständig entfernt, ein 1 mm breiter Saum ist lateralwärts stehen geblieben, der sich nach vorn hin verbreitert. Thalami optici und Corpora bigemina intakt.

Die Protokolle zeigen, wie wir es bei der grosshirnlosen Taube gesehen haben, eine Herabsetzung des Lidschlussreflexes bei Berührung auf der entgegengesetzten Seite. Diese Herabsetzung dokumentiert sich einmal in einem Versagen des Reflexes bei Ausübung zarter Druckreize auf Conjunctiva und Lider, während die Berührung der Cornea nach wie vor einen Lidschluss auf der geschädigten Seite zur Folge hat. Ferner sind die Lidkontraktionen auf der geschädigten Seite nicht so intensiv ausgesprochen als auf der Operationsseite, namentlich fehlen die Mitbewegungen des Kopfes und des Oberkörpers im Gegensatz zu der gesunden Seite. Und schliesslich versagt die schnelle Wiederholung des Reizes häufig auf der gekreuzten Seite, wenn sie unter gleichen Umständen noch gewöhnliche reflektorische Lidbewegungen auf der Seite der Operation hervorruft. Diese Herabsetzung des Lidreflexes auf Berührung nimmt aber mit der Zeit immer mehr ab und ist nach Verlauf einiger Wochen nur noch schwer nachzuweisen. Die reflektorischen Lidbewegungen sowohl als das Scheuen des Kopfes auf Handbewegungen vor dem gegenseitigen Auge gehen nach einseitiger Hemisphärenexstirpation vollständig verloren. Wenn bei Taube 3 die Sektion links noch eine dünne Lamelle über den subcorticalen Ganglien ergab, so hatte diese auf das Sehen keinen Einfluss mehr, da selbst nach einem Zeitraum von mehr als vier Wochen nach der Exstirpation Handbewegungen in allen Richtungen vor dem Auge sich wirkungslos zeigten, während dieselben links prompten Lidschluss und Scheuen auslösten. Dasselbe Resultat zeigen die Tauben 1 und 2, nur dass bei 1 die Beobachtungszeit von sehr geringer Dauer war und bei 2 die reflektorischen Lid- und Kopfbewegungen an und für sich wenig ausgesprochen waren. Jedenfalls beweisen die Beispiele, dass reflektorische Lid- und Kopfbewegungen infolge von Drohungen mit der Hand vor dem Auge bei der Taube nur auf dem Wege über die gegenseitige Hirnrinde zu stande kommen. Nach Exstirpation des Auges, welches der exstirpierten Hemisphäre entspricht, stellt sich dann mit der Zeit dieser Reflexmechanismus vollkommen wieder her, eine Beobachtung, die auch von andern Autoren des öftern gemacht worden ist.

Es fragt sich nun, wie die Wiederherstellung dieses Mechanismus zu deuten ist. Da bei unsern grosshirnlosen Tauben die Scheu- und Lidbewegungen auf Drohungen mit der Hand dauernd fortgefallen waren, so liegt die Wahrscheinlichkeit nahe, dass auch bei den einseitig operierten Tauben, bei denen das gleichseitige Auge entfernt wurde, die Wiederherstellung des Reflexmechanismus an die noch vorhandene Hemisphäre gebunden ist und nicht von einer die Hemisphäre funktionell ersetzenden, erhöhten Leistungsfähigkeit des Lobus opticus abhängt. Diese Wahrscheinlichkeit wird fast zur Gewissheit durch den Umstand, dass die reflektorischen Lid- und Scheubewegungen auf Drohungen mit der Hand sofort nach Entfernung der noch vorhandenen Hemisphäre erloschen sind. Hierbei bleibt aber die Frage offen, ob die Hemisphäre an diesem Lidreflex sich durch Kommissurenfasern zwischen den beiden Lobi optici beteiligt, wie italienische Autoren (Gallerani, Stefani)¹⁾ annehmen, oder ob diese Vermittlung auf dem Wege ungekreuzter Optikusfasern geschieht, wie H. Munk diesen Autoren gegenüber vermutet. In Anbetracht, dass die vollständige Kreuzung der Nervi optici bei der Taube von Bach anatomisch nachgewiesen ist, dürfte die erstere Auffassung die grössere Wahrscheinlichkeit für sich haben. Diese Wahrscheinlichkeit wird noch mehr erhöht durch den Umstand, dass bei der einseitig operierten Taube reflektorische Lidbewegungen bei Drohungen mit der Hand auf dem gekreuzten Auge nicht mehr ausgelöst werden können. Dass bei der Taube 3 die Sehkraft und somit auch die Scheubewegung auf Drohungen mit der Hand nicht verloren gehen, ist wahrscheinlich auf die unvollkommene rechtsseitige Hemisphärenabtragung zurückzuführen.

Einfluss der Hirnrinde auf die reflektorischen Lidbewegungen beim Hund und Affen.

Wir haben gesehen, dass die Abtragung des Grosshirns beim Kaninchen und der Taube die reflektorischen Lidbewegungen nicht unwesentlich beeinflusst. Es ist nun von vornherein wahrscheinlich, dass diese Beeinflussung nicht der ganzen Rinde zukommt, sondern einzelnen Teilen derselben. Und zwar dürfte es sich um solche Teile handeln, welche zu dem Sehorgan in irgend einer Beziehung stehen. Beim Kaninchen und der Taube ist bisher eine genaue Lokalisation der einzelnen Rindenzentren nicht möglich gewesen; dagegen ist dies

¹⁾ Zitiert nach H. Munk, Über die Funktion usw.

sehr wohl der Fall, wie wir namentlich aus den exakten Untersuchungen H. Munks wissen, beim Hund und Affen. Beim Hund sowohl wie beim Affen umfasst der Occipitallappen die Sehsphäre, während derjenige Rindenteil, der zwischen den motorischen Zentren und der Sehsphäre liegt, nach H. Munk der Augenfühlsphäre entspricht. Es fragt sich nun, wie der Lidreflex nach Exstirpation dieser Teile sich gestaltet. Diese Frage ist von um so grösserem Interesse, als schon in den einleitenden Ausführungen gezeigt worden ist, dass die vorliegenden Versuche nach dieser Richtung hin zum Teil sich unvermittelt gegenüberstehen, zum Teil noch gar keine Aufklärung geliefert haben.

Die reflektorischen Lidbewegungen beim Hunde stellen sich auf Berührung etwa unter gleichen Verhältnissen ein, wie beim Kaninchen. Nur sind sie beim Hunde wesentlich leichter auszulösen. Während beim Kaninchen die zarte Berührung des Lidrandes öfters ohne Wirkung bleibt, löst sie beim Hunde immer sehr energische Blinzelbewegungen bzw. Lidschluss aus. Das Unterlid ist beim Hunde empfindlicher als das Oberlid, und vom Unterlid ist wiederum die mediale Hälfte empfindlicher als die laterale. Als der empfindlichste Teil des Lides stellt sich der Lidrand, namentlich der innere Lidwinkel dar. Die Conjunctiva ist wesentlich unempfindlicher als die Lidhaut und nimmt vom Hornhautrande nach der Peripherie hin an Empfindlichkeit ab. Sehr empfindlich ist wiederum die Cornea. Die Verhältnisse liegen also hier ähnlich wie beim Menschen, von dem W. A. Nagel¹⁾ die Empfindlichkeit der Bindehaut und der Hornhaut für taktile und thermische Reize genau bestimmt hat.

Bönsel²⁾ machte schon darauf aufmerksam, dass selbst die Berührung in weiterer Umgebung des Auges, nämlich die Berührung der Wange und der Schnauze beim Hunde Lidbewegungen hervorruft, und Hitzig³⁾ hat, wie wir gesehen haben, für die Lidbewegungen beim Reiben der Hundeschnauze sogar einen neuen Namen „Nasenslidreflex“ eingeführt. Ich möchte noch hinzufügen, dass nicht nur die Umgebung des Auges nach der Wangenseite hin, sondern auch nach hinten, nach der Kopfseite für reflektorische Lidbewegungen erregbar ist. Etwa bis zur Mitte des Schädels kann durch mehr oder weniger starke Berührung der Haut bei vielen Hunden Lidschluss erzeugt werden. Die Lidbewegungen nehmen um so mehr

¹⁾ W. A. Nagel, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. LIX. S. 563.

²⁾ Loc. cit.

³⁾ Loc. cit.

ab und sind um so schwerer auszulösen, je weiter der Hautreiz vom Auge entfernt ist.

Zu den auf Trigeminiisreizung sich einstellenden reflektorischen Lidbewegungen sind auch die Blinzelbewegungen zu rechnen, die Exner und Paneth bei Reizung der Dura beobachtet haben¹⁾. Diese Autoren stellten nämlich am Hunde fest, dass die Lider des Hundes bei elektrischer wie mechanischer Reizung der Dura auf der gleichen Seite zuckten; bei stärkerer Reizung wurden auch Bewegungen der Gesichtsmuskeln, schliesslich auch der Körpermuskulatur sowie Schreien des Tieres beobachtet. Die Beobachtung fiel den genannten Autoren um so mehr auf, als sie bei Reizung des corticalen Facialiszentrums mit schwachen Strömen vorzugsweise Lidbewegungen auf der gekreuzten Seite erhielten. Eine Erklärung für diesen Reflex haben die Autoren nicht gegeben. Berücksichtigt man aber die ausserordentlich leichte Auslösbarkeit des Blinzelreflexes beim Hund durch Reizung des Trigeminus und zwar nicht nur derjenigen Äste, welche das Auge und die Lider versorgen, sondern fast sämtlicher Trigeminiisausbreitungen, berücksichtigt man ferner die besonders intensive Versorgung der Dura mater durch den Trigeminus, so wird das Auftreten des gleichseitigen Blinzelreflexes bei Reizung der Dura auf diesem Wege sehr wohl verständlich.

Gegenüber der prompten Lidschlussreaktion auf Berührung ist das Verhalten des Hundes bei Belichtung sehr auffallend. Während beim Kaninchen die Blendung im Gegensatz zur Berührung ganz besonders den Lidreflex hervortreten lässt, sieht man beim Hunde auf Belichtung nur sehr selten Blinzelbewegungen entstehen. Die Belichtung bleibt aber auf den Hund durchaus nicht wirkungslos, im Gegenteil dieselbe scheint ihm äusserst unangenehm zu sein, denn jedesmal, wenn der brennende Magnesiumstreifen seinen Augen genähert wird, reisst er die Augen auf, macht heftige Scheubewegungen mit dem Kopf und sucht sich von der ihn haltenden Hand zu befreien. Da diese intensiven Abwehrbewegungen beim Hunde sofort eintreten, sobald das Magnesiumlicht sein Auge trifft, wird der Eindruck hervorgerufen, als ob die Scheubewegungen die Blinzelbewegungen an Intensität überwiegen, und als ob das Aufreissen der Lider es gar nicht erst zu einem Lidschluss kommen lässt.

Die Beobachtungen über die reflektorischen Lidbewegungen des Hundes decken sich mit denjenigen Hitzigs, während sie zu den Fest-

¹⁾ Loc. cit.

stellungen von Luciani und Sepilli in einem gewissen Gegensatz stehen. Letztere Autoren machen nämlich darauf aufmerksam, dass die Belichtung mit Kerzenlicht leichter bei dem Hunde eine Reaktion auslöst, als eine Drohbewegung mit der Hand, was ohne weiteres zuzugeben ist, beschreiben aber gleichzeitig mit den Scheubewegungen des Kopfes ein Auftreten von Blinzelnbewegungen. Diese habe ich indes, wie schon gesagt, auf Magnesiumbelichtung nur ausnahmsweise beim Hunde feststellen können.

Die von mir angestellten Untersuchungen über Ausfallserscheinungen von Blinzelnbewegungen nach Exstirpation bestimmter Rindenteile beziehen sich auf fünf Hunde. Denselben wurde teils einseitig, teils auf beiden Seiten die Augenfühlsphäre entsprechend den von H. Munk festgelegten Grenzen exstirpiert, bzw. der Occipitallappen ganz oder zum grössten Teile entfernt. Bei zwei von diesen Tieren war die Augenfühlsphäre zu dem Zwecke entfernt worden, um Pupillenveränderungen festzustellen. Es fehlen bei diesen Tieren genaue Protokolle über Störungen des Lidreflexes, doch stimmen die in bezug auf letztern Punkt gelegentlich gemachten Beobachtungen mit den genauer festgelegten Ausfallserscheinungen der andern Hunde überein. Ein Hund, bei dem die Augenfühlsphäre entfernt war, und bei dem gleichfalls Störungen des Lidreflexes auftraten in konformer Weise wie an den letztern Tieren, starb sehr bald nach der Operation. Die genau beobachteten Fälle sind folgende:

Hund 1. (Mittelgrosses Tier.)

1. X. Links Exstirpation der Augenfühlsphäre und der anliegenden Sehsphäre.

2. X. Rechts starke Herabsetzung der Reflexempfindlichkeit der Augenlider. Leichte Berührung bleibt ohne Effekt, während links auf dieselbe Berührung hin starkes Zukneifen der Lider, bzw. Blinzeln erfolgt. Bei etwas stärkerer Berührung der rechten Lider kommt es auch hier zu reflektorischen Bewegungen, doch fallen dieselben weniger intensiv aus, als links. Die Belichtung mit Mg ist rechts ohne jeden Effekt, links dagegen scheut der Hund auf Mg, aber nur in den seltensten Fällen verbinden sich mit diesem Scheuen kleine Blinzelnbewegungen. Der Hund stösst ferner auf der rechten Seite an und reagiert nicht auf Handbewegungen vor dem rechten Auge.

4. X. Die Herabsetzung des Blinzelnreflexes ist rechts gegenüber links bei Berührung der Haut in weiter Ausdehnung derselben vom Auge, besonders aber nach der Nasenseite hin festzustellen.

7. X. Status idem. Die reflektorische Lidbewegung bei zarter Berührung ist gewöhnlich immer einseitig, die manchmal am andern Auge auftretenden Mitbewegungen sind von wesentlich geringerer Intensität.

11. X. Links Scheuen und Zukneifen der Lider bei Drohung mit Finger, rechts nicht vorhanden, rechts $\text{Re(S)} < \text{links}$.

18. X. Rechts $\text{Re(S)} < \text{links}$.

Bei zarter Berührung Hitzigs Nasenlidreflex links vorhanden, rechts nicht. Auf Mg links kräftiges Scheuen des Kopfes, rechts nur sehr wenig vorhanden. Beiderseits keine Lidreaktion.

24. X. Rechts Re(S) nur wenig $< \text{links}$.

Beiderseits auf Mg Scheuen des Kopfes. Bei Verbinden des linken Auges bleibt der Hund stehen und ist selbst durch Schläge nicht von der Stelle fortzubringen. Tut er es schliesslich doch, so stösst er häufig an. Bei Bewegung eines Stückchens Brot vor dem rechten Auge folgt er demselben nur, wenn es in den peripheren Teilen der nasalen Gesichtshälfte erscheint.

30. X. Rechts Re(S) noch weniger $< \text{links}$, als am 24. X.

Rechts auf Drohungen mitunter Scheuen, häufig ohne Reaktion, links dagegen tritt auf Bewegungen der Hand immer Scheuen ein.

Enucleation des linken Auges.

31. X. Der Hund verhält sich wie ein normaler.

8. XI. Rechts Re(S) nur noch sehr wenig $< \text{links}$. Er scheut jetzt in normaler Weise auf Mg, dagegen keine Spur eines Lidreflexes.

22. XI. Rechts Re(S) immer noch etwas $< \text{links}$. Auf Mg Scheuen, keine Lidbewegung. Hund getötet.

Sektion: Links obere Schichten der Augenfühlsphäre vollständig, diejenige des Occipitallappens zum grossen Teil entfernt; der hintere Rand des letztern in der Ausdehnung von nahezu 1 cm intakt.

Hund 2 (junger mittelgrosser).

Auf Mg Scheuen, sehr selten Blinzelbewegungen.

7. X. Links Exstirpation der Augenfühl- und Sehspäre. Danach rechts $\text{Re(S)} < \text{links}$.

9. X. Hund sehr empfindlich, schwer zu untersuchen. Die Empfindlichkeit ist beiderseits stärker als vor der Operation.

17. X. Hund noch immer sehr empfindlich. Rechts Re(L) gute Pupillenverengung, kein Scheuen. Nach längerer Belichtung leichtes Zucken des Oberlides. Links nur Scheuen, keine Lidkontraktion.

28. X. Rechts Re(S) etwas $< \text{links}$. Rechts Re(Mg) kein Scheuen, nach einiger Zeit aber Lidkontraktion. Links Re(Mg) nur Scheuen.

31. X. Blinzeln bei Drohbewegungen mit der Hand in allen Richtungen vor dem linken Auge, rechts nur bei Bewegungen, die von der äussersten Nasenseite herkommen.

Rechts Re(Mg) guter Lidschluss, kein Scheuen.

Rechts Re(S) nur Spur $< \text{links}$.

Rechts Exstirpation des Occipitallappens. Danach beiderseits Re(S) besser als vor der Operation, aber Re(S) links $> \text{rechts}$.

1. XI. Hund vollständig blind, stolpert über alle im Wege stehenden Gegenstände.

Rechts Re(Mg) prompter Lidschluss, kein Scheuen.

Links Re(Mg) kein Lidschluss, kein Scheuen, gute Pupillenverengung.

8. XI. Hund völlig blind.

Rechts Re(Mg) wie am 1. XI.

Links Re(Mg) etwas Blinzeln, kein Scheuen.

21. XI. Rechts Re(S) etwas < links. Beiderseits Re(Mg) deutlicher Blinzelflex, kein Scheuen. Hund nach wie vor völlig blind, stösst an alle Hindernisse, Reaktion auf drohende Handbewegungen beiderseits nicht vorhanden.

Die Schädelücke wird jetzt links erweitert, und nach Abpräparierung der mit dem Gehirn festverwachsenen Dura ein frontal gestelltes Messer in der Richtung von aussen oben nach innen unten bis zur Basis durchgestossen; vermittels dieses wird der vordere Hirnteil von dem hintern abgetrennt. Zunächst ist links Re(S) = 0, zehn Minuten später ist links durch Berührung des Lidrandes ein deutlicher, wenn auch schwacher Lidschluss zu erzielen, der bei Berührung der Hornhaut ausbleibt. Beiderseits Re(Mg) prompt. Eine Stunde nach der Operation ist links Re(S) besser, aber noch immer bleibt die kräftige Berührung der Hornhaut ohne jeden Erfolg. 24 Stunden später wird beiderseits bei starker Berührung der Lider sehr starkes Blinzeln hervorgerufen. Jetzt kommt es links auch beim Berühren der Hornhaut zum Lidschluss, wenn die Empfindlichkeit der Hornhaut links gegenüber rechts noch immer herabgesetzt erscheint.

Links Re(Mg) <. Linke Pupille eng, ob linke Pupille Re(Mg) noch vorhanden, nicht sicher zu entscheiden.

Rechts Re(Mg und S) = normal.

Das Tier wird getötet.

Sektion: Rechts Occipitallappen entfernt bis auf kleine medialwärts und vorne stehende Reste. Links fehlt die Hirnrinde in ganzer Ausdehnung der Augenfühl- und Sehsphäre bis zu den subcorticalen Ganglien; diese intakt. Der Schläfenlappen ist in seinen seitlichen Partien durchtrennt und ebenso der Hirnschenkel bis zur Medianlinie vor dem Austritte des Oculomotorius.

Bevor wir auf eine Erörterung dieser Protokolle eingehen, mag noch in Kürze der Beobachtung an einem Affen Erwähnung geschehen. Bei diesem Tiere war behufs Feststellung von Pupillenveränderung ein Gyrus angularis und der anliegende Teil des Occipitallappens entfernt. Man konnte nun mehrere Wochen lang nach dieser Operation, solange der Affe beobachtet wurde, eine deutliche Herabsetzung des Lidreflexes bei Berührung auf der entgegengesetzten Seite feststellen. Zarte Berührung der Conjunctiva, die auf der Seite der Operation einen Lidschluss bedingte, ergab auf der entgegengesetzten Seite ein negatives Resultat. Und bei kräftigerer Berührung waren die Lidkontraktionen viel intensiver, als diejenigen des entgegengesetzten Auges, wenn dessen Conjunctiva von der gleichen Berührung getroffen wurde. Da der Affe auf dem gekreuzten Auge einen temporalen Gesichtsfelddefekt hatte, so war es möglich, innerhalb dieses Defektes die zugespitzte Feder der Hornhaut vorsichtig

zu nähern und auf diese Weise einen leichten Druck auszuüben, ohne dass an den Lidern die geringste Bewegung zu bemerken war, während auf dem gleichseitigen Auge die zarteste Berührung der Hornhaut stets einen sehr prompten Blinzelreflex zur Folge hatte.

Die Beobachtungen am Hunde und Affen lehren somit, dass die Exstirpation der von H. Munk bei diesen Tieren festgestellten corticalen Augenfühlsphäre eine dauernde Abschwächung des auf Berührung sich einstellenden Lidschlussreflexes der entgegengesetzten Seite hervorruft. Diese Abschwächung ist unmittelbar nach der Operation am deutlichsten und nimmt mit der Zeit immer mehr ab, lässt sich aber auch noch wochenlang nach der Exstirpation nachweisen. Die Abschwächung des Reflexes macht sich in gleicher Weise, wie beim Kaninchen und der Taube, durch eine weniger leichte Auslösbarkeit desselben und durch schwächere Lidbewegungen geltend. Ob an dieser Abschwächung des Lidreflexes die Schädigung der sensorischen Zentren einen grössern Anteil hat, als eine solche der motorischen, soll hier nicht weiter untersucht werden. Dass die Abschwächung des Lidreflexes nicht von einer Shockwirkung abhängt, geht, wie schon beim Kaninchen hervorgehoben ist, daraus hervor, dass sie auf der gekreuzten und nicht auf der operierten Seite auftritt. Die längere Beobachtung der Hunde rechtfertigt diese Annahme um so mehr. Desgleichen ist das allmähliche Schwinden der Abschwächung der Reflexe, wie wir dies schon beim Kaninchen gesehen haben, von einer kompensierenden erhöhten Reflexerregbarkeit der subcorticalen Ganglien abhängig zu machen.

Auch das Verhalten der Hunde auf grelle Belichtung vor und nach der Exstirpation des Occipitallappens, das zunächst ausserordentlich auffällt, erscheint bei näherer Betrachtung verständlich. Zunächst muss betont werden, dass die Belichtung beim Hunde nur in sehr geringer Weise zu Lidbewegungen anregt, dass aber anderseits durch die Belichtung intensive Scheubewegungen hervorgebracht werden. Es war daher schon oben darauf hingewiesen, dass diese intensive Scheubewegung, dass vornehmlich das Aufreissen der Lidspalten sehr wohl geeignet sind, die eventuell eintretenden reflektorischen Lidbewegungen zu verdecken. Anders muss natürlich das Verhalten sein, wenn die Scheubewegungen fortfallen. Das geschieht z. B. nach der Exstirpation beider Occipitallappen, wenn der Hund blind geworden ist. Und in der Tat sehen wir dann auf beiden Augen bei Belichtung mit der Zeit sich deutliches Blinzeln einstellen. Dass es aber gar nicht erst zu vollständiger Blindheit kommen muss,

um durch Belichtung den Lidreflex hervorzurufen, beweist der Umstand, dass auch schon die Exstirpation eines Occipitallappens zu demselben Resultat führt. Der Hund ist zwar nicht auf dem gekreuzten Auge völlig erblindet, aber sein Sehvermögen doch so geschwächt, dass eine intensive Belichtung nicht mehr das lästige Gefühl wie vor der Operation in ihm hervorruft.

Es fragt sich nun, wie es kommt, dass ein deutlicher Lidreflex auf (Mg) sich gewöhnlich nicht sofort, sondern erst einige Zeit nach der Exstirpation des Occipitallappens einzustellen pflegt. Bei dem ersten Hunde war er selbst nach vier Wochen noch nicht nachweisbar. Bei dem zweiten fing er an, sich nach zehn Tagen bemerkbar zu machen, und bei dem Goltzschen Hunde ohne Grosshirn wurde er erst nach fünf Monaten konstatiert. Nun haben wir aber gesehen, dass sowohl nach der Exstirpation der ganzen Hemisphäre, als auch beim Hunde nach der Exstirpation bestimmter Rindenteile die Reflexerregbarkeit der subcorticalen Ganglien mit der Zeit immer mehr zunimmt. Es leuchtet daher ein, dass ein Impuls, der unter normalen Umständen nicht im stande ist, das Reflexzentrum zur Tätigkeit anzuregen, bei stärkerer Erregbarkeit dieses Zentrums in viel intensiverer Weise auf die zentrifugale Bahn einwirkt und so einen deutlichen Effekt erzielt. Wenn Bönsel nach der Entfernung beider Occipitallappen gerade am Tage der Operation einen besonders deutlichen Blinzelreflex durch Belichtung auslöste, so dürfte es sich hier um eine erhöhte Erregbarkeit der subcorticalen Ganglien handeln, die sich im Anschluss an eine sehr eingreifende Gehirnoperation für kurze Zeit öfters einzustellen pflegt. Mit dem Schwinden der Reizung lässt auch die Reflexerregbarkeit nach, was auch in dem Falle von Bönsel zutraf.

Überhaupt spielt das Allgemeinbefinden des Tieres für die Auslösung von Lidreflexen eine grosse Rolle. Je nach dem wechselnden Zustand desselben kommt es mehr oder weniger leicht zu reflektorischen Lidbewegungen. Schon das Aufspannen des Tieres ist im stande, die Reflexerregbarkeit desselben herabzusetzen. Noch mehr leidet die Re während der Operation selbst. Auf diese beiden Momente dürfte auch die Beobachtung Bönsels zurückzuführen sein, dass die spontanen Blinzelbewegungen nach Öffnung des Schädels, ohne dass die Dura gespalten war, an Zahl zurückgingen. Bönsel zog allerdings eine andere Schlussfolgerung daraus. Er meinte nämlich, dass der Occipitallappen Hemmungszentren für den Lidreflex einschliesse, und sah diese Annahme dadurch bestätigt, dass eben

nach Exstirpation beider Occipitallappen der vorher fehlende Blinzelreflex auf Mg auszulösen war. Dass aber nach Öffnung des Schädels eine Verringerung der spontanen Blinzelbewegungen auf die Beeinträchtigung eines bestimmten Hirnteiles zurückzuführen ist, geht unmöglich an; anderseits haben wir gesehen, dass die Abtragung des Occipitallappens sehr wahrscheinlich den Blinzelreflex auf Belichtung nicht deshalb bedingt, weil die im Occipitallappen vorhandenen Hemmungszentren vernichtet werden, sondern weil der Hund keine oder nur geringe Gesichtsempfindungen erhält.

Die schnelle Wiederherstellung der reflektorischen Lid- und Scheubewegungen auf Drohen mit der Hand nach Exstirpation einer Sehsphäre und des gleichseitigen Auges beim Hunde 1 dürfte sowohl auf die restierenden Reste des Occipitalhirns als auch auf die beim Hunde zahlreichen ungekreuzten Optikusfasern zurückzuführen sein. Die Möglichkeit indes, dass hier wie bei der Taube durch Vermittlung der Kommissurenfasern die gesunde Hemisphäre für das Sehen in Anspruch genommen wird, ist nicht auszuschliessen.

Die Beobachtung am Affen ist den Beobachtungen am Hunde ganz analog. Sie ist ferner ein Beispiel für die von H. Munk gefundene Tatsache, dass im Gyrus angularis die Gefühlsempfindungen des Auges und seiner Anhangsorgane lokalisiert sind. Lässt sich aber einerseits an dieser Auffassung, die durch genügende Beweise als Tatsache festgelegt ist, nicht zweifeln, so erscheint das weniger der Fall zu sein in bezug auf die Munksche Auffassung, dass der Gyrus angularis gleichzeitig die Zentren der willkürlichen Augenbewegungen umschliesst. Schon in meiner Arbeit über die Beziehungen „zwischen Grosshirnrinde und Pupille“ habe ich in Übereinstimmung mit englischen und im Gegensatz zu andern Autoren, von denen ich aus letzterer Zeit noch die Reizversuche Bernheimers¹⁾ hervorhebe, betont, dass elektrische Reizung von diesem Teile der Hirnrinde wesentlich weniger leicht zu Bewegungen der Augen führte, als vom Nackenzentrum aus. Ferner ergibt die einseitige bzw. beiderseitige Exstirpation dieser Partie, wie insbesondere aus den Versuchen H. Munks²⁾ hervorgeht, relativ nur sehr selten Strabismus der Augen. Die Reizungs- und Exstirpationsversuche lassen sich daher mit der Annahme nicht gut in Einklang bringen, nach welcher

¹⁾ Bernheimer, Sitzungsber. d. Kaiserl. Akademie d. Wissensch. Wien 1899. Bd. CVIII. S. 299.

²⁾ Loc. cit.

vom Gyrus angularis aus eine willkürliche Bewegung der Augen stattfindet. In diesem Falle wäre ständig eine Stellungsanomalie der Augen zu erwarten.

Dass ein Verlust des Augenmuskelgefühls auf die Stellung der Augen sowohl als auch auf die Tiefenlokalisation von im Raum gesehenen Gegenständen einen grossen Einfluss besitzt, ist eine nicht zu bestreitende Tatsache. Die Schilderung H. Munks, dass ein Affe, dem beide Gyri angulares entfernt sind, einerseits manchmal schielt, anderseits beim Greifen mit der Hand oder dem Maule nach Gegenständen vor oder hinter den Gegenstand greift, ist daher sehr wohl verständlich. Nicht ebenso verständlich aber ist es, dass ein solches Tier — eine Intaktheit der Extremitätensphären vorausgesetzt — beim Fassen von Reiskörnern die Handflächen und nicht die Fingerspitzen benutzt, oder dass es überhaupt auf das Fassen mit der Hand verzichtet und den Gegenstand mit dem Maul zu erlangen sucht. Denn angenommen, der Affe schielt, so ergreift er den Gegenstand, nach dem er trachtet, oder er fasst nach dem virtuellen Bilde, das dem Schielauge entspricht, oder er greift gleichzeitig nach beiden. Lokalisiert er aber infolge falschen Muskelgefühls die Gegenstände falsch, so greift er eben, wie Munk dies anschaulich schildert, vor oder über dieselben hinaus. Warum der Affe infolge falscher Tiefenlokalisation die Handflächen benutzen, oder überhaupt ganz auf seine Hände zum Fassen verzichten soll, ist nicht erfindlich. Da H. Munk selbst erwähnt, dass die Exstirpation der Gyri angulares nicht rein ausfällt, so ist vielleicht die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass doch eine leichte Schädigung der vordern Extremitätenzentren vorgelegen hat. Diese Schädigung braucht bei den feinern Kratz- und Kletterbewegungen, die H. Munk für deren Intaktsein anführt, gar nicht aufzufallen, kann aber trotzdem bei den Greifbewegungen zum Vorschein kommen. Denn bei den Kratz- und Kletterbewegungen wird eine Unmasse feinsten zentripetaler sensibler Erregungen ausgelöst, welche auf die Bewegungen regulierend einwirken, die aber bei den willkürlichen Greifbewegungen fehlen.

Kurze Betrachtung über die reflektorischen Lidbewegungen beim Menschen.

Im Anschluss an die experimentellen Beobachtungen der reflektorischen Lidbewegungen beim Kaninchen, der Taube, dem Hund und dem Affen soll hier noch kurz auf die Lidreflexe des Menschen

eingegangen werden. In ähnlicher Weise, wie aus den Versuchen am Tier, wird hier Aufschluss zu erwarten sein aus der Betrachtung eines möglichst grossen pathologischen Materials. An dieser Stelle sollen nur einige Beobachtungen über den normalen Lidreflex des Menschen erörtert werden.

Die spontanen Blinzelbewegungen sind bei verschiedenen Menschen an Zahl sehr verschieden. Abgesehen von einer mehr oder weniger grössern Empfindlichkeit, welche das Auftreten derselben beeinflusst, sind sie in frühester Jugend wesentlich weniger zahlreich als im zunehmenden Alter. In höherem Alter nehmen sie dann gewöhnlich wieder ab. Bei einer peripheren Trigemiusreizung, also insbesondere bei äussern Augenerkrankungen werden die Blinzelbewegungen ganz wesentlich vermehrt, sie schwinden aber auch nicht vollständig bei totaler Trigemiuslähmung. Aus diesem Grunde geht es nicht an, ihre Entstehung ausschliesslich auf Reizung des Trigemius zurückzuführen, sondern es steht zu vermuten, dass durch die Einübung seit frühester Kindheit die Orbiculariszuckungen von selbst, gewissermassen automatisch zu stande kommen.

An den spontanen Blinzelbewegungen des Menschen ist meist nur das Oberlid beteiligt, sehr selten auch ein wenig das Unterlid. Bei den Tieren dagegen ist die Bewegung des Unterlids während des Blinzels mehr ausgesprochen, namentlich bei der Taube sind die letztern fast ebenso intensiv als die Bewegungen des Oberlides. Bei den Lidschlussbewegungen auf Berührung kommt es aber auch beim Menschen zum kräftigen Lidschluss, an dem beide Lider gleichmässig beteiligt sind.

Die Blendung ruft beim Menschen entweder typische Blinzelbewegungen hervor, oder sie führt eine Verkleinerung der Lidspalten herbei, bei welcher die Hebung des Unterlides ganz besonders auffällt; bei intensiver Blendung kommt es zu kräftigem Lidschluss. Bei längerer Dauer der Blendung entsteht eine dauernde Verkleinerung der Lidspalte, die in erster Linie durch eine Hebung des Unterlides herbeigeführt wird.

Abgesehen von diesen Bewegungen kann man bei seitlicher Beleuchtung noch einen andern Reflex beobachten. Wird nämlich das Auge eines Menschen durch den Fokus einer vermittle eines Konvexglases gesammelten Petroleum- oder Gasglühlichtflamme erhellt, so bleiben beide Lider entweder ruhig, oder es treten die beschriebenen Blinzelbewegungen bzw. eine Verkleinerung der Lidspalte ein. Sehr häufig aber sieht man nun das untere Lid eine kleine zuckende

Bewegung ausführen, ohne dass sonst irgend eine Bewegung an den Lidern sichtbar wird. Diese Bewegung ist besonders dadurch charakteristisch, dass sie sich hauptsächlich im medialen Teile des Unterlides bemerkbar macht, indem dieses samt dem untern Tränenpunkt ein wenig gehoben wird; öfters wird auch nur auf der Haut eine leichte undulierende Bewegung bemerkbar. Entfernt man die Lichtquelle schnell, so wiederholt sich öfters die erste Bewegung, nur dass die Wiederholung dann schwächer ausfällt. Die zuckende Bewegung des Unterlides verbindet sich nicht selten mit einer typischen Blinzel- oder Lidschlussbewegung. Wiederholt man in möglichst schnell aufeinanderfolgenden Intervallen die Belichtung, so werden die Zuckungen immer schwächer und bleiben nicht selten schon nach der zweiten oder dritten Bewegung ganz aus. Es bedarf dann schon einer längern Pause, um sie wieder zum Vorschein zu bringen.

Die eben beschriebene Zuckung des Unterlides tritt bei fokaler Beleuchtung schneller ein, als die Pupillenverengerung. Sie findet fast immer auf beiden Seiten gleichmässig statt, mitunter auf der belichteten stärker als auf der unbelichteten. In einigen Fällen aber überrascht es, dass sie auf dem gekreuzten Auge intensiver ausgesprochen ist, als auf dem gleichseitigen. Nach ungefährrer Schätzung kommt die beschriebene Lidzuckung etwa bei einem Drittel aller Menschen zur Beobachtung. Sie ist im jugendlichen Alter am leichtesten auszulösen, während sie im frühen Kindes- und höhern Alter relativ seltener beobachtet wird. Die Lidzuckung macht den Eindruck einer (vom Bewusstsein vollständig unabhängigen) typischen Reflexbewegung, während die typischen Blinzel- und Lidschlussbewegungen auf Blendung mehr das Aussehen von bewussten Abwehrbewegungen haben. Ob aber die letztern auf dem Wege über die Hirnrinde zu stande kommen, während die erstere durch subcorticale Reflexzentren vermittelt wird, bleibe dahingestellt.

Die auffallende Tatsache, dass die Lidzuckungen auf dem entgegengesetzten Auge manchmal stärker ausfallen als auf dem gleichseitigen, könnte — die subcorticale Natur dieses Reflexes als tatsächlich vorausgesetzt — zu der Annahme führen, dass in diesen Fällen das nicht gekreuzte Optikusbündel stärker vertreten ist, als das gekreuzte. Wir würden dann gewissermassen im umgekehrten Sinne ein Analogon zu der von Eickhard¹⁾ am Kaninchen gemachten Beobachtung haben, nach welcher nach vorausgegangener Durch-

¹⁾ Loc. cit.

schneidung des Tractus opticus die Belichtung des gekreuzten Auges mitunter leichtes Lidzucken an dem entgegengesetzten zur Folge hat.

Die Zuckung des Unterlides bei fokaler Belichtung dürfte im allgemeinen als der erste Grad der auf Belichtung sich einstellenden reflektorischen Lidbewegungen aufzufassen sein, während die Blinzel- und Lidschlussbewegungen die weiteren Grade der letztern darstellen.

Die in dieser Arbeit gemachten Ausführungen kurz und im wesentlichen zusammengefasst, ergeben folgendes Resultat:

1. Der Lidschlussreflex auf Berührung ist an zwei Zentren gebunden, an ein corticales und an ein subcorticales. Eine Bestimmung der corticalen Lage dieses Zentrums ist für das Kaninchen wie die Taube zurzeit noch nicht vorhanden, beim Hund und Affen entspricht die Lage der von H. Munk angegebenen Augenfühlsphäre. Nach Exstirpation dieser Hirnteile beim Hund und Affen bzw. der ganzen Hemisphäre beim Kaninchen und der Taube ist der Reflex auf der entgegengesetzten Seite herabgesetzt. Die Herabsetzung zeigt sich in einem Versagen des Reflexes auf feine Berührung, in schwächern Lidkontraktionen und in einer Verlängerung der refraktären Phase bzw. schneller Ermüdbarkeit der Reflexempfindlichkeit. Mit der Zeit schwindet die Herabsetzung des Reflexes mehr und mehr und zwar infolge einer gesteigerten Erregbarkeit des subcorticalen Reflexzentrums.

2. Der Lidschlussreflex auf etwas kräftigere Berührung erfolgt im Gegensatz zu demjenigen auf zarte Berührung durch Vermittlung des subcorticalen Reflexzentrums. Das Zentrum liegt beim Kaninchen in den hintern Schichten der Brücke oder in den vordern Partien der Medulla. Eine Schädigung an dieser Stelle vernichtet oder schwächt den Reflex auf der Operationsseite, während im Gegensatz hierzu die Exstirpationen der Hemisphäre oder der Augenfühlsphäre den Reflex auf der entgegengesetzten Seite schwächen.

3. Beim Kaninchen und der Taube ist der Blinzelreflex auf grelle Belichtung ebenfalls subcorticaler Natur; der zentripetale Weg geht beim Kaninchen für diesen Reflex durch das Corpus genic. ext., unterhalb des vordern Vierhügels bzw. in den untersten Schichten desselben, an der Basis des Aquaeductus Sylvii und des vierten Ventrikels entlang bis in die Nähe des Facialiskernes.

4. Beim Hund ist der Blinzelreflex auf grelle Belichtung zunächst nicht sichtbar, da er höchstwahrscheinlich durch die Scheubewegungen verdeckt wird. Nach der Aufhebung oder Beeinträchtigung des Scheuens durch Entfernung der corticalen Sehspäre kommt

der Blinzelreflex durch Blendung zum Vorschein und bildet sich immer mehr aus.

5. Die Blinzel- und Scheubewegungen auf Drohungen mit der Hand gehen bei der Taube nach einseitiger Hemisphärenexstirpation vollständig verloren; sie kehren aber wieder, sobald das gleichseitige Auge enucleiert wird. Die Wiederherstellung wird nicht bedingt durch die etwa vorhandenen wenigen ungekreuzten Optikusfasern, noch die Lobi optici, sondern dadurch, dass die noch vorhandene Hemisphäre durch die Kommissurenfasern erregt wird. Beim Hunde hingegen dürfte nach denselben Eingriffen die Vermittlung des Sehens in erster Linie durch die ungekreuzten Optikusfasern zu stande kommen.

6. Beim Menschen macht sich auf Belichtung ausser dem Blinzeln und der Verkleinerung der Lidspalte nicht selten nur eine leicht zuckende Bewegung am Unterlid bemerkbar; dieselbe ist beiderseitig, häufig auf dem gleichen, mitunter aber auch auf dem entgegengesetzten Auge intensiver ausgesprochen. Es scheint, dass diese Bewegung auf rein subcorticalem Wege zu stande kommt, während der durch die Blendung bedingte typische Blinzelreflex durch Mitbeteiligung der Hirnrinde veranlasst wird.