

# Untersuchungen über das Grosshirnmark der Ungulaten.

Von  
**Kaspar Schellenberg**  
aus Zürich.

Hierzu Tafel IX—XII und 44 Figuren im Text.

## Einleitung.

Das Centralnervensystem der Vertebraten ist im Verlaufe der letzten Jahre in vergleichend-anatomischer Beziehung von zahlreichen Autoren eingehend studiert worden. Unter den Vertretern der niederen Tiere hat das Gehirn der Fische, Amphibien und Reptilien zahlreiche, unter den Choriaten haben einzelne Vertreter der Edentaten, der Cetaceen, der Rodentier, Insectivoren und Carnivoren mehr als einen Bearbeiter gefunden. Auch das Gehirn der Monotremen und Marsupialier ist neuerdings untersucht worden, desgleichen haben mehrere Forscher das Centralnervensystem der Primaten eingehend studiert. Vor allem ist das Gehirn des Menschen sowohl nach Formverhältnissen wie mit Rücksicht auf die Histologie und unter Anwendung der vergleichend-anatomischen Methode bearbeitet worden. Was dagegen die wichtige Ordnung der Ungulaten anbetrifft, so finden sich in der bisherigen Litteratur nur vereinzelte und im ganzen wenig in die Details dringende Arbeiten. Noch von keiner Seite hat diese wichtige, systematisch wohl begrenzte Tiergruppe bezüglich Form und Architektonik des Grosshirns in zusammenhängender Weise und mit modernen Untersuchungsmethoden eine Bearbeitung erfahren.

So habe ich mir die Aufgabe gestellt, das Grosshirn der Ungulaten an der Hand eines größeren Materials sowohl hinsichtlich der Oberflächenverhältnisse und der makroskopischen Beziehungen der Rinde zum Grosshirnmark als hinsichtlich der mikroskopischen Verhältnisse zu studieren. Letzteres geschah unter Anfertigung von lückenlosen Schnittserien durch das ganze Organ eines jeden Hauptvertreters dieser Tierordnung (Ziege, Schaf, Rind, Pferd,

Schwein). Ueberdies untersuchte ich 3 Ziegengehirne, die neugeboren an der Hirnoberfläche operiert wurden, und eines mit Enukleation eines Augapfels. Endlich unterwarf ich mehrere im hirnanatomischen Laboratorium aufbewahrte Schnittserien von operierten Katzen- und Hundehirnen einer eingehenden Revision und verglich ich diese Präparate mit den von mir verfertigten.

Bei der Bearbeitung dieses Gehirnmaterials ging ich von den bekannten, bei Carnivoren und beim Menschen festgestellten Verhältnissen aus und war bemüht, die einzelnen Windungsgruppen bei den Ungulaten nach ihrer phylogenetischen Entwicklung sowie in Bezug auf ihre Homologie einer sorgfältigen Betrachtung zu unterziehen.

Im ferneren unterwarf ich den Markkörper einer gründlichen vergleichend-anatomischen Untersuchung, da sich bis jetzt niemand für diese Frage verbreitet hat. Im Anschlusse hieran versuchte ich auch die Faserverhältnisse der übrigen Hirnteile und die Gestaltung der grauen Substanz hinsichtlich der bekannteren Regionen und Bahnen zu eruieren.

Nachstehende Arbeit wurde im hirnanatomischen Laboratorium hiesiger Universität unter Leitung von Herrn Prof. Dr. C. v. MONAKOW ausgeführt. An dieser Stelle ist es mir angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer für seine Bemühungen und sein reiches Interesse an dieser Arbeit den herzlichsten Dank auszusprechen.

### **Material und Technik.**

Die Beschaffung eines guten und frischen Untersuchungsmaterials war schwierig, nichtsdestoweniger gelangte ich im Verlaufe der letzten Jahre in den Besitz einer Anzahl zur Untersuchung geeigneter Objekte, teils aus meiner eigenen Praxis, teils aus dem anatomischen Institute der hiesigen Tierarzneischule. Ich bin dem Vorstande des Institutes, Herrn Prof. Dr. P. MARTIN, für die Ueberlassung von Gehirnen zu bestem Danke verpflichtet.

Die Gehirne wurden zuerst mit Rücksicht auf die Oberflächengestaltung studiert. Zu diesem Zwecke ging eine Härtung frischen Materiales in 10-proz. Formol, in chromsauren Salzen und in absolutem Alkohol voraus. Für makroskopische Untersuchung ist Behandlung der Stücke in Formol sehr zu empfehlen, einmal wegen der Eigenschaft dieses Mittels, dem Gewebe eine höhere Elasticität

zu verleihen, und sodann wegen der Fähigkeit, rasch in die Tiefe des Organs einzudringen.

Hierauf wurden die Gehirne in frontaler Richtung in Scheiben von 1—5 mm Dicke zerlegt. Es geschah dies mit Hilfe des GUDDEN'schen Mikrotoms. Nachher schritt ich zur Anfertigung von fortlaufenden Schnittserien durch normale und durch experimentelle Eingriffe vorbereitete Objekte. Die Härtung in Chromsalzen erforderte meist eine Zeitdauer von 2—3 Monaten; nachher wurden die Gehirne für kurze Zeit in fließendes Wasser gelegt, eingebettet und mittelst des GUDDEN'schen Mikrotoms unter Wasser geschnitten. Die Mehrzahl der Schnitte wurde in wässriger Karminlösung gefärbt<sup>1)</sup>. Einige Schnitte habe ich indessen auch nach PAL mit Karninnachfärbung tingiert. Die für feinere histologische Prüfung bestimmten Hirnteile wurden mittelst der NISSL'schen Methode behandelt. Die Färbung in Karmin geschieht in der von älteren Autoren empfohlenen Weise, wobei besonders Gewicht darauf zu legen ist, daß die Schnitte vor der Karminfärbung mit Alkohol nicht in Berührung kommen. Um ganz gute Färbung zu erhalten, muß jede Ueberhärtung vermieden werden, es empfiehlt sich auch, dünne Schnitte 1—3 Tage vor der Färbung in gewöhnlichem Wasser liegen zu lassen.

Im weiteren wurden die Gehirne der zur Untersuchung gelangten Tiere in toto in chromsauren Salzen gehärtet, hierauf in Scheiben von 3—5 cm Dicke zerlegt und diese in Celloidin eingebettet. Die nach WEIGERT und PAL gefärbten Schnittserien wurden mittelst des Schlittenmikrotoms geschnitten nach der üblichen Vor- und Nachbehandlung. Es wurde besonderes Gewicht darauf verlegt, die dicken Scheiben mit Celloidin vollständig zu durchtränken. Vor dem Schneiden wurden die Scheiben auf ein besonders angefertigtes Objektischchen aufgeklebt. Um jede

---

1) Ich habe alle Veranlassung, mit den Resultaten der Karminmethode, welche ich allen anderen neueren Methoden vorziehe, zufrieden zu sein, indem dieselbe die Färbung der Fasern wie der zelligen Elemente in hübschen Uebersichtsbildern zur Darstellung bringt.

Auch zur Färbung von Präparaten mit experimentell erzeugten sekundären Degenerationen ist diese Methode nach meinen Erfahrungen, wofür auch die Präparate im hiesigen Laboratorium sprechen, anderen elektiven Methoden bei weitem vorzuziehen, weil die sekundär entarteten Abschnitte grauer Substanz in veränderter Farbe und Schärfe mit allen ihren histologischen Details zum Vorschein kommen.

Aenderung der Schnittrichtung zu vermeiden und eine vollständig gleichmäßige Schnittserie zu erhalten, wurde das Schneiden des Blockes gewöhnlich in einer Sitzung beendet. Die der Reihe nach aufeinander gelegten und auf Klosettpapier aufgezogenen Schnitte ließ ich noch einige Tage in einer schwachen Lösung von Kalbichromic. liegen, bis ich eine Weiterbehandlung derselben vornahm. Die Markscheidenfärbungen geschahen sowohl nach WEIGERT und PAL als auch nach WOLTERS. Bei der Darstellung der Markfasern der Rinde war die WOLTERS'sche Methode den anderen entschieden überlegen.

Versuchsweise fanden auch die Osmiummethode nach HELLER und die MALLORY'sche Hämatoxylinfärbung Anwendung. Metallimprägnationen habe ich nicht angewendet.

Für die Wiedergabe der feineren Form- und Strukturverhältnisse der Ganglienzellen leistete die NISSL'sche Methylenblaumethode ausgezeichnete Dienste. Die verschiedensten Hirnteile von sämtlichen zur Untersuchung gezogenen Tieren wurden nach dieser Methode studiert.

Von der Benützung der MARCHI'schen Methode habe ich bei den operierten Tieren Umgang genommen, weil bei dieser Methode nur die Entartung der Fasern zur Darstellung gebracht wird, nicht aber diejenige der grauen Substanz, ich aber vor allem gerade die sekundäre Degeneration der letzteren zu studieren beabsichtigte. Zudem hatten die Tiere nach der Operation zu lange gelebt, auch waren sie zu jung operiert worden, als daß die genannte Methode mit genügendem Erfolg hätte angewendet werden können.

Die Zeichnungen wurden mit Hilfe des Pantographen entworfen, einem einfachen Apparat, der sich hauptsächlich zur Wiedergabe der größeren Formverhältnisse der makroskopischen Serien für diese Zwecke sehr praktisch erwiesen hat. Schemata habe ich nur entworfen, um die Oberfläche der Hemisphären übersichtlich wiederzugeben, im übrigen aber absichtlich gemieden und mich an die Art und Weise der Reproduktion gehalten, wie sie im Werke von DEJERINE (11) durchgeführt wurde. Die Figuren sind, wo nichts anderes bemerkt ist, in natürlicher Größe wiedergegeben, auch habe ich mich daher auf die zum Verständnis der von mir im Texte behandelten anatomischen Verhältnisse unbedingt nötigen Details im Bilde beschränkt.

Die Ergebnisse meiner Arbeit lege ich in nachbezeichneten zwei Hauptabschnitten nieder:

I. Morphologie der Großhirnoberfläche und des Großhirnmarkes im Allgemeinen.

II. Aufbau und Beziehungen des Großhirnmarkes zur Hirnrinde und zu den infracorticalen Regionen.

### I. Theil.

## Morphologie der Großhirnoberfläche und des Großhirnmarkes im Allgemeinen.

Die Oberfläche des Großhirnes der Ungulaten zeigt bekanntlich gyrencephalen Typus. Die Furchen und Windungen verraten hier eine Form und Anwendung, die selbst von denen nahestehender Tierordnungen, z. B. der Carnivoren, wesentlich verschieden ist.

### Historisches.

Auf den eigenartigen Bau der Gehirnoberfläche der Ungulaten hatte bereits CUVIER (8) hingewiesen, der das bezügliche Verhalten bei mehreren Ordnungen studiert hatte.

Eingehendere vergleichend-anatomische Untersuchung über die Großhirnoberfläche verdanken wir zunächst OWEN (57, 58). Dieser ging von dem durch seine einfachen und regelmäßigen Furchen ausgezeichneten Felidengehirn aus und prüfte hierauf die Oberflächenverhältnisse nahestehender Tierordnungen. Als erster benannte er die Windungen und Furchen (deren er 45 unterschied). Er teilte die Furchen und Windungen in primäre und sekundäre ein. Zur Aufklärung der furchenreichen Gehirne der Ungulaten ging er in vergleichend-anatomischer richtiger Weise von den einfachsten Verhältnissen, wie sie bei *Tragulus* und *Hyrax* bestehen, aus.

In noch umfassenderer und ausführlicherer Weise behandelte LEURET (41) die Windungen der Hauptvertreter der Säugetiere. Er klassifizierte nach der Windungsanordnung (Aufstellung von 14 Gruppen) wie OWEN und fügte seinen Untersuchungen zahlreiche, sehr anschauliche Figuren bei. Seine Bilder sind von späteren Autoren wiederholt benützt und zur Vergleichung herangezogen worden. Den Grundtypus erkannte LEURET in jenem System von parallel verlaufenden longitudinalen Windungen, wie sie beim Fuchse am ausgeprägtesten vorhanden sind. Den Furchen maß er keine Bedeutung zu, er ließ sie in seinen Beschreibungen ganz außer acht. Die Ruminantier und Herbivoren faßte LEURET zu einer besonderen

(9.) Gruppe zusammen, auch das Schweinegehirn brachte er in einer eigenen (10.) Gruppe unter.

Späteren Untersuchern erschien die LEURET'sche Einteilung zu umständlich, willkürlich und nach zu wenig charakteristischen Merkmalen geordnet. Man suchte zu vereinfachen. So kam DARESTE (10) dazu, nur noch 4 Windungstypen aufzustellen. Die Ruminantier wies er neben den Pachydermen dem 3. Windungstypus zu. Ähnlich wie LEURET (41), an dessen Beschreibung er sich anlehnte, ging DARESTE (10) von 3 parallelen Windungszügen aus, von denen der an der Mantelspalte gelegene und der nach außen davon liegende occipitalwärts sich erweitern und gabeln, der äußerste dagegen von den quergestellten Furchen, namentlich der Fissura Sylvii, unterbrochen wird.

Auf dem nämlichen Wege der Vergleichung der Windungen kamen auch LUSSANA und LEMOIGNE (42) zur Aufstellung von neuen Typen, wobei sie über die Schranken der natürlichen Ordnung hinausgingen. So kam beispielsweise das Pferd in einen eigenen Typus („tipo equino“), das Schwein mit dem Hippopotamus und Rhinoceros zusammen in den „tipo suino“, die übrigen Ungulaten wurden in den „tipo pecorino“ in toto untergebracht. Abgesehen davon, daß sie in ihren Schematen die Oberflächenverhältnisse ganz entstellt wiedergaben, entspricht auch ihre Auffassung bezüglich der Wichtigkeit des Gehirnwinkels und der Ableitung der Windungen aus einer Stammwindung nicht den tatsächlichen Verhältnissen.

Eine ganz neue Wandlung in der Lehre und in der Auffassung der Oberflächenverhältnisse verdanken wir PANSCH (59). Diesem Forscher gebührt das Verdienst, die Bedeutung der Furchen in ihr Recht eingesetzt zu haben, welche er nach der Tiefe des Einschneidens, nach ihrer Konstanz und Länge als Haupt- und Nebenfurchen unterschied.

Gestützt auf die von PANSCH aufgestellten neuen Gesichtspunkte, nahm dann KRUEG (37) eine nach den Familien der Ungulaten geordnete Trennung der Furchen in 10 Hauptfurchen an, welche allen Vertretern der Ordnung der Ungulaten zukommen. Die vielen Nebenfurchen sind nach ihm zum Teil der Gattung, zum Teil der Art eigen. Als solche Hauptfurchen, die auch in der ontogenetischen Entwicklung sich zuerst zeigen und die keine vergänglichen Vorläufer in der Entwicklung aufweisen, bezeichnete KRUEG die Fissura Sylvii, splenialis, suprasylvia, coronalis, praesylvia, lateralis, diagonalis, rostralis, postica und genualis. Grenzfurchen nannte er die Fissura rhinalis und hippocampi. Seinen Besprechungen der 10 Ungulatenfamilien fügte KRUEG recht übersichtliche, zum Teil von anderen Autoren entlehnte Bilder von Hemisphären an. Von KRUEG wurde ebenfalls die Reihenfolge der Entwicklung der Furchen beim Schafe, Rinde und Schweine studiert. Ihm kommt auch das Verdienst zu, auf die Verwandtschaft der Hauptfurchen der Ungulaten und der Carnivoren zuerst die Aufmerksamkeit gelenkt zu haben, wobei er die Homologie der Fissura coronalis beim Hund und Schaf und auch diejenige der übrigen Hauptfurchen bei

Carnivoren und Ungulaten nicht nur auf anatomischem Wege begründete, sondern hier auch auf die experimentellen Resultate von HIRTIG (30) und MARCACCI (45), die erregbaren Rindenstellen betreffend, Rücksicht nahm. KRUEG konnte durch eigene Versuche die Angaben von MARCACCI bezüglich der erregbaren Zone bestätigen. Die hauptsächlich bei kleinen Tieren beobachtete Neigung der Furchen, sich medialwärts von der dem Sulcus longitudinalis zugekehrten Seite auf die Konvexität der Hemisphäre zu verlagern, bezeichnete KRUEG als Supination, den umgekehrten Verlagerungsprozeß (Pronation) auf die dem Längsspalt zugekehrte Seite konnte er bei großen Tieren wahrnehmen.

Während die früheren Forscher mit Ausnahme von KRUEG die Oberfläche lediglich vom morphologischen Standpunkte betrachteten, eröffnete MEYNER (50, 51, 52) neue Gesichtspunkte in der Betrachtung der Großhirnoberfläche, indem er diese in Beziehung zu den Hirnfunktionen brachte und zwar in dem Sinne, daß die Furchen als natürliche Grenzen für eine bestimmte Zahl großer Gruppierungen bestimmter Funktionen anzusehen wären. Er verglich als erster die verschiedene Größe der Stirnhirnentwicklung bei Carnivoren und wies darauf hin, daß eine Verletzung oder Abtragung dieses Hirnteiles keine Motilitätsstörungen zu Folge habe. Für die Entwicklung des Stirnlappens hielt er die Größe des Linsenkernes, die davon abhängige Ausdehnung der Insel und die Höhe des Scheitellappens von grundlegender Bedeutung. Am Zweihufergehirn fand er die Bogenfurchen mehr gestreckt, daher zeige sich keine Höhlung in der Konkavität der ersten Bogenwindung, deshalb liege die Insel frei ausgestreckt zu Tage, deshalb sei auch eine stärkere Frontalentwicklung vorhanden. Den Schläfelappen betrachtete MEYNER unter die Hinterhauptsgegend geschoben und in 2 Windungen zerfallend. Den quergestellten hinteren Ast der Fissura coronalis des Schafes erklärte er der Fissura centralis der Primaten homolog.

Einen weiteren Schritt vorwärts in dem Verständnis der Großhirnoberfläche brachten uns die Reiz- und Abtragungsversuche, die MUNK (56) an Affen, Hunden und auch am Pferde vornahm. Bei diesem letzteren Tiere konnte er durch Exstirpation am Hinterhauptslappen Erscheinungen von Seelenblindheit, durch solche am Scheitellappen Bewegungsstörungen am Vorderbein der gegenüberliegenden Seite hervorrufen. Der nähere Ort der Reizung bezw. der Abtragung an der Hirnoberfläche wurde von diesem Forscher, beim Pferde wenigstens, nicht genauer angegeben.

Ähnlich wie HIRTIG (30) beim Hunde und MARCACCI (45) beim Schafe, so hatte ARLOING (2) auch beim Pferde einzelne erregbare Punkte bestimmt. Er schlug vor, den vordersten, nicht erregbaren Bezirk am Stirnende als „lobe orbitaire“ von einem hinteren, erregbaren „lobe fronto-pariétale, occipitale und temporale“ abzugrenzen.

Während die obengenannten Untersucher bemüht waren, an der Oberfläche die Oertlichkeiten nach den Funktionen abzugrenzen,

so suchte GUDDEN (27) in seinen zahlreichen Arbeiten die Großhirnoberfläche mit Rücksicht auf ihre Verbindungen mit dem Stabkranz und den anderen Fasermassen zu erforschen. Seine Untersuchungen bilden für die Anatomie der Großhirnoberfläche eine neue fruchtbare Phase. Durch seine Atrophiemethode stellte dieser Forscher bekanntlich bei dem Hunde als erster das Ursprungsgebiet der Pyramidenbahn im groben fest. Die betreffende Rindenzone fällt nach ihm so ziemlich mit dem motorischen Rindenfeld von HIRTIG zusammen. Einseitige Abtragung dieser Hirnpartie, d. h. des Gyrus sigmoideus und des Gyrus coronarius beim neugeborenen Tiere hat vollständige Vernichtung der gleichseitigen Pyramidenbahn zur Folge, während Abtragung der weiter occipitalwärts liegenden Windungen auf die Entwicklung der Pyramiden ohne Einfluß bleibt.

Mittelst derselben Methode der Operation am neugeborenen Tier gelang es auch v. MONAKOW (53, 54, 55), überaus wichtige Ergebnisse über die Abhängigkeitsverhältnisse der verschiedenen Stabkranzteile, der Kerne des Sehhügels und mancher tieferer Hirnteile von der Großhirnoberfläche bei Kaninchen, Katze und Hund festzustellen und die bezüglichen Faserverbindungen zu erschließen. Ich werde in der Folge noch mehrmals auf diese grundlegenden Forschungen zurückkommen.

Seit MEYNERT (51) ging unter den neueren Forschern das Bestreben darauf hin, die nähere Homologie der Furchen und Windungen bei den Primaten einerseits, bei den Carnivoren und bei den Ungulaten andererseits zu finden. Dahinzielende Versuche finden sich in den Arbeiten von FLESCH (22) und FAMILIANT (19), welche die Furchen des Carnivorengehirnes mit denen des Primatengehirnes verglichen.

In eingehenderer Weise als die genannten Autoren suchten TENCHINI und NEGRINI (70) die homologen Windungen beim Menschen, beim Pferd und beim Rind zu ermitteln. Sie gingen dabei von der Gefäßverteilung in der Hirnoberfläche aus, doch berücksichtigten sie auch die ontogenetische Reihenfolge des Auftretens der Windungen und Furchen. Gleich wie BROCA (6) nahmen sie an, daß das Frontalhirn bei Pferd und Rind gegenüber dem des Menschen eine sehr dürftige Entwicklung zeige. Die besonders gute Ausbildung der Parietalregion hielten sie für das Pferd und das Rind charakteristisch, den Occipitallappen betrachteten sie als rudimentär entwickelt und maßen ihm nur geringe Bedeutung zu. Die Fissura calcarina des Menschen verlegten sie auf die mediale Seite des Pferdegehirnes in eine unbedeutende Furche am Uebergange des Lobus pyriformis in den Gyrus fornicatus. Manche dieser Deutungen sind meines Erachtens als ziemlich willkürliche zu bezeichnen, ganz besonders aber die, daß die präsylvische und Coronarfurche des Pferdes und Rindes der Centralfurche des Menschen entspreche. Uebrigens geben die beiden Autoren selber zu, daß ihre Homologisierungsbestrebungen nicht sehr glückliche waren. Zu ähnlichen gezwungenen Schlüssen kamen TENCHINI und NEGRINI bei der Vergleichung der Windungen der genannten Tiere. Nichtsdestoweniger verleihen der Abhandlung

der beiden Autoren die naturgetreue Wiedergabe einzelner erwachsener und fötaler Gehirne sowie die Uebersicht der arteriellen Gefäßverteilung einen hohen Wert.

Im Anschlusse an die Untersuchungen bei den Waltieren versuchten KÜKENTHAL und ZIEHEN (38) bei einer Reihe von Säugetierordnungen die Homologien der Großhirnfurchen wiederzugeben. Nur die entwicklungsgeschichtliche und rein morphologische Betrachtungsweise leitete sie bei der Aufstellung ihrer Schlüsse. Großen Wert räumten sie den Variationsmöglichkeiten der Fissuren ein, die sie nach den vier folgenden von ihnen aufgestellten Variationsgesetzen ordneten: 1) daß eine Furche in ihrem Verlaufe ein- oder mehrfach unterbrochen sein kann; 2) daß eine Furche von einer oder mehreren Parallelfurchen oft begleitet wird, so daß die Unterscheidung schwer hält; 3) daß jede Furche sich verlängern kann unter Beeinflussung benachbarter Furchen; 4) daß Nebenäste im allgemeinen für die Konfiguration der Hirnoberfläche gleichgiltig sind. Jede Fissur vergleichen sie innerhalb der betreffenden Ordnung und mit denen nahestehender Ordnungen. Besonders beachtenswert bleibt die Schilderung der Fissura Sylvii und der Fissura cruciata, welche letztere sie als der Fissura centralis der Primaten homolog annahmen. Ihre Studien bilden einen wertvollen Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Oberfläche gyrencephaler Säuger. Ihre Untersuchungen haben sie auf den Markkörper des Großhirns und die tieferen Teile, namentlich auf den Faserverlauf nicht ausgedehnt, was diese Autoren mit Recht als eine Lücke ansehen.

Von ZIEHEN (75, 76) stammen weitere wertvolle Beiträge und Untersuchungen über die Furchenverhältnisse bei den Carnivoren, den Marsupialiern und den Monotremen.

Auch JELGERSMA (32) beschrieb den Bau des Säugergehirnes. Er fand bei den Ruminantiern und Solidungula infolge des größeren Körpergewichtes eine kompliziertere Entwicklung der Furchen und Windungen.

TURNER'S (71) Arbeit brachte eine einheitlichere Anschauung über die Oberflächengestaltung der Hemisphäre. Er unterscheidet sagittale, coronale und bogenförmig verlaufende Fissuren; als Grundtypus für das Ungulatengehirn stellte er 3 longitudinale Windungszüge auf, die sich wiederum in Unterabteilungen zerlegen lassen, wie z. B. die Randwindung beim Pferd und Rind.

Zu einer anderen Betrachtungsweise der Bildung der Windungen kam PARKER (60), welcher den Versuch gewagt hat, auf gleichsam mathematischem Wege eine Erklärung der Entstehung der Windungen zu geben, und der es versuchte, auf diesem Gesichtspunkte fußend, die Homologie der Faltung aufzuklären. Er fand die Furchen und Windungen als einfache Wiederholungen, die bei Carnivoren und Ungulaten vollständig identisch sind. Darauf bauend, stellte er eine Entwicklungsreihe, mit dem Peccary (*Dicotyles torquatus*), bei welchem Tier sich auf der lateralen Oberfläche nur eine Fissur findet, beginnend, auf. Diesem einfachsten Typus folgt das Gehirn des Schafes und des Tapirs mit 2, das der Giraffe und des Lama

mit 3 Fissuren. Das Pferd mit den 4—5 Fissuren stellte den letzten Typus dar. Die bezüglichen Furchen stellte PARKER der einen Furche des Peccary gleich.

Neuere Forscher haben zur Erklärung der Furchenbildung wie PARKER zu eigenen Theorien ihre Zuflucht genommen. Ich nenne REICHERT (61) und SEITZ (66), die von den Gefäßen ausgingen, MEYNERT (50), SCHWALBE (65) und MEYER (49), die den Einfluß der Schädelkapsel als bestimmend annahmen, im weiteren WUNDT (74), KÖLLIKER (34), STRASSER (69), MARTIN (46), JELGERSMA (33), ECKER (15) und SCHNOPF-HAGEN (64), welche sämtlich die Ursache im Gehirn selbst suchten. Erfreulicherweise liefern die Ergebnisse der pathologisch-anatomischen Forschungsrichtung, vor allem die Fälle von Makro- und Mikrogryrie zweifellos Beweismomente für die letztere Annahme, daß die Ursachen der Rindenfaltung ausschließlich im Organ selbst zu suchen sind.

Die heute allgemein gültige Auffassung der Oberfläche beim Carnivoren- und Ungulatengehirn hat die von LEURET (41) aufgestellte Einteilung zur Grundlage. Durch LANGLEY's (39) und ELLENBERGER's (18) Untersuchungen hat dieses Einteilungsprinzip für die Furchen neue Unterstützung gefunden. ELLENBERGER (18) gelang es, die Verwandtschaft des Hundehirns mit demjenigen der Ungulaten festzustellen. In der Anordnung der Furchen beim Schweine fand er den vermittelnden Uebergang zwischen Hund und Wiederkäuern. In seiner Darstellung berücksichtigte er übrigens nur die oberflächlich liegenden Furchen, was sich aus seinen schematischen Zeichnungen ergibt, auch läßt er das relativ einfache Schaf- und Ziegengehirn unbesprochen.

Eine kurze, skizzenhafte Schilderung des Pferdehirnes haben auch LEGGE und LANZILOTTI (40) geliefert; sie enthält indessen keine neuen Gesichtspunkte. Die Oberflächengestalt der Hemisphäre wird selbstverständlich auch in sämtlichen Lehrbüchern der Veterinär-anatomie, im allgemeinen indessen nur kurz und schematisch behandelt. In den neueren ausführlichen Handbüchern, wie in dem von FRANCK-MARTIN (23) und CHAUVEAU (7), finden sich die Oberflächenverhältnisse von sämtlichen Haustieren geschildert; in dem Handbuch von MAC FADYAN (43) werden nur die Verhältnisse beim Pferd berücksichtigt. Als Ausgangspunkt ihrer Darstellungen wählen fast alle diese Autoren den einfachen Typus der Bogenwindungen beim Hunde. Die Gyri der übrigen Haustiere werden in summarischer Weise mit Zugrundelegung der Oberfläche des Hundes abgehandelt. Das DEXLER'sche Lehrbuch (12) hält sich an die Ausführungen von ELLENBERGER und KRUEG, was die Furchen anbetrifft, es enthält daneben aber auch wertvolle eigene Untersuchungen des Verfassers am Pferde.

Das neuerdings erschienene ausführliche Buch von FLATAU-JACOBSON (20), das den Gegenstand in weit ausführlicherer Weise als die übrigen Lehrbücher der Anatomie behandelt und so ziemlich das ganze zu Tage geförderte Material berücksichtigt und zusammenfaßt, enthält neue Ergebnisse bezüglich der feineren Gestaltung der Hirnoberfläche der Ungulaten nicht.

## Spezieller Teil.

### Furchen und Windungen bei den Ungulaten.

Allgemeine Bemerkungen. In den Furchen und Windungen der verschiedenen Vertreter der Ungulaten lassen sich verwandte Merkmale erkennen, und doch zeigt wiederum jede Art in der Anordnung ihrer Oberfläche ihre besonderen Eigentümlichkeiten. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Anlage der Furchen den bezüglichen Verhältnissen bei den Carnivoren, speciell bei den Caniden und Feliden nahesteht. Die Differenzen im Aufbau der Großhirnoberfläche sind innerhalb der einzelnen Vertreter der Ungulaten bisweilen recht in die Augen fallende, der Grundtypus läßt sich indessen bei allen leicht erkennen. Es ist nicht überflüssig, zu bemerken, daß selbst innerhalb der nämlichen Art, ja mitunter sogar beim nämlichen Individuum mehr oder weniger bemerkenswerte Modifikationen in der Windungsanlage sich vorfinden. Es stellen sich daher der vergleichenden Untersuchung gerade bei den Huftieren und namentlich bei den größeren Vertretern unter diesen, bei denen der Furchenreichtum wächst, erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Jedenfalls ist da ein Studium, bei welchem nur die oberflächlich zu Tage tretenden Furchen berücksichtigt werden, für eine gründliche Orientierung unzureichend, und sind Schlüsse, die lediglich diese Betrachtungsweise zur Grundlage haben, irreleitend.

Um nicht auf Abwege zu geraten, muß sich der Untersuchende zuerst über das, was unter einer Furche zu verstehen ist, Rechenschaft ablegen. Als Furche bezeichnet man gewöhnlich jeden Einschnitt oder jede Einstülpung der Oberfläche des Hirnmantels. Nun werden gewöhnlich nur die bis an die Konvexität reichenden Spalten bei der Darstellung zu Rate gezogen, während die vielfachen Seiteneinstülpungen und Taschen der Hauptfurchen, welche bisweilen in außerordentlich komplizierter Weise sich in die Tiefe des Hirnmantels einsenken, von der Verwertung ausgeschlossen werden.

Durch diese verschiedenen Einstülpungen der Rinde, durch die mannigfaltigen größeren und kleineren Furchen werden aber einzelne Windungen und Windungskomplexe mit ihren Markzungen abgegrenzt, und bei diesen letzteren drängt sich die überaus wichtige Frage ihrer Beziehungen zum Markkörper des Großhirnes und zu

weiteren Verbindungsstätten in den Vordergrund, mit anderen Worten: neben dem Gesichtspunkt, welcher lediglich die äußeren Formverhältnisse berücksichtigt, verdient der anatomisch-architektonische eine besondere Würdigung. Es ist dem alten, auf den Verlauf der oberflächlichen Furchen sich stützenden Einteilungsprinzip bei der Orientierung auf der Großhirnoberfläche ein neues architektonisch-physiologisches Einteilungsprinzip, welches die Projektionsverhältnisse des Markkörpers (Stabkranz, Associationsbündel etc.) zur Grundlage hat, gegenüberzustellen. Bei diesem letzteren Prinzip wären unter anderem die Projektionsfelder der Kerne des Sehhügels, der verschiedenen Haubenabschnitte, die Einstrahlungsbezirke des Pedunculus cerebri, ferner aber auch die Ursprungs- und Endigungsfelder der wichtigsten langen Associations- und Kommissurenbündel zu Grunde zu legen. Jedenfalls wäre ein Bestreben darauf zu richten, beide Einteilungs- und Abgrenzungsgrundprinzipie miteinander in richtigen Einklang zu bringen. Von letzterem Ziele sind wir allerdings noch ziemlich weit entfernt, und zur Erreichung eines solchen ist eine umfassende Arbeit in reiner, oberflächentopographischer Beziehung unbedingt erforderlich. Bis auf weiteres, d. h. bis die Absteckung der Rindenfelder nach architektonisch-physiologischen oder nach histologischen Momenten weiter gediehen ist, wird auch jede Einteilungsart für sich weiter ausgebaut werden müssen.

Indem ich mich der im Vorstehenden angedeuteten Vorarbeit bezüglich einer möglichst erschöpfenden Darstellung der Oberflächentopographie bei Ungulaten unterziehe, möchte ich meine Betrachtung eröffnen mit der Behandlung der Vorfrage, ob Furchen mit ähnlicher anatomischer Lage bei verschiedenen Tieren als einander homolog zu betrachten sind. Gerade bei dieser Frage wird die Bedeutung der physiologischen und faseranatomischen Gesichtspunkte evident. Ob eine Windungspartie mit einer gleichzeitig gelegenen einer anderen Tierspecies identisch ist, kann erst durch das physiologische und anatomische Experiment, event. durch eine feinere histologische Untersuchung der Rinde entschieden werden, und erst wenn die betreffende Partie die Proben in letztgenannter Beziehung mit Erfolg bestanden hat, wird man mit Sicherheit von ihrer Homologie reden können<sup>1)</sup>. Jedenfalls ist es meines Erachtens unrichtig, lediglich aus der Reihenfolge ihres Auftretens, aus der Verlaufsrichtung, Oberflächenzeichnung oder

1) Vergleiche auch ZIEHEN (77).

gar aus den Gefäßbezirken Verwandtschaften von Oberflächenbezirken anzunehmen. Durch physiologische und vergleichend-anatomische Untersuchungen ist für einzelne Großhirnabschnitte wahrscheinlich geworden, daß gleich gelagerte Rindenabschnitte verwandte Verbindungsarten, z. B. des Stabkranzes, besitzen. So wissen wir beispielsweise, daß fast bei allen bis jetzt zur Untersuchung gekommenen Säugetieren der Hinterhauptlappen, mag er oberflächlich gefaltet sein wie immer, die Sehstrahlungen in sich birgt und die Sehsphäre in sich schließt. Wir sind indessen noch weit davon entfernt, selbst bei den am besten studierten Säugern (Katze, Hund, Affe, Mensch) im einzelnen zu wissen, wie sich die feineren Komponenten der zahlreichen Stabkranz- und Associationsbündel auf die verschiedenen Windungssegmente und Furchenthäler projizieren. Es fehlt uns daher für viele Oberflächenabschnitte, d. h. für die dort angelegten Furchen und Windungen noch jeder feinere Anhaltspunkt für eine Homologie bei Katze, Hund, Affe und Mensch. Für die Ungulaten fehlt uns eine Windungshomologie mit Bezug auf die soeben genannten bestuntersuchten Vertreter der Säugetierreihe einerseits, als andererseits mit Bezug auf die einzelnen Arten der Ungulaten selbst nahezu vollständig.

Die Bezeichnungen der Furchen und Windungen der Ungulatenhemisphäre sind, wie bereits früher schon angedeutet worden, vom Hundegehirn herübergenommene. Hier hat sich die von LANGLEY (39) eingeführte Nomenklatur allgemein eingebürgert. So wurden die Bezeichnungen LANGLEY's für die Furchen von ELLENBERGER (18) und anderen Autoren ohne weiteres auf die entsprechenden Fissuren des Pferdes übertragen. Daß dabei manche willkürliche Uebertragungen mit untergelaufen sind, ist selbstverständlich, wenn man überlegt, daß jenen Forschern bei ihren Prüfungen nur die oberflächlich liegenden Furchen zur Grundlage gedient haben, und daß von ihnen andere Anhaltspunkte mehr faseranatomischer Natur außer Betrachtung gelassen wurden.

Bei der Darstellung der topographischen Verhältnisse bediente ich mich, soweit möglich, der nämlichen Bezeichnungen, wie sie von ELLENBERGER (18) und anderen bei den Ungulaten angewendet wurden, d. h. der von LANGLEY (30) und KRUEG (37) aufgestellten, soweit wenigstens ihre Homologie nicht zweifelhafter Natur war. Außerdem aber konnte ich nicht umhin, neue Bezeichnungen einzuführen, wobei ich, um nichts zu präjudizieren, mich meist der Zahlen und Buchstaben bediente.

Für die vergleichende Darstellung der verschiedenen Bezirke

der Oberfläche schien es mir empfehlenswert, die vom Menschen herübergenommene Abgrenzung nach Lappen auch am Ungulaten-  
großhirn vorzunehmen. Eine solche grobe Abtrennung an der Oberfläche läßt sich nicht in der nämlichen Weise wie bei den Primaten durchführen; es müssen daher zur Vornahme der Tierordnung entsprechende Grenzen angenommen werden. Vorläufig bemerke ich, daß ich das Gebiet vor der Fissura cruciata und dem Balkenknie wie beim Hunde als Frontallappen bezeichne. Das Gebiet zwischen der Fissura suprasylvia und F. rhinalis posterior occipitalwärts von der F. Sylvii trenne ich als Temporallappen ab; die Region hinter der Fiss. cruciata bis zum Balkenwulste, zwischen der F. suprasylvia und der F. callosomarginalis, bezeichne ich als Parietallappen; das Gebiet hinter dem Balkenwulste, das sich vom Parietallappen durch keine natürlich gezogene Linie abhebt, grenze ich als Occipitallappen ab. Das übrige Gebiet wird vom Riech- und Sichellappen eingenommen.

Es wird von Interesse sein, wenn ich meinen Studien Angaben über das Hirngewicht der untersuchten Vertreter der Ungulaten vorausschicke. CHAUVEAU (7) und ROGNER (62), besonders aber DUBOIS (14) und MAX WEBER (73) haben an einem größeren Material Wägungen vorgenommen. Ihren Ergebnissen ist zu entnehmen, daß auch bei den Ungulaten das Hirngewicht nicht proportional dem Körpergewicht zunimmt, und daß die Rasse bestimmend einwirkt. Es beträgt im Mittel das Hirngewicht:

	Gramm	Proz. des Körpergewicht.
Pferd . . . . .	650	0,12
Rind . . . . .	480	0,096
Schwein . . . . .	120	0,1
Schaf . . . . .	130	0,17
Ziege . . . . .	130	0,26

Da die Bezeichnungen der Windungen und Furchen der Oberfläche des Ungulatengehirnes vom Hunde entnommen sind, wird es empfehlenswert sein, an dieser Stelle eine kurze Schilderung der Windungsverhältnisse des Hundes zu geben.

Die relativ einfache Großhirnoberfläche des Hundes stellt einen besonderen, höher entwickelten Typus dar, zu dessen Aufstellung nach TURNER (71) die 4 konzentrisch angelegten Windungen bei *Mustela furo* als Ausgangspunkt gedient haben mögen. Das Canidengehirn läßt indessen 5 solcher parallel und longitudinal verlaufender Windungen erkennen, welche in ihrem Verlauf gewisse Modifikationen erfahren.

Das Riechhirn (Rhinencephalon) trennt sich vom Mantel durch die *Fissura rhinalis* ab. An der Uebergangsstelle des Tractus olfactorius in den Lobus pyriformis, dort, wo die Sylvische Furche abgeht, zeigt sich eine winkelige Knickung der *Fiss. rhinalis*, welche Veranlassung giebt zur Bildung eines vorderen und eines hinteren Astes (Fig. 1).

Um die leicht hakenförmige, eigentliche Sylvische Furche, welche als aufsteigender Ast imponiert, ziehen die bekannten 3 Haupt- oder Bogenfurchen: die *Fiss. ectosylvia*, *suprasylvia* und *lateralis* (Fig. 1). Eine im ähnlichen Sinne angelegte Bogenfurche an der medialen Seite der Mantelkante ist die *Fiss. callosomarginalis* (Fig. 2 *cm*).

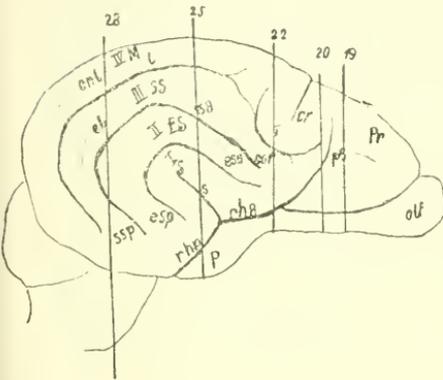


Fig. 1. Hund. Laterale Ansicht. Schema.

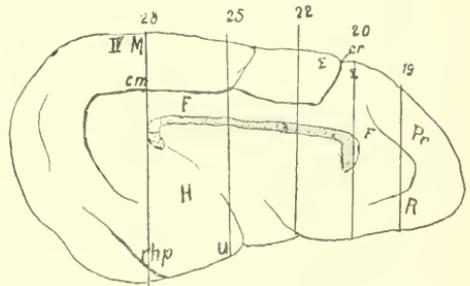


Fig. 2. Hund. Mediale Ansicht. Schema.

Die einzige rein transversal zu diesen Furchen verlaufende ist die *Fiss. cruciata*, welche, im vorderen Drittel der Konvexität von der *Fiss. callosomarginalis* abzweigend, in den Gyrus sigmoideus einschneidet, indem sie über die Mantelkante an die Oberfläche tritt. Der an der medialen Seite gelegene Teil bildet bereits einen Hauptbestandteil der *Fiss. callosomarginalis* (Fig. 1, 2 *cr*).

Etwa 1 cm vor der Abzweigung der Sylvischen Furche aus der *Fiss. rhinalis*, die vorderen Schenkel der Bogenfurchen umgreifend, findet sich die *Fiss. praesylvia* in einem vor der *Fiss. cruciata* schräg aufwärts ziehenden Bogen.

Durch die *Fiss. rhinalis*, *Sylvii* und *ectosylvia* wird die erste Bogenwindung, der Gyrus sylvius, abgeschnürt (Fig. 1 *S*). Der vordere Schenkel dieser Windung steht mit der zweiten oder

oder ektosylvischen Windung in Kommunikation; er bildet den vom Parietalteil gelieferten Opercularlappen, welcher von der vorderen Seite her die Insel bedeckt. Die hinter der Sylvischen Furche gelegene Abteilung der Sylvischen Windung bildet den temporalen Anteil des Opercularlappens und geht wie im vorderen Schenkel ebenfalls in den *Gyrus ectosylvius* (hinteren Schenkel) über. Dieser hintere Abschnitt der ektosylvischen Windung ist besonders über der Spitze der Fiss. Sylvii recht schmal. Die genannte Windung ist an ihrem Uebergang zur ersten und dritten Bogenwindung besonders mächtig angelegt (Fig. 1 *ES*).

Die dritte Bogenwindung (*Gyrus suprasylvius*) hat medial die Fiss. lateralis, lateral die Fiss. suprasylvia zur Grenzlinie. Occipitalwärts nimmt diese Windung an Mächtigkeit und Breite zu und spaltet sich hier, eingeschnitten durch die Fiss. ectolateralis, in 2 kleinere (obere und untere suprasylvische). Demgegenüber bleibt der vordere, als *Gyrus coronarius* bezeichnete Abschnitt schmal. Er umzieht in einem nach außen konvexen Bogen den vorderen Teil der vierten Bogenwindung, den *Gyrus sigmoideus*. Auf die Verbreiterung des occipitalen Abschnittes der suprasylvischen Windung hat besonders MANN (44) hingewiesen, der in diese Partie die Vertretung des Gesichtssinnes verlegt. Occipitalwärts biegt dieser breite Abschnitt rechtwinklig nach dem Temporalpol, um schließlich in den *Gyrus ectosylvius* und *marginalis* überzugehen.

Die vierte Bogenwindung (Fig. 1, 2 *M IV*) [*Gyrus marginalis*, *Gyr. entolateralis* + *suprasplialis* von LANGLEY] umfaßt das Gebiet der Mantelkante, reicht medialwärts bis an die Fiss. callosomarginalis resp. bis zum *Gyrus fornicatus* und erstreckt sich lateralwärts bis zur Fiss. lateralis resp. bis zum *Gyrus suprasylvius* (Fig. 1, 2). Im frontalen Drittel schließt sie das Gebiet des *Gyrus sigmoideus* (Fig. 1, 2  $\Sigma$ ) in sich, dessen Faltung die Fiss. cruciata darstellt. Der am meisten frontal liegende Abschnitt spitzt sich konisch zu und bildet das Frontalende bezw. den *Gyrus prorae* (Fig. 1, 2 *Pr*). Das occipitale Ende des *Gyrus marginalis* stellt die Occipitalspitze der Hemisphäre dar, die weitere, der Basis zugekehrte Fortsetzung legt sich den Kleinhirnhemisphären an und vereinigt sich nach abwärts mit dem *Gyrus suprasylvius*.

Der am meisten medial gelegene *Gyrus fornicatus* stellt eine Windung dar (Fig. 2 *F*), welche zwischen dem Balken und der Fiss. callosomarginalis verläuft. Der *Gyrus fornicatus* umzieht

das Splenium und geht ununterbrochen auf den Gyrus hippocampi über, mit anderen Worten: es wird der unterhalb des Splenium liegende Abschnitt dieser gemeinsamen Windung als Gyrus hippocampi bezeichnet (Fig. 2 *H*). Im frontalen Schenkel liefert der Gyrus fornicatus eine Windungsbrücke zum Gyrus sigmoideus anterior. Die genannte Windung biegt schließlich nach vorn um das Rostrum nach abwärts und vereinigt sich mit dem vorderen Teile des Gyrus prorae (Fig. 2 *F*).

Bei der Katze erscheinen die Bogenwindungen gedrungener als beim Hunde, auch ist hier das vordere Drittel der Hemisphäre verkürzt. Die Fiss. cruciata ist dem Frontalende somit näher gelagert. FAMILIANT (19) schätzte die Strecke zwischen der Fiss. cruciata und der Frontalspitze beim Hunde 18—27 Proz. der Hemisphärenlänge, während diese Entfernung bei der Katze bloß 10—18 Proz. beträgt. Im übrigen finden sich zwischen beiden Tierarten stärker ausgesprochene Differenzen nicht vor, die für die vorliegende Untersuchung von grundlegender Bedeutung sein könnten.

Großhirnoberfläche bei den Ungulaten. Bei der Schilderung der Großhirnoberfläche der Ungulaten möchte ich von den Verhältnissen bei einem Vertreter der Cavicornier, welche dem Hunde in vielen Beziehungen nahestehen, der Ziege, ausgehen.

Bei diesem Tier fällt im allgemeinen sofort auf bei Betrachtung der Großhirnoberfläche, daß die Furchen und Windungen weniger winklig geknickt, sondern mehr gestreckt sich präsentieren (Fig. 3 bis 5). Infolge dieser Streckung tritt das Gebiet der Insel, die beim Hunde verborgen liegt, frei hervor. Es zeigt sich hier zum erstenmal eine Gabelung der Sylvischen Furche in 2 Äste, nämlich in den Ramus anterior und posterior (Fig. 4 *sa, sp*). Der hintere Ast ist nur kurz und geknickt, auch vereinigt er sich mit der Fiss. rhinalis posterior. Der vordere Ast bleibt lang ausgestreckt gegen das Frontalende hin und krümmt sich in einem nach vorn konvexen Bogen, indem er sich schließlich gabelförmig teilt.

In der Nähe der Frontalspitze zieht die Fiss. praesylvia, welche mitunter aus dem vorderen Aste der Fiss. Sylvii, mitunter aus der Fiss. rhinalis hervorgeht und die nach vorn und oben zwischen den beiden vorderen Endästen der weiter unten zu besprechenden Fiss. coronalis sich verliert (Fig. 3, 4 *ps*).

Während beim Hunde die ektosylvische Furche ununterbrochen bogenförmig durch die ganze Länge der Hirn-

oberfläche zieht, finden wir bei der Ziege eine Unterbrechung dieser Furche im mittleren Abschnitt (Fig. 3, 4). Die Trennungsbücke wird durch die Sylvische Windung gebildet, in welche der aufsteigende Ast der Sylvischen Furche einschneidet. Dadurch entstehen zwei für sich verlaufende Furchenschenkel, nämlich die Fiss. ectosylvia anterior und posterior (Fig. 3, 4 *esa, p*).

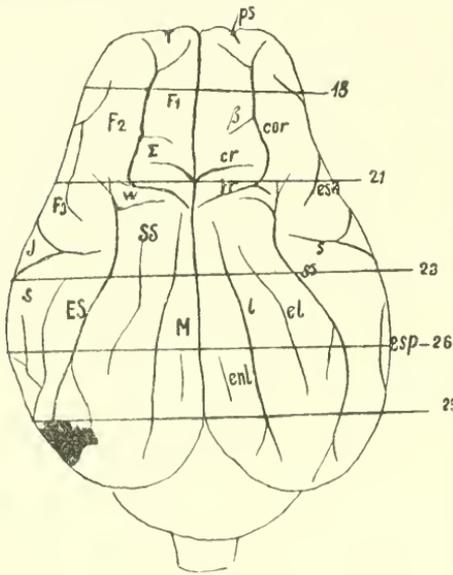


Fig. 3.

Der vordere Teil dieser Furche zieht dem vorderen Aste der Sylvischen Furche nahezu parallel, er steigt schief von oben nach abwärts und gabelt sich an seinem vorderen Ende in eine schief gestellte Furche, die mit dem besonderen Namen der Fiss. diagonalis von vielen Autoren belegt wurde (Fig. 4 *esa*). Häufig sind Verbindungsäste mit dem Ramus anterior fiss. Sylvii vorhanden. Der hintere Schenkel der ektosylvischen Furche (Fiss. ectosylvia posterior; Fiss. postica von KRUEG) ist reich an

Seitenzweigen, welche die ganze übrige Temporalgegend quer und längs durchfurchen (Fig. 3, 4 *esp*).

Als die Hauptfurche des Frontalteils ist bei der Ziege wie bei den Ungulaten überhaupt zweifellos die Fiss. coronalis (Fig. 3, 4 *cor*) zu betrach-

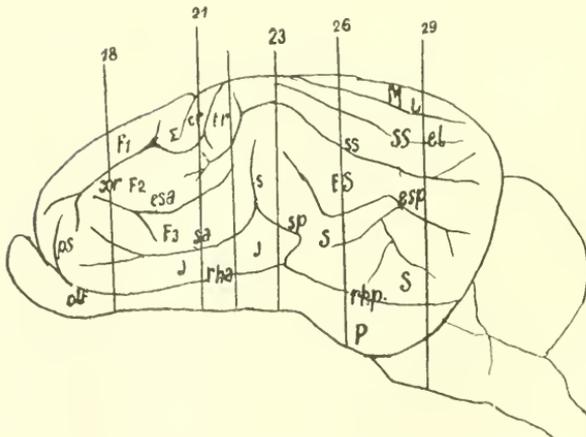


Fig. 4.

Fig. 3—5. Ziege. Schema.

ten. Dieselbe trennt die marginale Partie des Frontalteils scharf ab und ist von einer bemerkenswerten Tiefe. In der Mitte ihres Verlaufes giebt sie medialwärts einen bedeutenden Seitenast ab. Ihr frontaler Abschnitt teilt sich gabelförmig und faßt die Fiss. praesylyvia zwischen sich. Der hintere Abschnitt biegt hakenförmig um, indem er den Gyrus sigmoideus abgrenzt. Der hinterste Abschnitt durchschneidet die marginale Windung vollständig und geht an die mediale Seite des Hirnmantels über. Diesen letzteren sehr charakteristischen quer verlaufenden Furchenabschnitt bezeichne ich als die Fiss. transversa (Fig. 3—5 *tr*) (Bügel a KRUEG, 37). An der Umbiegungsstelle des hinteren Schenkels der Fiss. coronalis findet sich noch ein lateralwärts abgehendes Aestchen, welches bisweilen mit dem Querast der suprasylvischen Furche eine Anastomose bildet (Fig. 3, 4).

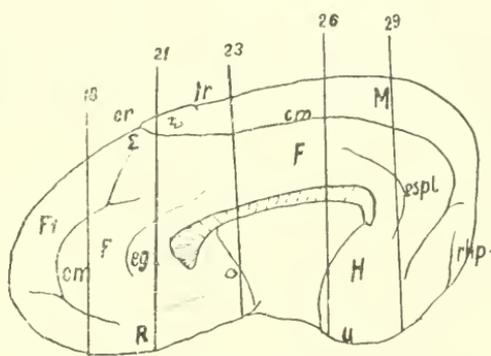


Fig. 5.

In den meisten Fällen umgreift der mediale Querast der Endgabelung der suprasylvischen Furche die von mir als Fiss. transversa bezeichnete Partie der Fiss. coronalis. Die suprasylvische Furche zieht nämlich in schwach gewundenem Bogen um die Spitze der Fiss. Sylvii und endigt als überaus mächtige Spalte, nachdem sie sich in occipito-temporaler Richtung mehrfach geteilt, von der occipitalwärts aufsteigenden Fiss. rhinalis durch eine Windungsbrücke getrennt (Fig. 3, 4 *ss*).

Das mehr occipital gelegene Areal zwischen Fiss. suprasylvica und der Mantelkante enthält die Fiss. lateralis (Fig. 3, 4 *l*), die ca.  $1\frac{1}{2}$  cm hinter der Fiss. transversa die Mantelkante leicht einschneidet und schräg lateral- und occipitalwärts zieht, um in der Nähe des Occipitalpols zu endigen. Zwischen dieser Fiss. lateralis und der Fiss. suprasylvica finden sich unterbrochene und wenig regelmäßige Furchenstücke, die in toto als Fiss. ectolateralis zusammengefaßt werden können (Fig. 3, 4 *el*). Als Seitenstücke hierzu sind ganz ähnliche Furchensegmente zwischen der Fiss. lateralis und der Mantelkante zu beobachten, welche als

Teilstücke einer Fiss. entolateralis aufgefaßt werden dürfen (Fig. 3 *entl.*).

Auf der medialen Seite zieht wie beim Hunde die Fiss. callosomarginalis (Fig. 5 *cm*), größtenteils dem Balken parallel verlaufend, dahin. Sie umgreift das Splenium und endigt zwischen der Fiss. hippocampi und rhinalis posterior.

Die Fiss. cruciata ist ganz eigenartig gebildet. Sie stellt ein die Mantelkante nur verhältnismäßig knapp einschneidendes Stück dar, welches mit der Fiss. callosomarginalis in direkter Kontinuität steht (Fig. 3—5 *cr.*).

Im Frontalteil findet sich eine tiefe und mehrfach Seitenzweige abgebende Furche, welche von den Autoren als Fiss. genualis bezeichnet wird. Ich möchte diese Furche, auch wenn sie durch eine Windungsbrücke von der Fiss. callosomarginalis getrennt wird, zu dieser rechnen und sie als vorderes frontales Segment der Fiss. callosomarginalis bezeichnen. Die Breite der trennenden Windungsbrücke beträgt etwa 1 cm. Den nach vorn und abwärts abbiegenden Schenkel des genannten Abschnittes bezeichnet KRUEG als Fiss. rostralis.

Zwischen der Fiss. callosomarginalis und dem Balken liegen sowohl am Rostrum wie am Splenium getrennte kurze Furchenstücke, welche als Fiss. entogenualis und entosplenialis zu bezeichnen sind (Fig. 5 *eg, espl.*).

Die Windungen der Ziege sind wohl ausgebildet und in ihrer Art charakteristisch.

Dem Tractus olfactorius liegt seitlich die offene Insel an, diese zieht frontalwärts und geht mit den Windungen, die ich als zweite und dritte Frontalwindung bezeichnen möchte<sup>1)</sup>, eine Verbindung ein. Die Sylvische Windung (dritte Stirnwindung,  $F_3$ ) erweist sich im Frontalteil als recht beträchtlich (Fig. 4). Sowohl in ihrem dem Ramus ascendens fiss. Sylvii anliegenden Anteil als auch in dem am Frontalende liegenden Stück verbindet sie sich mit der zweiten Frontalwindung. Die zweite Frontalwindung trennt sich vom Gyrus sylvius, d. h. als von der dritten Frontalwindung ab. An dieser Stelle geht die zweite Frontalwindung durch das Verbindungsstück, das bei allen Ungulaten in

1) Die bisherige Bezeichnungsweise verlasse ich und übertrage die beim Menschen übliche auf die Ziege, da mir die Verhältnisse bei diesem Tier noch am meisten Verwandtschaft mit denen beim Menschen zu haben scheinen.

eigenartiger Weise sich abgrenzt und welches ich mit *w* bezeichne, eine Anastomose mit dem Gyrus suprasylvius ein. Die zweite Frontalwindung ( $F_2$ , Gyr. coronarius + ectosylvius anterior), Fig. 3, 4) zieht als breite Windung zum Frontalpol, wo sie mit der ersten und dritten Frontalwindung Verbindungen austauscht. Sie ist seitlich begrenzt durch die Fiss. coronalis und ectosylvia anterior.

Die erste Frontalwindung ( $F_1$ , Gyr. prorae der Autoren) ist bei der Ziege von einer außerordentlichen Mächtigkeit und erinnert an die bezüglichen Verhältnisse beim Menschen. Sie ist vom Gyrus sigmoides nicht scharf geschieden, nur durch den Seitenast  $\beta$  teilweise getrennt. Sie steht mit dem Gyrus fornicatus in Verbindung (Windungsbrücke zwischen Hauptteil des Sulcus callosomarginalis und dem vorderen Abschnitte). Sie nimmt die Mantelkante bis zur Frontalspitze ein, biegt da nach unten um, anastomosiert hier mit der zweiten Frontalwindung, mit der verlängerten Insel sowie mit dem Riechfeld (Fig. 3—5  $F_1$ ).

Die Fiss. transversa grenzt nach vorn den Gyrus suprasylvius ab, wodurch eine quergestellte, zusammengesetzte (größtenteils aus dem Gyr. suprasylvius, kleinerenteils aus der Marginalwindung bestehende) Windung gebildet wird. Die von mir mit *w* bezeichnete hufeisenförmige, zwischen der Fiss. transversa und der medialen Abzweigung der suprasylvischen Furche gelegene Windung kommuniziert mit der zweiten Stirnwindung, an der Mantelkante läßt sich die genannte *w*-Windung zum Gyrus suprasylvius verfolgen. Als breitester Windungszug erstreckt sich der Gyrus suprasylvius (Fig. 3, 4 *SS*) schräg occipitalwärts, durch die Stücke der Fiss. ectolateralis durchfurcht, und verbindet sich schließlich in der Nähe des Occipitalpoles lateralwärts mit dem Gyrus ectosylvius, medialwärts mit dem Gyrus marginalis.

Der Gyrus marginalis wird lateral durch die Fiss. lateralis begrenzt. Er ist im vorderen Abschnitt schmaler als im occipitalen und zeigt eine Kommunikation mit dem Gyrus suprasylvius. Am Occipitalpol geht er schließlich basalwärts in den Lobus pyriformis über (Fig. 3—5 *M*).

Die Windungen des Temporalteiles gehen bei der Ziege hinter der Spitze der Sylvischen Furche aus einer gemeinsamen Windung hervor, durch die Fiss. ectosylvia wird nämlich erst ein Gyrus sylvius (Gyr. compositus LANGLEY, 39) und ein Gyrus ectosylvius abgetrennt (Fig. 3, 4 *S*, *ES*).

An der Medialseite bleibt der Gyrus fornicatus in seinem

Mittelstück wohl abgegrenzt, in seinem hinteren Schenkel geht er in den Gyrus hippocampi über, nachdem eine Partie desselben hier durch die entospleniale Furche abgeschieden und als besondere Windung sich abgelöst hat. In seinem frontalen Abschnitt giebt der Gyrus fornicatus jene früher schon erwähnte Windungsbrücke zum Gyrus sigmoideus ab, die auch noch mit der ersten Frontalwindung im Zusammenhange steht. Vor dem Rostrum wird er durch die Fiss. entogenualis in zwei Nebenwindungen getrennt, in seinem der Basis zugekehrten Ende kommuniziert er zum Teil mit der Substantia perforata anterior und teilweise noch mit dem Septum sowie mit der ersten Frontalwindung (Fig. 5 F).

Wenn wir die Haupteigentümlichkeiten, welche dem Ziegenhirne zukommen, kurz zusammenfassen, so ist vor allem hervorzuheben die freiliegende Insel, die gestreckt verlaufenden Frontalwindungen (deutliche Bildung von 3 Frontalwindungen ähnlich wie beim Menschen), ferner ein spärlich entwickelter, aber doch an die Konvexität tretender Gyrus sigmoideus, und endlich eine Uebergangswindung zwischen zweiter Frontalwindung und dem Gyrus suprasylvius (*w*-Windung).

Die Oberflächengestaltung der Großhirnhemisphären beim Schafe erfährt gegenüber der Ziege einige Abänderungen (Fig. 6—8).

Einmal ist die geringere Ausbildung der frontalen Windungszüge auffällig, hauptsächlich betrifft das die erste Frontalwindung, welche im Vergleich zur Ziege eine leichte Depression und Verkleinerung erfährt. So steigt beim Schaf die zweite Frontalwindung höher empor als die erste, auch fällt es auf, daß beim Schafe die Fiss. transversa viel kürzer ist.

Die Fiss. cruciata ist zwar als deutliche, auf die Konvexität sich erstreckende Furche sichtbar (Fig. 6—8 *cr*), doch ist sie kürzer, auch ist der Gyrus sigmoideus auffallend kleiner als bei der Ziege (Fig. 6—8 *Σ*).

Wenn auch in geringerem Grade als beim letzteren Tiere ist die Fiss. transversa immerhin noch ziemlich ansehnlich entwickelt. Die Windung *w*<sup>1)</sup> dagegen ist besser entwickelt als bei der Ziege (Fig. 6, 7 *w*).

Die Fiss. suprasylvia hat beim Schaf im ganzen einen mehr gebogenen Verlauf als bei der Ziege. Der Gyrus sylvius und ectosylvius sind beim Schafe deutlich kleiner als bei der Ziege.

1) Vergl. S. 133.



Ferner ist hervorzuheben, daß beim Rinde die Insel in noch größerem Umfange als bei den schon erwähnten Tieren frei

zwischen den Schenkeln der Fiss. Sylvii zu Tage liegt (Fig. 10 *J*). Die beiden Schenkel, d. h. der Ramus anterior und posterior der Fiss. Sylvii kommunizieren nicht mit der Fiss. rhinalis, wie dies namentlich bei der Ziege der Fall ist, doch vereinigen sie sich zu einem deutlichen aufsteigenden Aste, welcher wesentlich kürzer ist als bei den vorerwähnten Tieren. Das Gebiet der Insel ist von kleinen

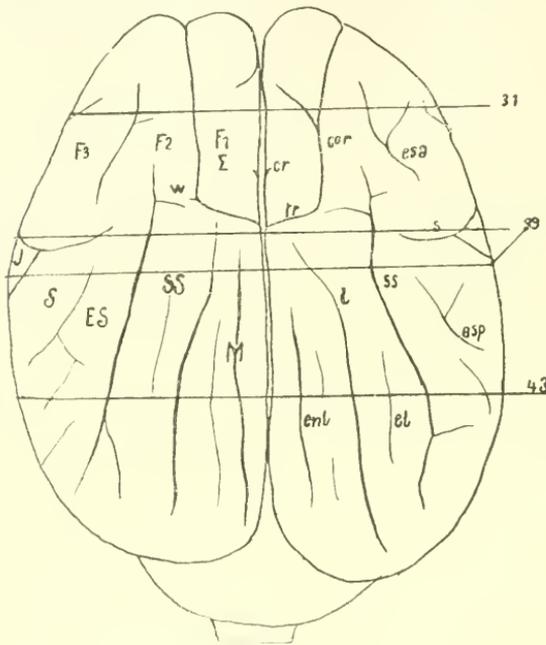


Fig. 9.

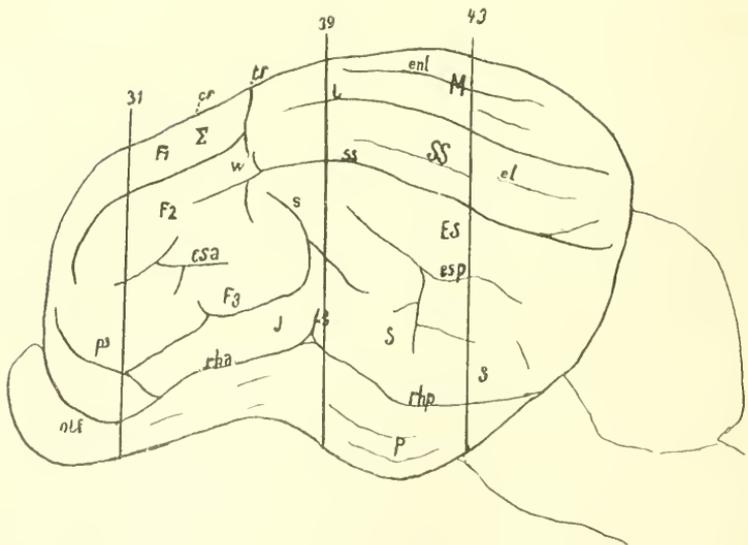


Fig. 10.

Fig. 9-11. Rind. Schema.

Querfurchen, die auf der schematischen Abbildung weggelassen sind, durchsetzt.

Im weiteren ist beim Rinde hervorzuheben, daß hier eine größere Anzahl kleiner Nebenfurchen sich vorfindet als beim Schaf und der Ziege, was die Auffindung der typischen Hauptfurchen wesentlich erschwert. Ich mache hier nur auf die Menge der Nebenäste im Bereich der Fiss. ectosylvia anterior und posterior aufmerksam (Fig. 9, 10 *esa, esp.*).

Die 3 Frontalwindungen lassen sich auch beim Rinde sehr deutlich und durch die nämlichen Furchen wie bei der Ziege abgrenzen. Wie beim Schafe, so findet sich auch beim Rinde die erste Frontalwindung dürftig entwickelt, mächtig ist dagegen die zweite und dritte Frontalwindung ausgebildet. Bezüglich der Breite ergibt sich ein Größenverhältnis der ersten zur zweiten und dritten Frontalwindung wie 1 : 2 : 3.

Im tempo-  
ralen Gebiete  
erreicht die  
Sylvische  
Windung eine  
außerordent-  
liche Mächtig-  
keit, sie wird  
hier durch die  
strahlenartig  
verästelten  
Nebenfurchen  
der Fiss. ecto-  
sylvia poste-  
rior unvoll-  
kommen ge-  
trennt.

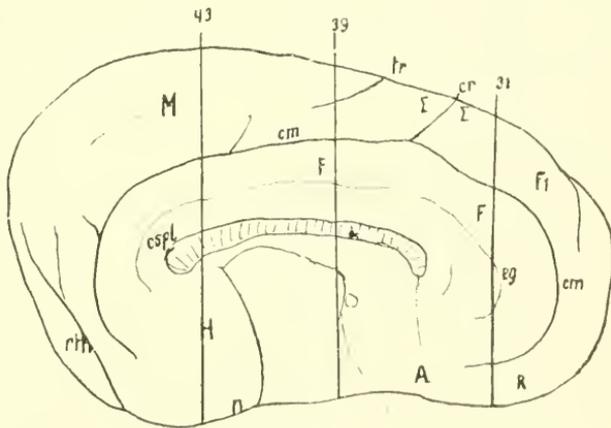


Fig. 11.

Die Fiss. suprasylvia giebt hinter der Fiss. transversa einen Querast ab, der ganz nahe an diese heranrückt und in diese oft überzugehen scheint. In der Parietalgegend geht die suprasylvische Furche schräg nach hinten, indem sie während ihres Verlaufs zahlreiche Nebenästchen sowohl in medialer als in lateraler Richtung abgiebt.

Die Uebergangswindung *w* ist auch beim Rinde stattlich entwickelt und bildet einen eigentlichen Haken. Der vordere Windungswulst des Gyrus suprasylvius ist hinter der Fiss. transversa

verhältnismäßig schmaler als beim Schaf und bei der Ziege, weil die Fiss. lateralis von der Fiss. transversa durch eine schmale Windungsbrücke getrennt ist.

Der Gyrus marginalis ist wesentlich breiter und mächtiger als bei den kleineren Wiederkäuern, auch wenn man alle Größenverhältnisse berücksichtigt. Er steht zum Gyrus suprasylvius im Verhältnis wie 2 : 2,5.

An der medialen Fläche zieht die sehr tiefe Fiss. callosomarginalis in mächtigem Bogen, indem sie weit hinter dem Splenium, d. h. über dem Gyrus hippocampi beginnt und konzentrisch zum Balken nach vorn geht. Sie biegt in einem größeren Bogen um das Rostrum herum und hört erst kurz vor dem Beginn der Area perforata anterior auf.

Die auffallend dürftig an der Konvexität entwickelte Fiss. cruciata zweigt wie bei der Ziege von der Fiss. callosomarginalis und zwar am Beginne des vorderen Drittels von dieser ab. Sie ist an der medialen Hemisphärenseite zur Mantelkante fast senkrecht gestellt und schneidet die erste Frontalwindung, wie bereits angedeutet, nur wenig ein. Man kann daher beim Rinde von einem eigentlichen Gyrus sigmoideus, wie er bei der Ziege sich vorfindet und auch beim Schafe noch zu erkennen ist, nicht reden, mit anderen Worten: die von dem aufsteigenden Stücke der Fiss. cruciata eingeschnittene Windungspartie ist nichts anderes als die erste Frontalwindung (Fig. 9—11  $\Sigma$ ). Schon an dieser Stelle möchte ich davor warnen, die Fiss. transversa mit der Fiss. cruciata der Carnivoren zu identifizieren, wie es fast von allen Autoren und erst jüngst wieder von ELLENBERGER geschehen ist<sup>1)</sup>. GEGENBAUR (26) geht sogar so weit, den Ungulaten überhaupt eine Kreuzfurche abzusprechen, eine Behauptung, die der Wirklichkeit nicht entspricht. KRUEG (37) bekämpft dagegen die Homologie der Fiss. transversa (Bügel a) der Cavicornier mit dem Sulcus cruciatus der Caniden, läßt jedoch in seinen Figuren die von mir als Fiss. cruciata bezeichnete Furche<sup>2)</sup> unbezeichnet.

1) Auch MARTIN (23), welcher die ELLENBERGER'schen Figuren (18) reproduziert, begeht den nämlichen Fehler, nur in seinen eigenen Figuren 116 II und III, welche fötale Rindergehirne darstellen, ist die Fiss. cruciata richtig abgebildet, jedoch nicht bezeichnet.

2) Auf die Frage der Homologie der Fiss. cruciata, welche durch morphologische Betrachtungen allein nicht entschieden werden kann, werde ich in einer späteren Arbeit noch zurückkommen und



ziemlich weit zurück. Infolgedessen erscheint das Frontalhirn stark verlängert gegenüber den früher behandelten Tieren und mehr spitz ausgezogen (Fig. 12, 13 s).

Die Fiss. praesylyvia, welche bei der Ziege und beim Rinde weiter zurückliegt, ist hier nach vorn gerückt. Die 3 Frontalwindungen lassen sich noch leichter auseinanderhalten wie bei der Ziege und beim Rinde (Fig. 12  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ).

Die Fiss. suprasylvia schließt vorn T-förmig ab und giebt etwa in ihrer Mitte einen starken lateral- und basalwärts ziehenden Ast  $\varepsilon$  ab, letzterer bildet die obere Grenze der dritten Frontalwindung. Die T-förmige Gabelung auf der Scheitelhöhe schneidet mit dem Aste  $\delta$  in die zweite Frontalwindung ein, der medial abgehende Ast  $\gamma$  verläuft der Fiss. transversa leicht parallel, schneidet die Mantelkante durch und steht mit der Fiss. callosomarginalis in Kommunikation.

Die zweite Frontalwindung bildet beim Schweine die ausgedehnteste Windung des Frontalhirnes. Ihr hinterster Abschnitt drängt sich zwischen die beiden Schenkel  $\delta$  und  $\varepsilon$  der Fiss. suprasylvia; er wird durch eine ca.  $1\frac{1}{2}$  cm lange typische Furche  $\eta$  in 2 Abschnitte geteilt. Diese Furche  $\eta$  wurde schon von LEURET (41) beschrieben und von KRUEG (37) bestätigt mit der Bemerkung, daß sie für die Suilliden nicht charakteristisch sei. Der mediale Windungszug der zweiten Frontalwindung wird medial von der Fiss. coronalis und lateral-occipital von dem T-förmigen Ende  $\gamma + \delta$  der Fiss. suprasylvia abgegrenzt. Die Fiss. transversa ist hier zwar erhalten, bildet aber nichts anderes als den hinteren, medial verlaufenden Schenkel der Fiss. coronalis, so daß diese Furche nicht so charakteristisch auftritt wie bei der Ziege.

Eine besondere  $w$ -Windung ist mit Rücksicht auf die nur andeutungsweise vorhandene Fiss. transversa beim Schweine kaum festzuhalten. Die Fiss. coronalis endigt in parietaler Richtung bisweilen T-förmig und giebt dann Veranlassung zur Bildung einer ähnlichen Fiss. transversa wie beim Rinde und Schafe. Bei einzelnen Tieren fehlt indessen der laterale Fortsatz des T, und es findet sich dann nur eine ganz modifizierte Fiss. transversa. Dementsprechend gelangt eine deutliche  $w$ -Windung nicht zur Ausbildung.

Der vordere Schenkel der ektosylvischen Furche und ebenso auch der vordere Schenkel der Fiss. coronalis ist bisweilen kurz, es kommunizieren dann die 3 Frontalwindungen am Frontalende

in größerem Umfange als bei den früher beschriebenen Ungulaten. Die Fiss. coronalis ist beim Schweine überhaupt sehr einfach angelegt, wenn auch tief und arm an Seitenästen.

Wenn man das Schweinegehirn mit dem Gehirn des Rindes vergleicht, dann läßt sich die Fiss. transversa trotz ihrer Modifikation ganz leicht identifizieren. Was nun die Fiss. cruciata anbetrifft, so findet sich eine den Verhältnissen beim Rinde entsprechende, die Mantelkante einschneidende und parallel zur Fiss. transversa liegende Furche nicht oder höchstens andeutungsweise an der Konvexität noch vor. Sie ist kaum 3 mm lang und sehr seicht. Die eigentliche Fiss. cruciata liegt beim Schweine an der medialen Hirnoberfläche, wo sie, wie beim Rinde, als eine Seitenfurche der Fiss. callosomarginalis abzweigt. Diese Seitenfurche ist indessen, wie schon gesagt, kurz und wenig tief. Sicher ist, daß der von manchen Autoren als Fiss. cruciata gedeutete, mediale Zweig  $\gamma$  der suprasylvischen Furche mit dem Sulcus cruciatus des Hundes nichts zu thun hat <sup>1)</sup>.

Die erste Frontalwindung beginnt an der Stelle, wo der mediale Schenkel der Fiss. transversa über die Mantelkante greift. Der am meisten occipital liegende Abschnitt der ersten Frontalwindung erscheint auffallend schmal, die dem Gyrus sigmoideus entsprechenden Rindenteile müssen demnach zum großen Teil an der medialen Fläche gesucht werden (Fig. 14  $\Sigma$ ). An der Frontalspitze wird die erste Frontalwindung durch die Fiss. praesylvia in zwei kleinere Windungen geteilt; ihr lateraler Abschnitt geht in die zweite Frontalwindung über, während der mediale die eigentliche Frontalspitze darstellt und keulenartig endigt, indem er durch den unten anliegenden Bulbus olfactorius nach oben gedrückt erscheint. An der medialen Hemisphärenfläche sieht man einen Uebergang der ersten Frontalwindung in den Gyrus fornicatus. Mit ihrem vordersten Teile geht diese Windung, ohne durch Furchen unterbrochen zu werden, in die Area perforata anterior über.

Die Fiss. suprasylvia läuft in einem nach unten offenen Bogen bis hinter den Temporalpol. Die Fiss. ectosylvia posterior zieht dem aufsteigenden Aste der Fiss. Sylvii parallel und endigt basalwärts T-förmig. Infolgedessen liegt der Gyrus ectosylvius beim

---

1) ANTONINI (1), der mir seine Arbeit jüngst übermittelte, hält den Zweig  $\gamma$  für den richtigen Sulcus cruciatus.

Schweine hinter und parallel dem Gyrus sylvius und ganz ähnlich wie beim Hunde (Fig. 13 *ES*).

Der Gyrus suprasylvius ist deutlich abgegrenzt und läßt sich, indem er nach hinten an Breite zunimmt, mit einer Pyramide vergleichen. Er beginnt sofort hinter dem Aste  $\gamma$  der suprasylvischen Furche und verläuft ähnlich wie bei den früher geschilderten Tieren.

Die Fiss. lateralis liegt dem Sulcus longitudinalis auffallend nahe, nichtsdestoweniger findet sich zwischen beiden, zumal im occipitalen Abschnitt, eine Zwischenfurche, die Fiss. entolateralis. Infolgedessen fallen beim Schweine, namentlich gegenüber Schaf und Ziege und in ganz ähnlicher Weise wie beim Rinde, die schmalen und longitudinal verlaufenden Windungsabschnitte der marginalen Windungsgruppe auf (Fig. 12 *M*). Der Gyrus marginalis reicht bis zum vorderen T-förmigen Aste  $\gamma$  der Fiss. suprasylvia (Bügel a KRUEG'S), der bis auf die Fiss. callosomarginalis einschneidet. Er erhält jedoch nur eine Breite von  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$  des Gyr. suprasylvius.

Die Fiss. callosomarginalis erscheint beim Schweine nach meinen Beobachtungen auffallend kurz. Sie beginnt wie bei anderen Tieren in der Mitte der Occipitalgegend, verläuft ein Stück weit parallel zum Splenium bis in die Mitte des Balkens, erstreckt sich von hier unter S-förmiger Biegung nach oben, nachdem sie in ihrem vorderen Drittel den Ast der Fiss. cruciata abgegeben hat. Im frontalen Abschnitt läßt sich ein deutlicher Schenkel einer Fiss. callosomarginalis über das Balkenknie hinaus nicht beobachten, es müßte denn sein, daß die von mir als Fiss. entogenualis bezeichnete Furche ein abgetrenntes Segment der Fiss. callosomarginalis wäre. Jedenfalls ist zwischen der letztgenannten Furche und der Fiss. entogenualis ein breites Windungsgebiet vorhanden, auch liegt die Fiss. entogenualis dem Balkenkörper näher als die Fiss. callosomarginalis bei anderen Tieren.

Wie das Gehirn des Schweines, verrät auch die Großhirnoberfläche des Pferdes eine besondere Eigenart (Fig. 15—17).

Die Windungen und Furchen des Pferdes sind viel komplizierter als diejenigen des Schweines und auch des Rindes und erinnern, was den Reichtum der Windungen anbelangt, an diejenigen des Menschen. Eine Menge von Nebenfurchen, welche senkrecht in die Windungen einschneiden, lassen auf den ersten Blick eine genauere Anordnung an dem Aufbau der Furchen und



Die Fiss. Sylvii giebt, wie beim Rinde, einen Ramus anterior und posterior ab, ihr Ramus acuminis ist kurz. Der Ramus anterior anastomosiert mit der Fiss. ectosylvia anterior (Fig. 16 *sa*).

Die Fiss. praesylvia geht aus dem mittleren Abschnitt der Fiss. rhinalis anterior hervor, sie steigt von da im Bogen empor und geht ohne Unterbrechung in die Fiss. coronalis über. Bei anderen Tieren besteht an dieser Stelle eine Windungsbrücke (Fig. 15, 16 *ps*).

Parallel mit der Fiss. praesylvia und frontal von dieser findet sich eine nicht sehr tiefe, ebenfalls im Bogen emporsteigende Furche, nämlich die Fiss. praesylvia anterior. Sie zieht bis zur Mantelkante und schneidet diese ein, um dort zu endigen (Fiss. intraorbitalis BRADLEY, 5) [Fig. 15, 16 *psa*].

Die Fiss. ectosylvia ist ziemlich kurz, giebt einige Seitenzweige ab sowohl nach vorn als nach hinten. Ihr vorderer, quergestellter Schenkel wird von KRUEG (37) und späteren Autoren als Fiss. diagonalis bezeichnet. Die Fiss. ectosylvia anterior bildet mit dem Ramus anterior der Sylvischen Furche eine an der Oberfläche ununterbrochene Furche, hier und da findet sich zwischen beiden eine schmale Windungsbrücke, bisweilen liegt dieselbe unter der Oberfläche. Der vordere hakenförmige Schenkel der Fiss. ectosylvia (Fiss. diagonalis) verästelt sich reichlich. Er bildet im Gegensatz zum Schafe und der Ziege eine in ihrem ganzen Längsverlaufe und speciell auch über der Spitze der Fiss. Sylvii ununterbrochene Furche und hängt so mehr in geradem Zuge mit der Fiss. ectosylvia posterior zusammen. Im Temporalteil verästelt sie sich reichlich und anastomosiert mit einzelnen Zweigen mit der Fiss. suprasylvia und der Fiss. rhinalis posterior.

Von besonderem Interesse ist beim Pferde die Anlage der Fiss. coronalis und der Fiss. transversa. Jene Furche zieht schräg lateral-frontal zur Fiss. praesylvia (vergl. oben) und zeichnet sich durch besondere Tiefe aus. Der mediale Ast der Fiss. transversa, welche übrigens im ganzen etwas schmaler ist als bei der Ziege und beim Rinde, liegt ganz in der Mantelkante, während der laterale Ast in den Querast der suprasylvischen Furche gewöhnlich übergeht. In manchen Fällen rücken die beiden letztgenannten Furchensegmente nur nahe zusammen. Letzteres wird übrigens öfters auch bei den kleinen Wiederkäuern und auch beim Rinde beobachtet. Mit Bezug auf das Verhalten des lateralen Astes der Fiss. transversa zum Querast der Fiss. suprasylvia finden sich in der Litteratur sehr verschiedene Angaben. Die Ver-

mutung KRUEG's (37), daß eine Anastomose zwischen den beiden genannten Furchenabschnitten nur für die Artiodactylier und für diese auch nur zum Teil Geltung habe, halte ich nicht für richtig, ebensowenig wie die, daß bei den Perissodactyliern die Fiss. transversa der Fiss. cruciata der Caniden homolog sei, eine Annahme, für die sich auch ELLENBERGER (18) erklärt hat.

Gegen die KRUEG'sche Auffassung (37) spricht die vergleichende Betrachtung der verschiedenen Repräsentanten der Ungulaten, insbesondere, wie schon bereits hervorgehoben, die überaus klaren bezüglichen Verhältnisse bei der Ziege und beim Schaf sowie die Ergebnisse der experimentellen Eingriffe, welche später zur Sprache gebracht werden. Aus der Anlage der Fiss. transversa läßt sich kein Unterscheidungsmerkmal zwischen Artio- und Perissodactyliern aufstellen. Selbst die Tapiriden besitzen immer noch diese charakteristische Uebergangswindung zwischen dem medialen Ast der Fiss. transversa und dem vorderen Querast der suprasylvischen Furche wie das Pferd und das Rind.

DEXLER bezeichnete in seinem neuesten Buche (12) beim Pferde dieselbe Fissura transversa ähnlich wie ELLENBERGER zwar als die Fiss. cruciata, es entgeht ihm aber ganz, daß diese Furche (seine F. cruciata und meine Fiss. transversa) mit der Fiss. coronalis in Kommunikation steht (Fig. 25 der DEXLER'schen Arbeit). Dieser Autor läßt im Gegensatz zu anderen Autoren zwischen der Fiss. transversa und dem vorderen Querast der Fiss. suprasylvia eine Windungsbrücke bestehen.

Nach BRADLEY (5) kommuniziert die Fiss. coronalis nach hinten mit der Fiss. lateralis (Fiss. suprasylvia mihi). Den medialen Ast der Fiss. transversa hält auch dieser Autor der Fiss. cruciata der Caniden homolog.

Die Fiss. suprasylvia verläuft ganz ähnlich wie beim Schwein schräg lateral occipitalwärts, sie ist auch im Verhältnis mächtiger als bei dem genannten Tier und endigt sowohl im Occipitalteil wie auf der Scheitelhöhe T-förmig (letztere Quersfurche wurde oben berücksichtigt). Letztere Quergabelung umgreift häufig den lateralen Ast der Fiss. transversa und grenzt auf diese Art die Windung *w* ab. Diese Windung ist beim Pferd auffallend schmal und mehr langgestreckt.

Die Fiss. lateralis nebst ihrem medialen und lateralen Parallelaste (Fiss. entolateralis und ectolateralis) schneidet ziemlich tief in den Mantel ein und verläuft der Mantelkante bis zum Occipitalrande parallel. Durch diese Furche ebenso wie durch die

bisweilen mehrfach segmentierte Fiss. ectolateralis und entolateralis wird eine kleine Reihe von schmalen longitudinal, einander parallel verlaufenden Windungen gleichen Namens nebst Zwischenwindungen abgegrenzt, die sich in ähnlicher Weise nur beim Rind vorfinden, nur sind beim letzteren die Windungsrücken entschieden breiter. Doch ist das gesamte Windungsareal vom Sulcus longitudinalis bis zur suprasylvischen Furche beim Pferde wesentlich breiter, zumal im occipitalen Teile, als beim Rinde.

An der medialen Seite zieht die Fiss. callosomarginalis ununterbrochen in großem Bogen vom occipitalen bis zum Frontalende ganz ähnlich wie beim Rinde. BENEDICTE MAURICE (4) hält diese Furche beim Pferdegehirn für die mächtigste in der ganzen Säugetierreihe. Auch eine Fiss. entogenualis und entosplenialis sowie nach aussen von der Fiss. callosomarginalis gelegene Furchensegmente (Fiss. ectogenualis und ectosplenialis) lassen sich beim Pferd deutlich nachweisen. Alle diese Furchenabschnitte sind ziemlich seicht, sie verlaufen der Fiss. callosomarginalis parallel und sind über der Mitte des Balkens unterbrochen (Fig. 17).

Es ist schon in Vorstehendem hervorgehoben worden, daß die Fiss. transversa der Fiss. cruciata der Caniden nicht entsprechen kann. Die dieser letzteren homologe Furche, d. h. die eigentliche Centralfurche (Mensch) ist zu verlegen in den kurzen, den marginalen Rand durchschneidenden Sulcus (Fig. 17 *cr*), welcher aus dem Frontalschenkel der Fiss. callosomarginalis schräg aufwärts seinen Ursprung nimmt und emporsteigt. Bei der Betrachtung der Mantelkante von der Oberfläche aus, ohne die beiden Hemisphären im Sulcus longitudinalis auseinanderzudrängen, läßt sich von dieser Furche nur selten etwas erkennen. Die Verhältnisse liegen hier somit genau so wie beim Schwein (bei der Ziege, beim Schaf und teilweise auch noch beim Rind geht die bezügliche Furche, wie schon früher erwähnt, ziemlich weit an die Oberfläche und giebt Veranlassung zur Bildung einer dem Gyrus sigmoideus der Carnivoren durchaus gleichartigen Windung). Da somit beim Pferd der Sulcus cruciatus die Mantelkante gewöhnlich nicht erreicht, wird selbstverständlich auch die erste Frontalwindung im hinteren Abschnitt gestreckt bleiben. Es entsteht deshalb an der betreffenden Stelle keine an den Gyrus sigmoideus erinnernde Bildung (Fig. 15  $F_1$ ,  $\Sigma$ ).

Nichtsdestoweniger ist die erste Frontalwindung beim Pferde ziemlich mächtig ausgebildet, zumal im frontalsten Teil.

Hier übertrifft sie die anderen Stirnwindungen nicht ganz um das Doppelte; es verhält sich demnach die erste zur zweiten und dritten Stirnwindung wie 3 : 2 : 1 in ihrer Breite. Im weiteren ist zu bemerken, dass die erste Frontalwindung im vorderen Abschnitt durch die Fiss. praesylvia anterior in zwei Windungshälften getrennt wird, nämlich in den lateralen Hauptabschnitt und den medialen Nebenabschnitt. An den medialen Nebenabschnitt schließt sich basalwärts der mächtige Bulbus und Tractus olfactorius an. Letzterer geht wie bei den anderen Tieren in die Substantia perforata anterior (Tuberculum olfactorium) und auf den Lobus pyriformis über, wo er sich verliert.

Die zweite Frontalwindung anastomosiert mit dem Gyrus ectosylvius durch eine schmale Windungsbrücke und ebenso auch mit der *w*-Windung. Der vordere lateral und basal ziehende Schenkel der zweiten Frontalwindung geht ohne scharfe Grenze in den vorderen freiliegenden Teil der Insel über.

Die dritte Stirnwindung liegt vom Frontalende ziemlich weit entfernt zurück; sie wird wie gewöhnlich nach hinten und unten von dem aufsteigenden und dem vorderen Aste der Fiss. sylvii, in frontaler Richtung und nach oben von der Fiss. ectosylvia bezw. von ihrem vorderen Querast abgegrenzt. Zusammen mit dem hinter dem Ramus ascendens fiss. sylvii liegenden Gyrus bildet sie den Gyrus sylvius der Autoren.

Die große Breite des Gyrus suprasylvius gegenüber dem Gyrus marginalis ist bereits bei der Besprechung der bezüglichen Furchen erwähnt worden. Dieser Gyrus ist gewöhnlich etwa 4mal so breit wie die beim Pferd auffallend schmale marginale Windung.

Entsprechend der Mächtigkeit der Fiss. callosomarginalis ist auch der Gyrus fornicatus, welcher in ähnlicher Weise, wie dies bei den früheren Tieren hervorgehoben wurde, von der Area perforata anterior emporsteigt, den Balken begleitet und in den Gyrus hippocampi übergeht.

#### Ueber die Verwandtschaft zwischen dem Carnivoren- und dem Ungulatengehirn.

Nachdem ich in Kürze die Oberflächenverhältnisse einiger Hauptvertreter der Ungulatenreihe unter Betonung der verwandten und der unterscheidenden Merkmale zur Darstellung gebracht habe, wird es nun angemessen sein, das Großhirn desjenigen Ver-

treters der Ungulatenreihe, welches meines Erachtens bezüglich der Großhirnoberfläche und speciell des Gyrus sigmoideus dem Carnivorengehirn am nächsten stehen dürfte, nämlich der Ziege, näher zu studieren und zwar unter engerer Vergleichung mit dem Hundegehirn.

Dieser Vergleich soll nicht nur auf die morphologischen Verhältnisse der Windungen sich beziehen, sondern auch auf den Aufbau des Großhirnmarkes und die anatomischen Beziehungen des Markkörpers zu den centralen Ganglien ausgedehnt werden. Obwohl die Bezeichnung der Windungen und Furchen bei den Ungulaten nach denen beim Hunde vorgenommen wurden, so halte ich doch eine Vergleichung des Großhirns des Hundes und der Ziege lediglich auf Grundlage der äußeren Gestaltung in Bezug auf die Homologie für unzureichend; meines Erachtens muß die Vergleichung, wenn sie fruchtbar sein soll, von einer viel breiteren Grundlage ausgehend sein und den inneren Aufbau sowie Form und Größe der Ganglien in weitgehender Weise mitberücksichtigen.

Bei einfacher vergleichender Betrachtung der Großhirnoberfläche von Vertretern weit auseinanderstehender Arten lassen sich weder an reifen noch an unentwickelten Gehirnen wirklich bindende Homologieen von Windungen und Furchen auffinden. Wie weit man unter Anwendung dieser ausschließlich rein anatomischen Methode kommt, ersieht man am besten an den gescheiterten Bemühungen alter Autoren eine der Centralfurche des Menschen homologe Furche in der Säugetierreihe festzustellen. Die Homologie wurde hier erst durch das Experiment festgestellt.

Die Bemühungen von TENCHINI und NEGRINI (70), welche das Gehirn des Pferdes und des Rindes mit demjenigen des Menschen in den Einzelheiten verglichen und Homologien erkennen wollten, haben den Wert von Vermutungen.

Man darf bei der Aufstellung von Homologien überhaupt nicht vergessen, daß solche nur bis zu einer bestimmten Stufe sich ziehen lassen, denn wie die feinere motorische Funktion in der Säugetierreihe außerordentlich mannigfaltig gestaltet ist, so sind auch die ihr zur Grundlage dienenden nervösen Apparate oft grundsätzlich ganz verschieden angelegt. Die Art der Repräsentation der kombinierten Bewegungen in der Rinde z. B. ist sowohl mit Rücksicht auf den Modus der Lokalisation an der Oberfläche als auch der Ausgestaltung beim Pferd und Hund eine ganz verschiedene.

Eine solche Parallele ist mit Rücksicht auf die zuletzt er-

wähten gewiß nicht unwichtigen Punkte meines Wissens bisher noch nicht aufgestellt worden, ja der Aufbau des Markes (Centrum ovale, Markzungen, Balken, Fornix etc.) ist wenigstens bei der Ziege überhaupt nicht näher studiert worden. Schon aus diesem Grunde halte ich eine genaue Schilderung der bezüglichen grob anatomischen Verhältnisse für dringend geboten.

Der in den meisten anatomischen Lehrbüchern vertretenen Ansicht, daß das Schwein bezüglich Anordnungen der Furchen und Windungen dem Hunde am nächsten stehe, muß ich auf Grund meiner Untersuchungen entgegentreten und möchte mich eher der Ansicht zuneigen, daß, ähnlich wie es bereits von KRUEG ausgesprochen wurde, die Cavicornier den Caniden in der Windungsanlage wesentlich näher kommen.

Geeigneter zum Vergleich mit dem Carnivorengehirn als die Cavicornier wären vielleicht die Traguliden und die Elaphier, allein es war mir nicht möglich, mich in Besitz solcher Gehirne zu bringen; übrigens gewann ich bei der Durchmusterung der Litteratur über das Gehirn letztgenannter Tiere den Eindruck, daß grundsätzliche Verschiedenheiten im Aufbau der Großhirnoberfläche zwischen diesen Tieren und der Ziege nicht vorhanden sind.

Deshalb habe ich mich der Aufgabe unterzogen, versuchsweise das Gehirn der Ziege und des Hundes auf ihre Verwandtschaft hin zu prüfen.

Eine wesentliche Differenz im Gehirnbau der Ziege und des Hundes besteht in der Bildung des Frontalhirns. Es dehnt sich dasselbe bei der Ziege unter Auswachsen mehrerer reichgefalteter Gyri in frontaler und lateraler Richtung, während es beim Hunde einen bescheidenen Umfang verrät und nach abwärts umgebogen erscheint. Das Frontalende des Hundes, welches das ganze Frontalhirn enthält, besteht eigentlich aus einer einzigen spitz ausgezogenen Windung, dem Gyrus proae (lobus orbitalis LANGLEY), welche seitlich wenig tiefe unregelmäßige Einkerbungen zeigt. Die Frontalwindungen sind somit beim Hunde nur eben angedeutet.

Basal liegt dem Frontalende der Bulbus und Tractus olfactorius an. Der an Bulbus und Tractus medial anschließende Windungsteil ist der Gyrus rectus.

Anders bei der Ziege. Da findet sich außer dem Gyrus frontalis primus (Gyr. proae) seitlich ein weiterer Windungskomplex angelagert, nämlich die zweite und dritte Stirnwindung (Fig. 18,  $F_2$   $F_3$ ).

Die Fiss. coronalis schneidet zwischen erster und zweiter Frontalwindung von oben her ein, indem sie auffallend tief in den Markmantel sich einsenkt. Der Bulbus und Tractus olfactorius legt sich nicht wie beim Hunde dem Gyrus rectus lateral, sondern rein basal an.

Besser noch als bei Betrachtung der Oberfläche läßt sich die Gesamtdifferenz zwischen beiden Tieren an den Querschnitten aus den entsprechend liegenden Ebenen erkennen.

Beim Hunde (Fig. 19) sind im Frontalende 3 Markzungen vorhanden: 1) eine aufwärts gerichtete, welche dem oberen Abschnitt (Gyr. prorae) des Frontalendes angehört; 2) das zum Gyrus rectus gehörende, abwärts spitz abschließende Markfeld und 3) ein seitlicher, auf dem Querschnitt hackenförmiger Fortsatz, welcher von dem vereinten Markfelde lateralwärts abzweigt (Fig. 19).

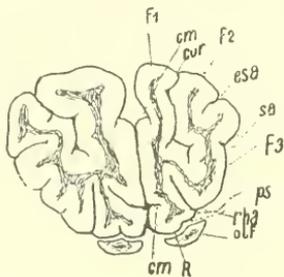


Fig. 18. Ziege.

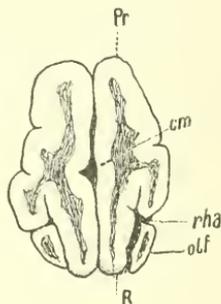


Fig. 19. Hund.

Dieselben Markkäste lassen sich auch bei der Ziege auffinden. Aber Welch ein Unterschied in ihrer Gesamtanlage im Vergleich zu den überaus einfachen Verhältnissen beim Hunde.

Zunächst ist hervorzuheben, daß die Markzunge, welche die erste Frontalwindung und den Gyrus rectus der Länge nach durchsetzt, ebenso wie die betreffenden Windungen auffallend schmal sind bei der Ziege, jedenfalls schmaler als beim Hunde. Dann aber erscheint der laterale, in die 2. und 3. Stirnwindung sich erstreckende Markfortsatz wesentlich mächtiger als beim Hunde und ganz lang gedehnt, auch giebt er zu den einzelnen frontalen Nebenwindungen je kleine Markzungen ab (Fig. 18). Während also beim Hunde die Hauptmarkmasse von der einzigen Frontalwindung eingeschlossen wird, scheint bei der Ziege der größere Abschnitt der 2. und 3. Frontalwindung anzugehören.

Die eigenartige Ausbildung des Frontalendes des Hundes wird zum Teil bedingt durch das Zurückliegen und das tiefe Einschneiden der Fiss. praesylyvia (Fiss. orbitalis LANGLEY). Letztere Furche liegt nämlich bei der Ziege fast ganz am Frontalende. Sie schiebt sich da zwischen die vorderen Endäste der Fiss. coronalis ein. Die seitliche Anlagerung neuer Windungen an die erste Frontalwindung erfolgt beim Hunde hinter der Fiss. praesylyvia, wo ein deutlicher Uebergang zwischen der Rinde des Frontalendes und dem Gyrus ectosylvius anterior, übrigens ganz ähnlich wie bei der Ziege, bei dieser nur viel weiter vorn, vorhanden ist.

An den Gyrus sigmoideus schließen sich bei der Ziege wie beim Hunde die 3 Bogenwindungen an. Dieser Anschluß erfolgt indessen bei der Ziege in einer ganz anderen Weise als wie beim Hunde.

Beim letzteren Tiere imponiert auf dem Frontalschnitt der breite Windungsrücken des Gyrus sigmoideus (Fig. 20  $\Sigma$ ). An diesen schließt sich der wesentlich dürftigere Gyrus coronarius an, welcher von der präsylyvischen Furche abgeschlossen wird. Die Fiss. coronalis schneidet beim Hunde viel weniger tief in den Markmantel ein als wie dies bei der Ziege der Fall ist. Auch ist hervorzuheben, daß die Bogenwindungen beim Hund sich erst beim Gyrus sigmoideus anschließen, während dies bei der Ziege nicht zutrifft. Beim Hunde stülpt die Fiss. praesylyvia einen Rindenfortsatz ziemlich tief in den Gyrus sigmoideus ein. Bei der Ziege liegt diese Furche weiter basalwärts und ist ganz unansehnlich. Der Gyrus coronarius und ectosylvius haben beim Hunde somit eine gewisse Verwandtschaft mit der 2. und 3. Stirnwindung bei der Ziege aufzuweisen und zwar mit Rücksicht auf ihre Abgrenzung durch die Fiss. coronalis und ectosylvia.

Die Art und Weise der makroskopischen Vereinigung des Tractus olfactorius mit dem Gyrus rectus und die Art des Ueberganges beider in die Substantia perforata anterior ist bei beiden Tieren eine ganz ähnliche.

Das Prinzip des Markaufbaues bei der Ziege ändert sich im

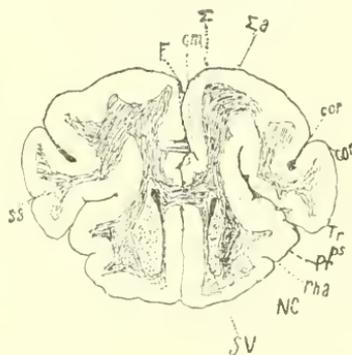


Fig. 20. Hund.

Frontallappen in weiter nach hinten gelegenen Ebenen, zumal in denen der Gyrus sigmoideus in die Schnittfläche tritt. So sehen wir in der durch den Gyrus sigmoideus gelegten Ebene bei der Ziege an der Medianspalte eine schmale, relativ reich gefaltete Windungsgruppe, welche dem Gyrus sigmoideus entspricht (Fig. 21  $\Sigma.p$ ). Die Markzüge dieser Windung sind ebenso wie diejenigen des vordersten Abschnittes der ersten Frontalwindung dürftig, aber entsprechend der reichen Rindenfaltung mehrfach verästelt. Die auffallend tiefe Fiss. coronalis trennt den genannten Windungsbezirk scharf vom übrigen Mantel ab.

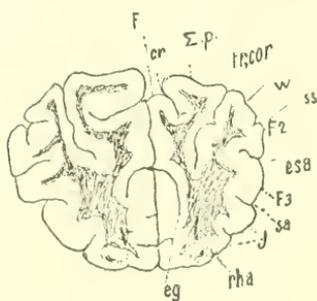


Fig. 21. Ziege.

Einen wesentlich größeren Windungsabschnitt stellt die sich an den Gyrus sigmoideus anschließende Mantelpartie dar, welcher durch schmale Furchen getrennt von oben nach unten die 2. und 3. Frontalwindung und noch mehr basalwärts die Insel, letztere durch die Fiss. Sylvii anterior abgegrenzt, folgt. Die Hauptmarkmasse findet sich ganz ähnlich wie in vorderen Ebenen in der 2. und 3. Frontal-

windung (Fig. 21). Selbstverständlich ist die Zahl der vom gemeinschaftlichen Markfeld der 2. und 3. Frontalwindung abgehenden Markzungen entsprechend der reichen Faltung daselbst eine ziemlich beträchtliche.

Beim Hunde fällt das Schwergewicht des Markes in den Gyrus sigmoideus, während die viel dürftiger entwickelten von der Fiss. coronalis abgetrennten, lateral und basal liegenden Windungen (Gyr. coronarius, suprasylvius, ectosylvius) nur im Besitze wesentlich kleinerer Markfelder sind. Immerhin ist zu bemerken, daß bei der Ziege wie beim Hund, bei jener allerdings in geringerem Grade, der medial einschneidende Fortsatz der Fiss. cruciata ziemlich tief in den Hirnmantel sich einseckt und so die mediale Rinde des Gyrus sigmoideus einstülpt.

Im weiteren ist zu sagen, daß beim Hunde der Balken sowie das Vorderende des Streifenhügels und des Vorderhorns des Seitenventrikels von der Frontalspitze viel weniger weit entfernt ist als wie bei der Ziege. Diese Thatsache bildet eine der Hauptverschiedenheiten in der Anlage des Frontallhirns. Während die Entfernung vom Balkenknie bis zum Frontalende bei der Ziege im

Durchschnitt etwa 3 cm beträgt, ist sie beim Hunde nur etwa 14–20 mm je nach Rasse und je nach Größe des Tieres.

Die von mir mit *w* bezeichnete Windungsbrücke des Gyrus coronarius zum Gyrus suprasylvius, welche durch den lateralen Ast der Fiss. transversa und den vorderen Querast der Fiss. suprasylvia abgegrenzt ist, gelangt beim Hunde zu deutlich stärkerer Entwicklung als wie bei der Ziege (Fig. 21).

Bezüglich der Frontalwindungen ist noch zu erwähnen, daß sie selbstverständlich und schon mit Rücksicht auf die bedeutende Distanz zwischen dem Frontalende und dem Balkenknie einen wesentlich größeren Raum und Ausdehnung einnehmen wie beim Hunde, und daß bei der Ziege vor allen Dingen die 3. Stirnwindung als stattliche und mit bedeutendem Markfeld versehene Windung in Betracht kommt, ein Gyrus, welcher beim Hunde just als eine kleine Erhabenheit der Großhirnoberfläche sich wahrnehmen läßt. Diese Windung liegt beim Hunde ziemlich weit zurück (Gyr. sylvius).

Bessere Uebereinstimmungen im Bau des Großhirns der beiden Tiere finden sich in den Windungen des Parietal- und Occipitalteiles. Es ist da nicht ohne Interesse, bei der Vergleichung auch noch die bezüglichen Verhältnisse bei der Katze heranzuziehen.

Der Balken und Fornix verhalten sich nach Größe und Ausdehnung in ähnlicher Weise.

Was die Markfelder der verschiedenen Windungen des Parietalteiles anbelangt, so kann man im allgemeinen sagen, daß beim Hunde die Markzungen kürzer sind, von einander unabhängiger verlaufen und daß sie sich radiär in das Centrum ovale bzw. in die innere Kapsel ergießen. Bei der Katze liegen die Verhältnisse ganz ähnlich (Fig. 24).

Bei der Ziege sind die Markfelder entsprechend der größeren Dicke der Hemisphärenwand und entsprechend reicheren Einstülpung der Rinde wesentlich länger, auch etwas steiler, dafür aber schmaler als wie beim Hunde. Auch sieht man, daß einige mehreren Windungen angehörende Markzungen, bevor sie in das Centrum ovale oder innere Kapsel übergehen, noch ein gemeinsames Markfeld passieren (Fig. 26).

Was die Differenzen der einzelnen Windungen anbetrifft, so ist hervorzuheben, daß der Gyrus fornicatus der Ziege wesentlich mächtiger entwickelt ist als beim Hund und bei der Katze.

Bezüglich des Gyrus marginalis ist zu sagen, daß er beim

Hund und bei der Katze durch die Fiss. lateralis vom Gyrus suprasylvius ziemlich scharf abgegrenzt ist. Bei der Ziege ist die Trennung beider Gyri in den mehr nach vorn gelegenen Ebenen eine ziemlich oberflächliche, dementsprechend bildet auch der Gyrus suprasylvius in diesen Ebenen ein kleines Anhängsel mit einem bescheidenen Markanteil an der marginalen Windung. In den mehr nach hinten gelegenen Ebenen werden die Verhältnisse bei der Ziege übrigens ganz ähnlich wie beim Hund und der Katze. Die suprasylvische Furche ist zwar bei der Ziege wesentlich tiefer als wie beim Hunde und bei der Katze, sie ist indessen auch bei den letztgenannten Tieren durchaus nicht nur oberflächlich gebildet.

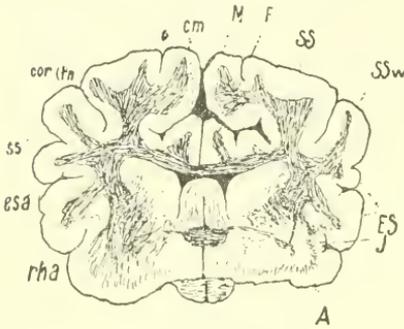


Fig. 22. Hund.

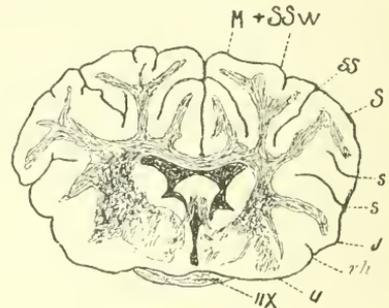


Fig. 23. Ziege.

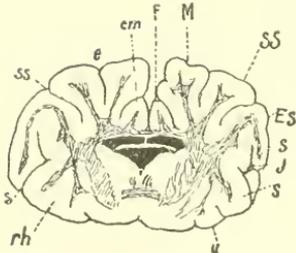


Fig. 24. Katze.

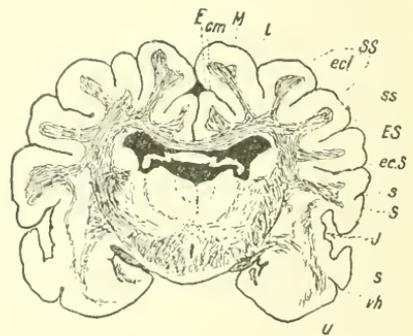


Fig. 25. Hund.

Was die Grenze des Shhügels anbelangt, so ist zu betonen, daß beim Hunde die erste Ebene des Shhügels in die ersten Frontalebene der Insel fällt, bei der Ziege dagegen rückt die vorderste Partie des Shhügels verhältnismäßig mehr nach hinten, d. h. in die nämliche Ebene, in welcher der Ramus ascendens der Fiss. Sylvii in der Hauptsache in die Schnittfläche fällt (Fig. 23).

Der allererste Anfang der Insel fällt bei Katze und Hund in dieselbe Schnittebene wie die vordere Kommissur (Fig. 22, 24).

Eine noch größere Uebereinstimmung in der Anlage der Windungen und Markzungen zeigt sich in der parieto-occipitalen Region aller drei zum Vergleich herangezogenen Tiere.

Bei der Katze ist der Gyrus fornicatus klein und zusammengedrückt, besser ist er schon beim Hunde entwickelt und am ausgeprägtesten zeigt er sich bei der Ziege, wo er langgestreckt erscheint (Fig. 29 *F'*).

Der Gyrus marginalis grenzt sich bei allen oben erwähnten Tieren gut ab, bei der Ziege ist er lang ausgezogen, aber schmal (Fig. 29 *M*).

Den breitesten Windungsrücken hat bei der Ziege der Gyrus suprasylvius, derselbe erfährt aber ebenso wie beim Hunde in der Regel eine sekundäre Zweiteilung (Fig. 26).

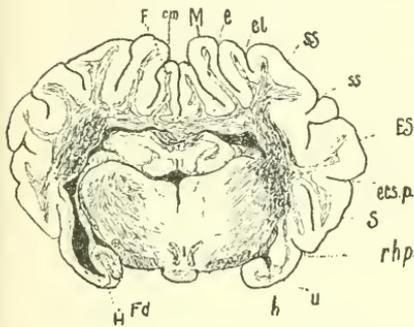


Fig. 26. Ziege.

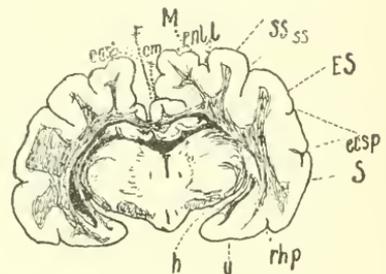


Fig. 27. Katze.

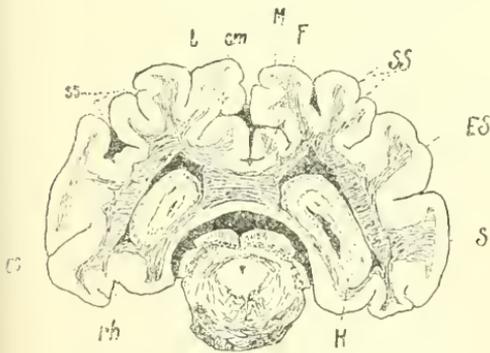


Fig. 28. Hund.

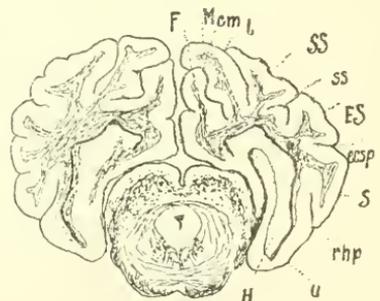


Fig. 29. Ziege.

Das temporale Windungsgebiet wird bei diesen Tieren durch 2 Windungen, den Gyrus ectosylvius und sylvius, dargestellt. Den Windungen entsprechend gestalten sich auch die denselben zugehörigen Markzungen (Fig. 24—29). Die Markmasse des Centrum

ovale bildet hier wie bei allen Säugetieren ein Dach des Seitenventrikels.

In den Ebenen des Uebergangs des Seitenventrikels in das Unterhorn sieht man bei allen Vergleichstieren, daß die Rinde des Lobus pyriformis allmählich in diejenige des Uncus und des Gyrus hippocampi übergeht. Die Fascia dentata und die Fimbria schließen sich direkt an den Gyrus hippocampi an. Die Ammonswindung zieht in einem nach hinten konvexen Bogen frontalwärts bis zum vordersten Ende des Sehhügels, welchen sie dachförmig bedeckt. Auf den Querschnitten (Fig. 26, 27) erscheinen Fascia dentata und Gyrus hippocampi ventral vom Balken quergetroffen.

Wenn wir am Querschnitte die Gegend des Occipitalteils prüfen, so ergeben sich in der Anlage der Windungen keine wesentlicheren Differenzen.

### Vergleichung der Hemisphären der verschiedenen Ungulaten.

Nachdem ich in Kürze vorstehend auf das Wesentlichste mit Rücksicht auf Verwandtschaft mit dem Carnivorengehirn eingetreten bin, sollen nun die wichtigsten Punkte mit Bezug auf gemeinsame und differente Merkmale bei den Ungulaten untereinander besprochen werden.

Im Frontalteil des Schafes ergeben sich gegenüber der Ziege keine wesentlichen Unterschiede außer den früher erwähnten (Fig. 30).

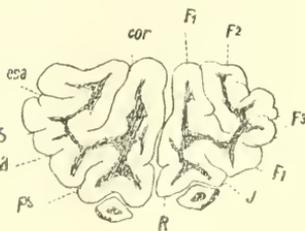


Fig. 30. Schaf.

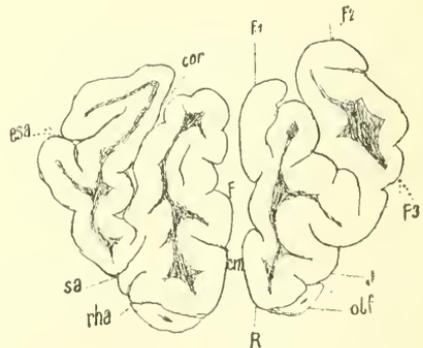


Fig. 31. Rind.

Beim Rinde bleibt infolge geringerer Entwicklung die erste Frontalwindung beträchtlich gegen die überliegende 2. Frontalwindung zurück und zusammengedrängt. Eine sehr tiefe Fiss. coronalis trennt beide Windungen (Fig. 31).

Die Gyri am Frontalende des Schweines sind schmal und langgestreckt, ähnlich wie bei der Ziege; sie stehen im eigentlichen Gegensatze zu denen des Rindes. Der Tractus olfactorius erreicht besondere Größe und zeichnet sich beim Schweine noch dadurch aus, daß er im vorderen Teile die Fiss. praesylyvia noch überragt (Fig. 32).

Der Stirnteil des Pferdes besitzt besondere Eigentümlichkeiten. Vor allem fällt hier die massige Entwicklung der Stirnwindungen auf. Dieses Verhalten erinnert in geringerem Grade an die Frontalwindungen des Rindes. Die 1. Stirnwindung hat wie beim Rinde Neigung zum Einsinken (Fig. 33).

Was die Markverhältnisse anbelangt, so besitzt vor allen untersuchten Tieren das Pferd in den Stirnwindungen die größten Markansammlungen. Lange schmale Markzungen, wie sie bei der Ziege, dem Schafe, dem Schweine und in geringerem Grade auch noch bei dem

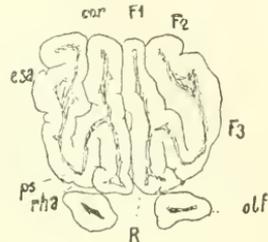


Fig. 32. Schwein.

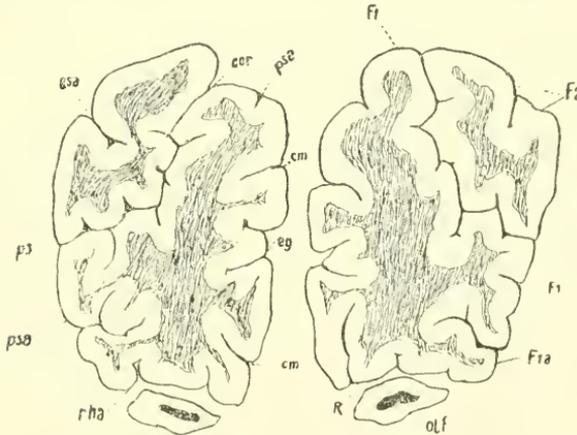


Fig. 33. Pferd.

Rinde anzutreffen sind, fehlen beim Pferde gänzlich. Entsprechend der Dicke der Windungen sind auch die Markfortsätze stärker, weniger spitz ausgezogen an ihren Enden. Die dicken Markzungen treten zu einem einheitlichen großen Markfelde vor dem Beginn des Seitenventrikels im Frontalhirn zusammen. Ein ähnliches Markfeld fehlt den übrigen Vergleichstieren in dieser Ausdehnung.

Auf der Höhe der Fiss. cruciata beginnt schon beim Schafe die 1. Frontalwindung gegenüber derjenigen der Ziege etwas kleiner zu werden (Fig. 34). Diese Verkleinerung wird beim Pferde und Rinde, besonders aber beim Schweine am ausgeprägtesten. Wie früher schon berührt, geht mit dieser Verkleinerung

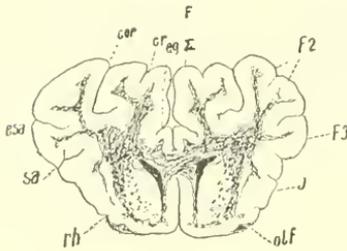


Fig. 34. Schaf.

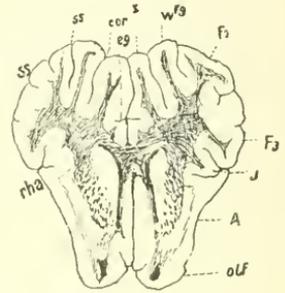


Fig. 35. Schw ein.

der 1. Frontalwindung eine Verkümmern der Fiss. cruciata Hand in Hand, so daß die noch beim Schafe und der Ziege deutliche, über die Mantelkante übergreifende Fiss. cruciata beim Pferde,

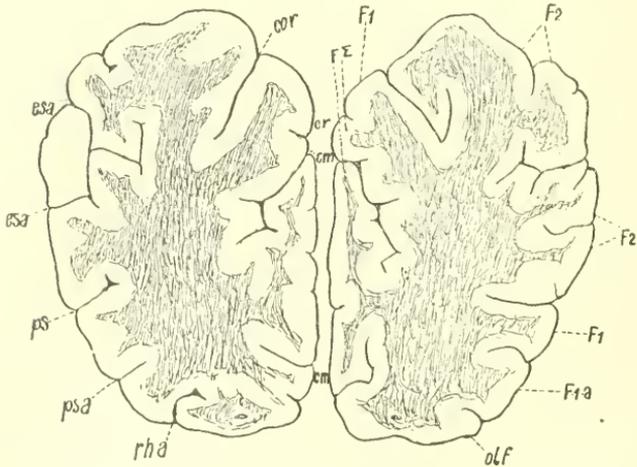


Fig. 36. Pferd.

beim Rinde und beim Schweine vollends auf die mediale Lippe der 1. Frontalwindung zurückgedrängt wird. Diesem Vorgange entsprechend verhält sich das Mark. Schaf und Ziege schließen in diesem Teile der 1. Frontalwindung erheblich größere Markzungen

ein als das Rind oder das Schwein. So stellt die Markzunge an der Fiss. cruciata des Schweines und des Rindes eine dünnere Lamelle dar, auch beim Pferde erreicht dieselbe durchaus keine außergewöhnliche Stärke (Fig. 36).

Die 2. und 3. Stirnwindung weist bei allen Vergleichstieren dieselbe große Ausdehnung auf, besonders entwickelt sind beide Stirnwindungen beim Pferde, bei welchem Tiere sie noch in Unterabteilungen zerfallen. Ihnen kommt bei diesem Tiere ein sehr starkes gemeinsames Markfeld zu, das sich in ähnlicher Ausdehnung bei keinem der untersuchten Tiere wiederfindet (Fig. 36).

Der Beginn des Balkens, des Seitenventrikels und des Streifenhügels fallen bei allen diesen Tieren so ziemlich in dieselbe Ebene.

Im allgemeinen herrscht auch in der Parietalregion beim Pferde entsprechend den größeren und breiteren Windungen eine größere Ausdehnung in den Markfortsätzen vor. Die Enden dieser Markleisten sind mehr lappig und ziehen sich nicht wie bei den übrigen Vergleichstieren in spitze Fortsätze aus. Auch zeichnet sich das Centrum ovale und die innere Kapsel beim Pferde durch außergewöhnliche Stärke in hinteren parietalen Ebenen aus.

Beim Schafe, der Ziege und beim Schweine sind besonders die der Mantelspalte nahe gelegenen Windungen und die zugehörigen Markfortsätze lang und schmal (Fig. 37, 26, 38).

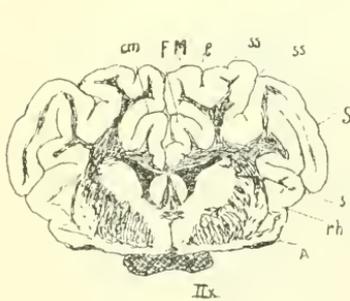


Fig. 37. Schaf.

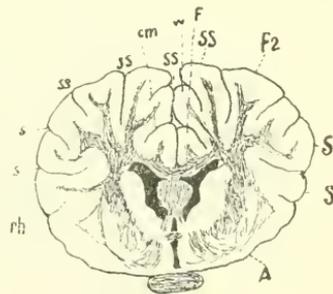


Fig. 38. Schwein.

Die Insel fällt bei allen Vergleichstieren mit der vorderen Kommissur zusammen (Fig. 37, 38, 39).

Der Beginn des Sehhügels stimmt mit der bereits bei der Ziege beschriebenen Ebene überein.

Septum und Fornixsäule liegen entsprechend wie bei der Ziege.

Die Ammonswindung bedeckt, wie schon früher bei der Ziege gesagt wurde, den Sehhügel von oben und reicht bis wenig über

seine Mitte nach vorn. Um auf die Größenunterschiede der einzelnen Windungen überzugehen, muß hier wiederum auf die relativ geringe Ausdehnung des Gyrus fornicatus beim Pferde

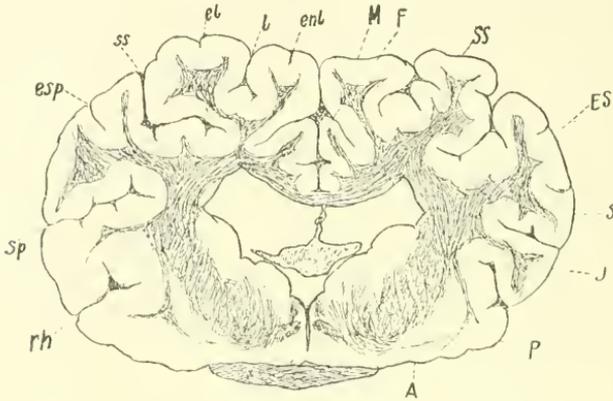


Fig. 39. Rind.

und beim Rinde gegenüber der Ziege, dem Schafe und dem Schweine verwiesen werden. Beim Pferde ist zudem der Gyrus

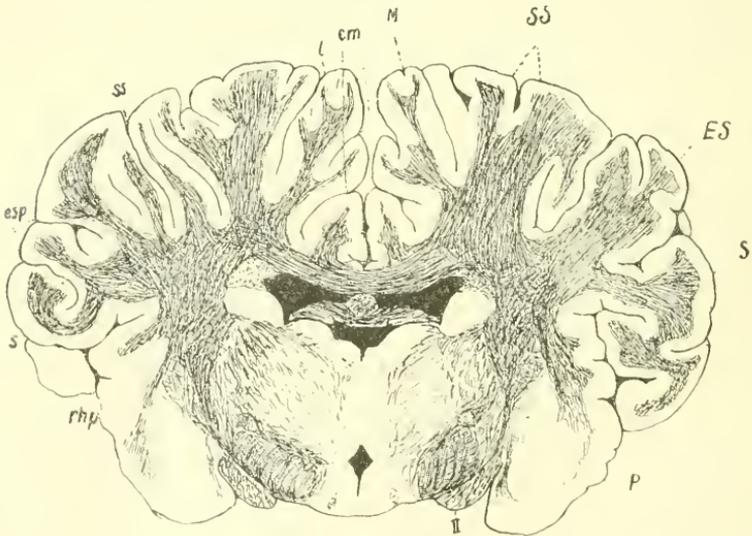


Fig. 40. Pferd.

marginalis relativ am kleinsten, währenddem diese Windung beim Schafe, beim Schweine und der Ziege eine Mittelstellung einnimmt. Am umfangreichsten ist die Randwindung unbestritten beim Rinde

(Fig. 43). Bei diesem Tiere bleibt jedoch der Gyrus suprasylvius an Breite zurück und kommt der nämlichen Windung beim Pferde an Umfang bei weitem nicht gleich. Es gehört deshalb auch beim Pferde, dem Schafe, der Ziege und bei dem Schweine der größere Markanteil nicht der marginalen Windung, wie dies beim Rinde der Fall ist, sondern der suprasylvischen Windung an (Fig. 44, 41, 26, 42).

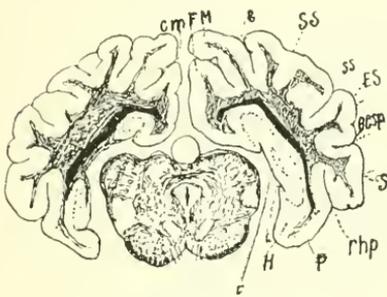


Fig. 41. Schaf.

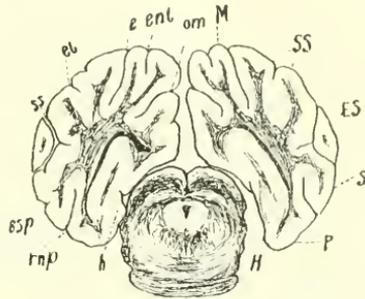


Fig. 42. Schwein.

In den temporalen Windungen kann ein größerer Unterschied nicht herausgefunden werden, auch erreicht der Lobus pyriformis bei allen Vergleichstieren den ihrer Größe entsprechenden Umfang.

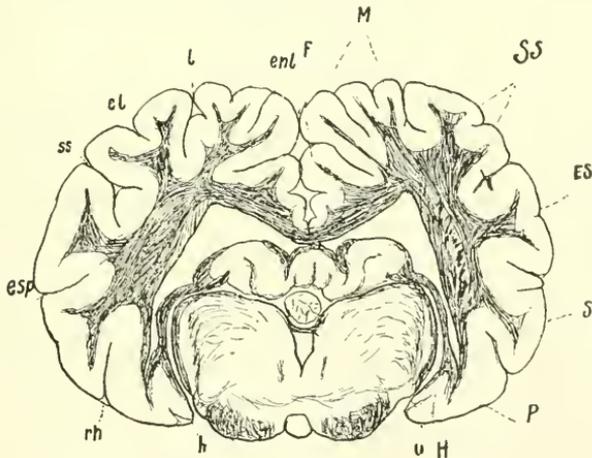


Fig. 43. Rind.

Nahе der Occipitalspitze treten bei allen Vergleichstieren gegen die Medianspalte hin mehr langgestreckte Markleisten und Windungszüge auf, während die mehr lateralen Windungen breitere Rücken mit größeren Markmassen aufweisen.

Auf die Größe der Markansammlung am Uebergange des Seitenventrikels in das Unterhorn muß noch besonders aufmerksam gemacht werden. Dieses Markfeld erreicht hauptsächlich beim Pferde den größten Umfang und nimmt bei allen Vergleichstieren besondere, schon makroskopisch erkennbare Schichtung an (Fig. 41—44).

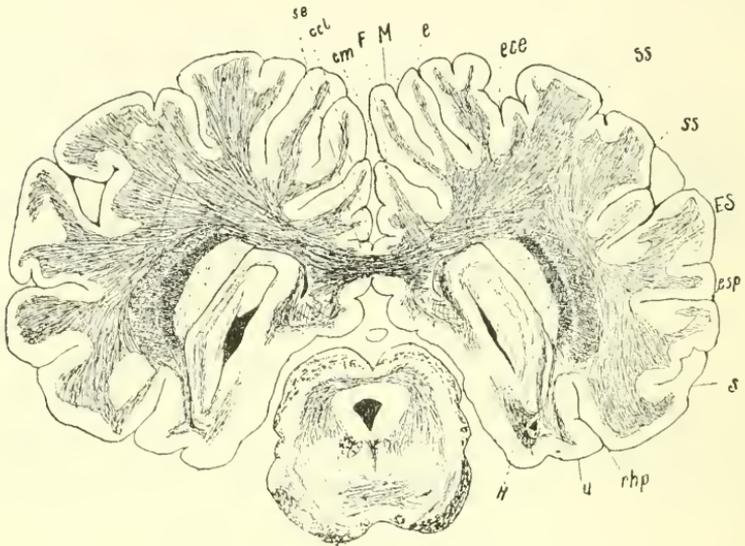


Fig. 44. Pferd.

Um über die Mengenverhältnisse des Markes und der Rinde des Ungulatengehirnes einigermaßen orientiert zu sein, habe ich nach dem Vorschlage von DANILEWSKY (9) und His (29) Untersuchungen angestellt.

Obwohl ich mit einigen Bedenken solchen Berechnungen gegenüberstand, erschien es mir wissenswert, gegenüber den Resultaten beim Menschen einige Anhaltspunkte über das gegenseitige Verhältnis der weißen zur grauen Substanz im Großhirn der Ungulaten zu besitzen. Genau genommen ist es wohl niemals möglich, einen richtigen Aufschluß über die gegenseitigen Größenverhältnisse zu erlangen, weil ja eine Abgrenzung zwischen grauer und weißer Substanz sowohl nach der Rinde wie nach den tieferen Teilen hin auf so rohe Weise eine Menge von Fehlerquellen in sich schließt.

So erhielt ich Zahlen, die einmal nach der untersuchten Tierart und sodann nach der topographischen Lage der untersuchten

Stelle variierten. Im Frontalteil konnte ich ein enges Verhältnis, das mehr dem des Menschen nahe stand, also ein Verhältnis von Mark zu Rinde wie 2:3 ergab, finden. Insbesondere kam der Frontalteil des Pferdes dem des Menschen am nächsten. In anderen Hemisphärenabschnitten führten die quantitativen Bestimmungen zu entgegengesetzten Resultaten, in denen die Rinde um das Doppelte und noch mehr das Mark übertraf.

---

## II. Teil.

### **Beziehungen des Großhirnmarkes zur Hirnrinde und zu den infracorticalen Regionen.**

Im Anschluß an die im ersten Teil behandelte Schilderung der Großhirnoberfläche und des Markkörpers bei den Ungulaten sollen nunmehr die feineren Beziehungen zwischen den Faser-massen und der Hirnrinde sowie den infracorticalen grauen Regionen zur Darstellung gelangen.

Zur Illustration des Gesagten sollen auch hier die im vorhergehenden Abschnitte reproduzierten Figuren von Frontalschnitten der verschiedenen Gehirne dienen, auf welche jeweils im Texte verwiesen wird.

Die centralen Markmassen, d. h. das Centrum ovale und die Markzungen in den Windungen setzen sich aus Markfasern sehr verschiedenen Kalibers zusammen, die an PAL-Präparaten in ihren verschiedenen Schnittrichtungen sehr deutlich sichtbar sind. Die Dicke der Markscheiden von gleichartigen Bündeln ist bei den verschiedenen Repräsentanten der Ungulaten ungefähr die nämliche, dagegen variiert sie bei dem einzelnen Tiere je nach anatomischer Bedeutung und auch innerhalb gleichartiger Verbindungen in ziemlich beträchtlicher Weise, d. h. zwischen 1—5  $\mu$ . So sind in der Zonalschicht der Rinde bisweilen Fasern zu finden, die denen des Stabkranzes zum mindesten im Kaliber gleichkommen, ja sie oft noch übertreffen.

Bei neugeborenen Tieren hat bekanntlich der Markkörper noch nicht dieselbe Beschaffenheit wie bei älteren Tieren; er ist kleiner und es finden sich hier die markhaltigen Fasern nur in

beschränkter Anzahl vor, auch sind sie auffallend dünn. Die marklosen Fasern überwiegen hier ähnlich, wie es beim Menschen der Fall ist und ähnlich, wie es DÖLLKEN (13) bei jungen Kätzchen beobachtet hat.

Die Markentwicklung erfolgt, wie ich mich beim Studium der bezüglichen Verhältnisse an jungen Ziegen überzeugt habe, successive und ähnlich, wie es DÖLLKEN (13) bei der Katze festgestellt hat in einer Reihenfolge, die wohl größtenteils durch die physiologische Bedeutung der Bahnen für das junge Tier bestimmt wird.

Das Ungulategroßhirn ist, wenigstens an der Konvexität, charakterisiert durch lange Windungen mit schmalen Kämmen und daher auch durch lang ausgezogene dünne Markzüge und durch auffallend tiefe Furchen. Dem gegenüber sind die entsprechenden Windungen beim Hunde und vollends beim Affen und Menschen mehr breit, wulstig, dafür aber niedriger; die Markzungen sind breiter und kürzer, die Markleisten der Windungen sind dicker und faserreicher als bei den Ungulaten, bei welchen überhaupt in der Mitte der Konvexität das Großhirnmark eine nur bescheidene Entwicklung zeigt.

Eine Sonderung der Fasermassen im Centrum ovale und in den Markzungen nach ihrer Herkunft ist bei einer noch so minutiösen Durchmusterung der Schnittreihen selbstverständlich nur im Groben möglich. Eine flüchtige Betrachtung der nach PAL gefärbten Schnitte lehrt indessen, daß bei den Ungulaten nicht minder wie bei den übrigen Säugern die Associationsfasern (kürzere und längere) sowohl über die Kommissurenfasern als vollends über die Projektionsfasern stark dominieren. Die kürzeren Associationsfasern scheinen im Centralgebiet weniger reich angelegt zu sein wie beim Hunde, Affen und Menschen. Ihr Mangel bedingt gewiß zum Teil die früher berührten Eigentümlichkeiten im centralen Windungsgebiet der Ungulaten.

Bei sämtlichen von mir untersuchten Ungulaten sind dagegen die streckenweise als geschlossene Bündel verlaufenden langen Associationsfasern stattlich angelegt und lassen sich anatomisch ziemlich gut abgrenzen. Ich nenne hier z. B. die 3 Hauptstrata des occipitalen Markes, den Fasciculus cinguli und subcallosus.

Von den Kommissuren zeigt sowohl der Balken, die vordere Kommissur als auch die Commissura hippocampi eine sehr beachtenswerte Ausdehnung, die derjenigen der Carnivoren keineswegs nachsteht. Der Balken ist bei der Ziege und beim Pferde, schon nach gröberer Schätzung zu urteilen, relativ weit mächtiger

entwickelt, zumal im Knie, als derjenige der Katze und des Hundes, ja sogar des Affen, doch erreicht er die Ausdehnung des menschlichen bei weitem nicht.

Was die Projektionsfasern anbetrifft, so lassen sie sich aus der Masse der Stabkranzfasern und der inneren Kapsel, ferner aus dem Umfang des Pedunculus und der Pyramide am besten ermessen. Auch die Fornixbündel dürfen zum Vergleich herangezogen werden, doch ist die Zahl der hier verlaufenden Projektionsfasern eine geringe.

Der Stabkranz erreicht bei den höher entwickelten Ungulaten (Ziege, Pferd) relativ einen mindestens ebenso bedeutenden Umfang wie bei Katze und Hund und es scheint namentlich der vordere, frontale Abschnitt besonders mächtig entwickelt zu sein, in diesem Teile mächtiger als bei den Carnivoren.

Die innere Kapsel verrät demnach bei den Ungulaten, insbesondere in ihrem lenticulo-striären Anteil, einen sehr bemerkenswerten Umfang.

Auch der Sehhügel, der bei allen höheren Säugern in seiner Entwicklung mit derjenigen des Großhirnmantels ziemlich Schritt hält (FOREL 24), zeigt bei den Ungulaten im vorderen Abschnitt eine größere Ausdehnung als bei den Carnivoren.

Der Pedunculus cerebri ist bei beiden Tierordnungen verhältnismäßig gleich entwickelt, doch nimmt er bei den Ungulaten nach abwärts rasch ab, in dem die bezüglichlichen Faseranteile sich teils in der Substantia nigra, teils aber in der Brücke fast völlig erschöpfen. Der Pyramidenanteil ist selbst bei der Ziege und vollends beim Rinde, Schafe, Schweine und beim Pferde auffallend schmal; er zeigt bei der Ziege z. B. kaum den absoluten Umfang der Pyramide eines Kaninchens.

Es wird am besten sein, die Beteiligung der verschiedenen Markbündel an der Bildung des Großhirnmarkes und ihre zu den übrigen Hirnteilen verlaufenden Abschnitte an einer Tierart näher zu beleuchten. Ich wähle hierzu das Pferd und ziehe die übrigen Vergleichstiere, sofern ihnen besondere Verhältnisse zukommen, zur Vergleichung heran.

## Das Mark des Großhirnes des Pferdes.

### Allgemeines.

Die Art der Ausbreitung des Markes im Großhirn des Pferdes und speziell die quantitative Verteilung desselben auf die einzelnen

Abschnitte des Großhirnes bietet außerordentlich viel Interessantes dar und namentlich wenn man die bezüglichlichen Verhältnisse mit denen des menschlichen Gehirnes vergleicht.

Studiert man eine ununterbrochene Frontalschnittreihe des Pferdes vom Frontalende aus in occipitaler Richtung, dann gestalten sich die Verhältnisse folgendermaßen:

Die Markmasse des Frontallappens, d. h. derjenigen Partie beim Pferde, welche vom Frontalpol bis zur vordersten Ebene des Balkens sich erstreckt, ist beim Pferde außerordentlich reich entwickelt. Sie steht der des menschlichen Gehirnes durchaus nicht sehr weit nach. Bei wiederholten Messungen zeigt sich, daß beim Pferde die Entfernung vom Frontalpol bis zum ersten Beginn des Balkens etwa 4 cm beträgt und somit eher etwas größer ist als beim Menschen. Dafür ist allerdings der Balken beim Menschen wesentlich länger und voluminöser.

Auch in der Breite der Hemisphäre ist das Centrum ovale in fast allen Querschnitten auffallend ausgedehnt. Es erreicht das Feld des Centrum ovale in einer Entfernung von ca. 32 mm vom Frontalpol da und dort eine Dicke bis zu 3 cm, während die Dicke der Hemisphäre 45 mm beträgt. Beim Menschen mißt die Breite des Markes auf gleicher Höhe 4—4,5 cm, die Dicke der Hemisphäre 5,5 cm. Die größte Höhe des Centrum ovale beträgt in dieser Entfernung vom Frontalpol beim Pferde 4,8 cm, die gesamte Höhe des Frontallappens 6,5 cm einschließlich des Riechlappens, beim Menschen erreicht das Mark des Centrum ovale eine Höhe von 5,3 cm, die Hemisphäre eine Höhe von 7—7,5 cm.

Von dieser Ebene (3,2 cm vom Frontalpol entfernt) an gegen den Frontalpol zu nimmt die Markmasse beim Pferde ebenso wie beim Menschen successive ab, vielleicht etwas rascher als bei diesem und es fallen in die Schnittfläche die überaus tiefen und an Seitentaschen reichen Hauptfurchen (Fiss. coronalis, praesylyvia), wodurch das Centrum ovale mehrfach in Sonderabteilungen zerfällt, resp. in die Markzungen der vordersten Frontalwindungen übergeht. Auch in diesen Ebenen ist die Markanhäufung eine sehr bemerkenswerte (Fig. 33).

Von 3,5 cm hinter der Frontalspitze an sondert sich innerhalb des Centrum ovale centralwärts die erste Andeutung paralleler, gleiche Richtung (longitudinale) einnehmender Faserstränge: es ist dies der Beginn des frontalen Abschnittes des Stabkranzes (Fig. 45).

Von diesen Ebenen an und bis zu den Ebenen des Balken-

knies findet sich im Centrum ovale eine außerordentlich reiche Markfülle. Es bezieht sich diese insbesondere auf das dorsale Gebiet der Konvexität, während schon hier und im Gegensatz zu den Verhältnissen beim Menschen die basale Partie, abgesehen des beim Pferde außerordentlich mächtig entwickelten Lobus olfactorius und Gyrus rectus, der Markkörper ebenso wie die Windungen (untere basale Hälfte der 2. und 3. Stirnwindung) wesentlich markärmer sind als beim Menschen.

Von den vorderen Ebenen des Balkens (Balkenknies) an erfährt der Markkörper des Großhirnes entsprechend der Eigentümlichkeit der Oberflächenfaltung in der parietalen Gegend eine sehr bemerkenswerte Modifikation, die mit geringen Schwankungen bis zu den Querschnittsebenen durch die Gegend des Ueberganges des Seitenventrikels in das Unterhorn ziemlich gleichmäßig sich erstreckt.

Mit dem Beginn der schon früher eingehend geschilderten langgestreckten und schmalen Windungen der Konvexität (welche für die Ungulaten typisch sind), nimmt die Ausdehnung des eigentlichen Centrum ovale ziemlich rasch ab. Der Markkörper wird beinahe erschöpft durch die Markzungen der langen Windungen einerseits, durch Stabkranz- und Balkenfaserung andererseits derart, daß die Markfelder, abgesehen der Markzungen und der genannten Markabschnitte nur einen sehr bescheidenen Raum einnehmen (Fig. 41, 44).

Was im Weiteren und namentlich bei Vergleichung der entsprechenden Querschnitte des menschlichen Gehirnes auffällt, das sind die der außerordentlich dürftig entwickelten basalen Windungsmasse (Insel, Operculum, Lobus pyriformis, Schläfenwindungen) entsprechenden markfaserarmen und schwächtigen Markzungen der genannten Windungen (Fig. 45).

Von den Ebenen des Balkenspleniums (Uebergangsebenen des Seitenventrikels ins Unterhorn) nimmt die Markmasse des Großhirnes im allgemeinen an Umfang zudem etwas zu bis kurz vor der Occipitalspitze, um bald nachher von neuem rasch abzunehmen. Dieser Zunahme ist diejenige im Parietallappen des menschlichen Gehirnes wohl an die Seite zu stellen. In den genannten Ebenen (Ebene des äußeren Kniehöckers und des vorderen Zweihügels) findet sich abermals, abgesehen von den Markzungen der Windungen, ein kleines Centrum ovale, das jedoch im Gegensatz zu dem Centrum ovale im Frontalmark dem menschlichen in entsprechenden Ebenen nachsteht. Insbesondere fällt die Schmalheit

des allgemeinen Markfeldes im Gebiet des Operculum, aber auch in dem der medialen Windungen, vollends jedoch im Schläfelappen auf. Der Schläfelappen des Pferdes beträgt kaum die Hälfte des menschlichen.

Dieser Reduktion des Markmantels steht gegenüber die außerordentliche Mächtigkeit der weiter unten genauer zu besprechenden sagittalen Strahlungen des Hinterhauptslappens und teilweise auch des Balkens.

Occipitalwärts nimmt der Markmantel successive und rascher ab als beim Menschen und beansprucht in der Nähe der Occipitalspitze im Vergleich zu den reichen Windungen einen außerordentlich dürftigen Raum.

## I. Das Mark des Frontalteiles.

### 1. Das Mark des Lobus olfactorius.

Der Lobus olfactorius zeigt bei seiner Vereinigung mit dem Gyrus rectus zwei Hauptfaserschichten, die ich in gleicher Weise, wie es KÖLLIKER (34) beim Kaninchen gethan hat, in eine oberflächliche, an der lateralen und ventralen Seite des Lobus olfactorius liegende Markschiicht und in eine centrale Schicht des Riechmarkes, die lateral und ventral dem Ventrikel des Lobus olfactorius sich vorfindet, einteile.

Die Vereinigung des Lobus olfactorius führt zu engeren Beziehungen des frontalen Markes mit dem oberflächlichen und centralen Riechmark.

Das periphere, oberflächliche Riechmark stellt die eigentlichen Fasern des Tractus olfactorius dar; es ist ein Bündel starker Fasern, die an der lateralen Oberfläche des Tractus olfactorius sich bis in die untere Lippe an der Fissura rhinalis erstrecken, medial in kleinen Fascikeln sich in caudaler Richtung über die Rinde am Streifenhügelkopfe ausbreiten. Das ganze Bündel zieht in sagittaler Richtung bis zur Rinde des Lobus pyriformis. Es kann dieses Bündel des Tractus olfactorius schon makroskopisch verfolgt werden (Fig. 45).

Vor dem Tuberculum olfactorium teilen sich die Fasern des Tractus olfactorius in einen lateralen und in einen medialen Ast. Die umfangreichere laterale Tractuswurzel enthält die große Mehrzahl der Tractusfasern.

Die mediale kleinere Wurzel biegt um die Rinde an der inneren Mantelkante nach einwärts und rückwärts um und verliert sich ähnlich, wie das bei den Carnivoren bekannt ist, an der Rinde der medialen Wandung bis gegen das Septum hin.

Beide Tractusschenkel schließen das Tuberculum olfactorium zwischen sich, eine flache, grauweiße Erhabenheit, die sich von der rückliegenden Area perforata nicht deutlich abgrenzt. DEXLER (12) trennte beim Pferde noch eine mittlere Tractuswurzel ab, welche sich zum Tuberculum olfactorium erstrecken sollte; ich möchte diese Faserung unbedeutenden Umfanges der lateralen Wurzel zuteilen. Ein gesonderter Fascikel geht auch beim Schweine, bei welchem Tiere die Riechfaserung eine außergewöhnliche Stärke erreicht, in das Tuberculum olfactorium nicht über (Fig. 48). Bei diesem Tiere ist auch das Tuberculum olfactorium wenig mehr entwickelt als bei den übrigen Ungulaten, jedenfalls aber bedeutend weniger als beim Maulwurfe, bei Monotremen oder bei Marsupialiern.

Auch GANSER (25) hebt die geringe Anzahl der zum Tuberculum olfactorium ziehenden Tractusfasern beim Schweine hervor und ZIEHEN (76) faßt diese wenigen Fasern zu einer besonderen Radix tubercularis olfactoria zusammen.

Diesen oberflächlich liegenden Fasern des Tractus olfactorius stehen die tief gelegenen des centralen Riechmarkes gegenüber. Dieses letztere setzt sich teils aus starken Bündeln, teils aus feineren Fascikelchen zusammen, die bis in den Bulbus olfactorius hinein zu verfolgen sind. Nach rückwärts teilt sich das centrale Mark in zwei Lager; das mehr lateral liegende umfangreichere erhält beständig einen neuen Faserzuzug von der Rinde des Lobus olfactorius und zwar von jener Stelle, welche von der lateralen Tractuswurzel bedeckt ist (Fig. 48). Dieses Faserbündel greift mehrfach in das Gebiet der basalsten Stabkranzfasermassen über und steht auch in hinteren Ebenen mit der äußeren Kapsel in Zusammenhang. Das mediale Bündel wendet sich in der Richtung gegen das Cingulum, an dessen Bildung es sich beteiligt; es umfaßt den basalen und medialen Abschnitt des Streifenhügelkopfes und die Vorderhornspitze und steigt in der medialen Hemisphärenwand empor (Fig. 45, 48). Ein anderer Teil des medialen Bündels zieht nach rückwärts an der Rinde der Area bis in die Gegend des Chiasma opticum und mischt sich hier mit Fornixfasern. Eine direkte Verbindung mit dem Sehhügel oder dem Ammonshorne habe ich nirgends finden können.

Die Endigung der Tractusfasern geschieht somit: 1) am Tuberculum olfactorium, an der Area perforata und am Lobus pyramiformis; 2) an der medialen und basalen Partie der Hemisphärenwand bis zum Septum hin.

In beiden Endigungsbezirken rücken die Tractusfasern bis zur Pyramidenschicht vor und umfassen die dort oft zu Gruppen gestellten Pyramidenzellen. Wahrscheinlich splintern sie sich in ein dichtes Filzwerk auf, wenigstens ist dort eine reichliche Anhäufung grauer Substanz zu beobachten. Die Verhältnisse liegen hier ganz ähnlich wie sie GANSER (25) für die Rinde am Streifenhügelkopf beim Maulwurfe beschrieben hat.

Allem Anscheine nach gehen aus der lateralen Abteilung des centralen Riechmarkes starke Faserbündel zur vorderen Kommissur ab. Auch vom centralen Riechmark her fließen zu der Pyramidenschicht des Lobus olfactorius massenhaft Fasern zu, welche die Zellenhaufen umfassen.

## 2. Die Associationsfaserung im Frontalteil.

Die bemerkenswertesten Eigenbestandteile des Lobus olfactorius wurden im vorigen Abschnitte erörtert. Wenn wir uns nun zu einem neuen Bestandteil wenden, so sind in erster Linie die Associationsfasern zu berücksichtigen, welche theils aus der ersten, theils aus den anderen zwei Frontalwindungen hervorgehen (Fig. 45).

Es sind namentlich die die einzelnen benachbarten Windungen verbindenden Fibrae propriae in stattlicher Anzahl vorhanden und verlaufen in zierlichen parallelen Zügen. Eine stärkere Ansammlung von solchen associativen Fibrae propriae findet sich in der Tiefe des Sulcus rhinalis anterior vor.

Es sei auch an dieser Stelle erwähnt, daß die Zonalfaserschicht der Rinde der ersten Frontalwindung allmählich in die Oberfläche des Lobus olfactorius übergeht und an letzterem Orte mit den Fasern des Tractus olfactorius lateralis zusammenfließt (Fig. 45).

Wie weit Associationsfasern in den Fuss des Stabkranzes übergreifen, läßt sich bei Betrachtung der Querschnitte nicht mit Sicherheit eruieren. Nach dem Umfange des Querschnittes der vorderen Partie der inneren Kapsel zu urteilen, ist die Zahl der langen Associationsfasern, welche noch Bestandteil des frontalen Stabkranzabschnittes bilden, jedenfalls keine sehr bedeutende.

### 3. Der frontale Stabkranz.

Der Hauptbestandteil des Markkörpers im basalen Abschnitt des Frontalteiles wird durch ein mächtiges Querschnittsfeld gebildet, welches etwa zwei Dritteile der Höhe des Markes einnimmt und das der Hauptsache nach den frontalen Stabkranz in sich birgt (Fig. 45).

Schon bei der Durchmusterung der Frontalschnittreihe läßt sich erkennen, daß aus sämtlichen Windungen des Frontallappens und zwar hauptsächlich aus den dem Frontalende näher gelegenen Gyri Radiärfasern in dieses Feld einströmen und zwar auf dem kürzesten Wege und in einfacher Reihenfolge. Der größte Teil dieses Faserquerschnittes, welcher in den Ebenen des Streifenhügelkopfes als frontaler Stabkranz bezeichnet werden darf, zieht direkt in die innere Kapsel über und wendet sich dem unteren Thalamusstiel zu.

Die mehr medial gelegenen Abschnitte dieses Feldes scheinen teils in das Cingulum, teils in die Balkenfaserung überzugehen, während die lateralen Bestandteile teilweise wenigstens Faseranteile zum Fasciculus longitudinalis superior liefern. Eine scharfe anatomische Scheidung ist selbstverständlich ebensowenig wie beim Menschen möglich.

Es ergibt sich bei der Betrachtung der Frontalschnitte zur Evidenz, daß der angedeutete frontale Stabkranzanteil beim Pferde besonders mächtig entwickelt ist, mithin der reichen Rindenfaltung im Frontalhirn dieses Tieres Schritt hält (Fig. 45).

Im allgemeinen läßt sich erwähnen, daß die Radiärfasern aus dem untersten Teil der 1. Frontalwindung und dem vorderen Teil der Insel sehr spärlich entwickelt sind.

## II. Das Mark des Parietalteils.

### 1. Der Stabkranz des Parietallappens<sup>1)</sup>.

Der Stabkranz des Pferdes ist verhältnismäßig recht ausgedehnt. Der frontale Stabkranzanteil, der in Vorstehendem ausführlicher behandelt wurde, erreicht ebenso wie der vordere Ab-

---

1) Unter Parietallappen verstehe ich hier die Windungsgebiete, welche mit den Frontalschnittebenen des Balkens zusammenfallen.

schnitt der inneren Kapsel einen weit größeren Umfang als wie der des Menschen.

Der Stabkranz des Parietallappens entspricht so ziemlich der Größe des Sehhügels. Es ist daher beim Pferde nicht nennenswert kleiner als beim Menschen. Wie bei diesem, so fällt auch beim Pferde, bei letzterem vielleicht noch in höherem Grade, die Einstrahlung des Stabkranzes in Masse in den Sehhügel auf (Fig. 46). Die den verschiedenen Sehhügelabschnitten entsprechenden Stabkranzanteile verlaufen ziemlich separiert ihrem Bestimmungsort entgegen.

Die übrige Masse des Stabkranzes (kleinerer Teil) senkt sich in den *Pedunculus cerebri* ähnlich wie beim Menschen, auch wird ähnlich wie beim Menschen die innere Kapsel durch Fasern der Linsenkernschlinge vom *Pedunculus cerebri* getrennt. In den Ebenen des *Corpus Luysii* ist der *Pedunculus cerebri* an Faserzahl nahezu vollständig und nicht wesentlich dünner als beim Menschen. Nach meinen Messungen beträgt hier die Breite des *Pedunculus* 21 mm und seine Dicke 5 mm. Auf die weiteren Schicksale und Veränderungen in seinen Faserbestandteilen in caudaler Richtung werde ich später eintreten.

Ein kleiner Bruchteil der inneren Kapsel, die in diesen Ebenen durch die nämlichen Gebilde wie beim Menschen abgegrenzt wird, senkt sich in die *Regio subthalamica* und in den Markmantel des roten Kerns ein.

In zierlicher Weise präsentiert sich die Einstrahlung des hintersten Abschnittes der inneren Kapsel in das *Pulvinar*. Hier läßt sich der Uebergang der Stabkranzfasern in die genannte Sehhügelpartie außerordentlich deutlich und besser als beim Menschen wahrnehmen.

Von den Ebenen des Ueberganges des Seitenventrikels in das Unterhorn (Ebenen des *Corpus geniculatum externum*) an gliedert sich die Masse des Stabkranzes, die aus den occipitalen Windungen hervorgeht, resp. in dieselben zieht, in schärferer Weise ab.

Die bezüglichen Bündel (*laterales Mark des Corpus geniculatum externum*) erscheinen an Frontalschnitten quergetroffen. Der Hauptsache nach handelt es sich hier um das sagittale Occipitalmark, welches auch beim Pferde in drei Segmente grob anatomisch sich abgrenzt (*Fasciculus longitudinalis inferior* oder das *Stratum sagittale ext.*, die eigentliche Sehstrahlung oder das *Stratum sagittale internum* und die sog. Balkentapete). Der Gesamtquerschnitt des sagittalen Markes erreicht beim Pferde ab-

solut ungefähr dieselbe Dicke wie beim Menschen, nämlich an der breitesten Stelle 10 mm, indessen ist er beim Pferde weniger hoch. Auch vermißt man beim Pferde die Krümmung oder Umbiegung dieses Faserzuges in basaler Richtung, wie sie beim Menschen zu beobachten ist und bei diesem dadurch hervorgerufen wird, daß die Strahlung sich der gebogenen Hinterhornwand anschmiegt. Beim Pferde ist das Hinterhorn nur eben angedeutet.

Was die Ausdehnung der einzelnen Felder anbelangt, so scheint das Stratum sagittale externum relativ gleichgroß zu sein wie beim Menschen, während das Stratum sagittale internum und die Balkentapete auch relativ die Größe der menschlichen nicht erreichen (Fig. 47).

Die Fasern des ganzen sagittalen Markes im mittleren Stratum, d. h. die eigentlichen Sehstrahlungen wenden sich vor allem auf dem kürzesten Wege den occipitalen Windungen (besonders den medialen) zu.

Bezüglich der occipitalen und parietalen Windungen ist hervorzuheben, daß der Gyrus suprasylvius und ectosylvius besonders reich an Mark sind, auch in der dem Operculum des Menschen an die Seite zu stellenden Sylvischen Windung läßt sich (auch abgesehen von eigentlichen und bisweilen gabelförmig geteilten Markzungen dieser Windung) ein noch ziemlich breites, als ein Centrum ovale anzusprechendes und vom Stabkranz sich sonderndes Markgebiet erkennen.

Diesen Windungsgruppen gegenüber, welche die Hauptmasse in der Parietalgegend darstellen, erscheinen der Gyrus fornicatus und der Gyrus marginalis dünner und ihr Markgebiet zeigt auf dem Frontalschnitt eine geweihartige Form, d. h. es finden sich da schmale lange Markzungen mit mehreren gabelförmigen, in die Nebenwindungen eintretenden Teilungen (Fig. 46, 47).

In der letztgenannten Windung ist nach meiner Schätzung vor allem die Zahl der Associationsfasern mittlerer Länge, welche benachbarte Windungen miteinander verknüpfen, eine außerordentlich geringe. Man sieht hier an Frontalschnitten fast ausschließlich radiär gegen den Stabkranz zu verlaufende Fasern, im Gegensatz zu den Verhältnissen im Frontallappen, wo gerade die 1. Stirnwindung und andere dem Sulcus longitudinalis zugekehrte Windungen sehr breite Markzungen besitzen (Fig. 45). Nur von der Inselwindung, dem umgebogenen Teil der 1. Frontalwindung und dem Lobus pyriformis ist hervorzuheben, daß sie

ähnlich wie beim Menschen und wie es Vogt (72) auch bei den Carnivoren und den Affen gefunden hat, sehr arm an Fasern sind.

Im Gegensatz zum Frontallappen, wo an einzelnen Stellen ein Abgang von radiären Fasern nur auf kurze abgebrochene Strecke oder gar nicht beobachtet werden kann, sind im Gebiete des Parietalhirns Windungen, welche eine reichliche Anordnung von radiären, gegen den Stabkranz zu verlaufenden Bündeln vermissen lassen (Projektions- und lange, gegen das Centrum ovale verlaufende Associations- sowie Balkenfasern), nicht vorhanden.

### III. Das Mark des Occipitallappens.

Das Mark des Occipitalteils verrät beim Pferde eine relativ größere Ausdehnung als wie beim Menschen (Fig. 47).

So sieht man in einer Entfernung von 116 mm von der Frontalspitze, abgesehen des hier ganz central gelegenen und ziemlich mächtigen, auf dem Querschnitt ca. 16 mm hohen und 12 mm breiten sagittalen Markes, noch durchwegs konzentrisch mit diesem ein 6—8 mm (Entfernung zwischen dem lateralen Rande des sagittalen Markes und den Windungsthälern der Nachbarschaft) breites Feld des Centrum ovale, welches sich occipitalwärts nur allmählich erschöpft, aber noch bis zu einer Entfernung von 124 mm von der Frontalspitze durch seine relativ reiche Ausdehnung imponirt. Erst 126 mm von der Frontalspitze, d. h. erst etwa 12 mm von der Occipitalspitze, verschwindet das Centrum ovale des Occipitallappens von der Bildfläche.

Was den Reichtum der Fasern in den einzelnen Markzungen anbetrifft, so präsentieren sich die lateral gelegenen occipitalen Windungen einschließlich der basalen Windungsgruppen (Gyr. sylvius) als bei weitem die markreichsten. Demgegenüber sind die an der medialen Seite der Konvexität gelegenen Windungen wiederum an Nebenwindungen reich und enthalten ähnlich wie die medialen Windungen des Parietallappens lange und schmale, sich bisweilen gabelförmig teilende Markzungen (Fig. 47).

Soweit man bei bloßer anatomischer Durchmusterung der Schnittreihe entscheiden kann, finden sich auch in sämtlichen Windungen des Occipitallappens, wenn auch in ungleicher Weise, gegen den Stabkranz zu verlaufende radiäre Bündel. Auf den Querschnitten 15—20 mm von der Occipitalspitze nach vorn verteilt sich der Markkörper in den hier massenhaft noch durch

Seitentaschen der Furchen durchbrochenen Schnittebenen wie ein kompliziertes Ast- oder Geweihwerk, d. h. er besteht aus lauter in der Dicke außerordentlich wechselnden, gegen die Windungskuppe zu sich verschmälernden Markzungen, die sich selbstverständlich aus in verschiedener Richtung durchtrennten Fasern, namentlich aber aus schräg getroffenen Fasern zusammensetzen.

#### IV. Der Balken.

Der Balken setzt sich bei den Ungulaten wie beim Menschen aus dem Knie mit dem Schnabel, aus dem Körper und aus dem Wulst zusammen. Die Gesamtlänge des Balkens beträgt beim Pferde 65 mm; er erreicht im Knie eine maximale Dicke von 5 mm, im Körper eine solche von 3 mm und am Wulst eine solche von 4,5 mm.

Um den Balken in seiner feineren Gestaltung klar zu übersehen, ist es empfehlenswert, ihn an einer Frontalschnittserie zu studieren.

Wenn wir durch die vordere Ebene des Streifenhügelkopfes einen Querschnitt anlegen, da wo der Balken in seiner Masse im Knie getroffen wird, dann sieht man die dorsale Hälfte der Balkenfaserung in derben Zügen in die beiden Hemisphären ausstrahlen und den Stabkranz, beziehungsweise das Centrum ovale durchbrechen, um sich auf diese Weise den Endzielen in den verschiedenen Windungen der Konvexität zu nähern (Fig. 48, 52).

Der ventrale Abschnitt, das Rostrum, sendet basalwärts je einen starken Fortsatz, welcher sich in die basalen medialen Windungen nach vorn und rückwärts ergießt.

Der dorsale Abschnitt der Balkenfaserung zieht in leicht dorsal-konkavem Bogen über die Mantelspalte hin, er grenzt Vorderhorn des Seitenventrikels und Fasciculus subcallosus nach unten ab. Die Rostrumfaserung liegt dagegen medial unter dem Ependym des Vorderhorns.

Die Verlaufsrichtung der Fasern in beiden Abschnitten des Balkenkniees ist eine verschiedenartige. Die Fasern durchflechten sich in ziemlich groben Fascikeln und auf den verschiedenen Höhen in ungleicher Weise, so daß man fortwährend schräg und längsgetroffenen im Rostrum auch quergetroffenen Bündeln begegnet. — Eine genaue Verfolgung der Balkenfaserung in die Markzungen der Windungen ist auf anatomischem Wege selbstverständlich

nicht möglich. Aus dem Faserreichtum und der Faserrichtung in den Markzungen läßt sich aber schließen, daß Balkenfasern auch in sie reichlich eintreten.

An dieser Stelle sei auch daran erinnert, daß ein Teil der zwischen Rostrum und medialer Rinde verlaufenden feinen Fasern nach vorn ziehen, den Balken umgreifen, um teils in den Faserzug der als *Stria longitudinalis* bezeichnet wird, teils in das *Cingulum* überzugehen (*Pedunculus corporis callosi*) (Fig. 45).

Die Strahlung des Rostrums wird auf Frontalschnitten nach rückwärts successive schmaler, sie trennt sich schließlich vom Balkenkörper, resp. wird hier durch das beginnende *Septum pellucidum* abgedrängt, um sich etwa in der Schnittebene der vorderen Kommissur gänzlich zu verlieren, indem die bezüglichen Fasern in die mediale Rinde der Basis eindringen.

Der vom Balkenknie aus gegen den Frontallappen zustrebende kompakte Markfortsatz, der *Forceps anterior*, welcher der Vorderhornspalte anliegt und von der medialen basalen Rinde des Frontallappens durch eine schmale Markwand aus *Associationsfasern* bestehend getrennt wird, verläuft in gerader Richtung bis gegen die Frontalspitze hin, um sich allmählich strahlenartig gegen die verschiedenen Frontalwindungen, insbesondere in die medialen zu ergießen. Dementsprechend wird der bezügliche Querschnitt frontalwärts successive kleiner, während die dazwischenliegende Markwand an Ausdehnung langsam zunimmt.

Ein kleinerer, mehr lateral gelegener Fortsatz des Balkenkniees wendet sich zunächst dorsal von der Vorderhornspitze und zwar oberhalb eines Faserquerschnittes, welcher scheinbar die anatomische Fortsetzung des *Fasciculus subcallosus* darstellt, um allmählich mehr lateralwärts sich zu wenden und sich strahlenförmig in den lateralen und dorsalen Windungen des Frontallappens aufzulösen. Dieser Abschnitt mischt sich zweifellos mit der Masse der Stabkranzfaserung, von der er bald nach seinem Abgang anatomisch nicht mehr gesondert werden kann (Fig. 45).

Ob der die anatomische Fortsetzung des *Fasciculus subcallosus* bildende, frontalwärts ein Stück weit an Umfang zunehmende Faserfortsatz auch noch Balkenfasern in sich aufnimmt, läßt sich anatomisch nicht entscheiden; sicher ist indessen, daß an der ca. 3 cm von der Frontalspitze entfernt liegenden Frontalschnittebene im Gebiet des Frontalmarkes und im *Centrum ovale* ein mächtiges Faserquerschnittfeld sich abgrenzen läßt, in dem mit Rücksicht auf die verschiedene Schnittrichtung anatomisch

drei Strata unterschieden werden können: ein mediales, ein inneres und ein laterales, und daß das mediale fast ausschließlich aus Balkenfasern (frontaler Balkenforceps), das mittlere und das laterale zum kleineren Teil aus Balkenfasern, zum größeren Teil aus dem Stabkranz und dem Fasciculus subcallosus zugehörenden Fasern sich zusammensetzt. Bis zu einer Entfernung von 2 cm von der Frontalspitze läßt sich das soeben geschilderte centrale gemischte Querschnittsfeld (sagittales Frontalmark) noch einigermaßen scharf von der übrigen Markmasse abgrenzen, eine Scheidung in besondere Strata ist aber hier bei dem Faserwirrwarr nicht mehr möglich. Die Grenzen verstreichen sich wahrscheinlich deshalb, weil die Fasern des Fasciculus subcallosus sich hier in losen Zügen zerstreuen und zwischen die anderen laugen Fasern des Frontalmarkes hineindringen. Die anatomischen Verhältnisse im Frontalmark liegen somit beim Pferde ähnlich wie beim Menschen, bei dem ebenfalls drei Strata des centralen Markes im Frontallappen sich vorfinden und bei dem die Fortsetzung und Aufsplitterung des Fasciculus subcallosus frontalwärts in gleicher Weise vor sich geht. Nur der mediale Forceps ist beim Menschen wesentlich mächtiger als beim Pferde, während das innere und das laterale Stratum einen kleineren Querschnitt zeigen, die somit den Umfang wie beim Pferde nicht erreichen.

Die im Bereich des Parietallappens liegenden Querschnitte des Balkenkörpers zeigen fast durchweg eine ungefähr gleiche Dicke, erst gegen das Splenium hin tritt eine Abnahme ein (Fig. 46).

Die Art der Faserdurchflechtung des Balkens in der Mantelspalte und innerhalb des Centrum ovale ist so ziemlich auf allen Schnitten eine ganz ähnliche. Man sieht durchweg gröbere und feinere Fascikel des Balkenkörpers sich durchflechten, nur selten und mehr in occipitalwärts gelegenen Ebenen zeigt sich eine Anlage von parallelen Fasern. Die Verbreitung der Fasern im Centrum ovale verrät oft eine zierliche Divergenz, so daß die bezüglichen Bündel noch stückweise gegen die lateralen und medialen Windungen verfolgt werden können.

Es sei noch hervorgehoben, daß der gesamte Balkenkörper, zumal in der nächsten Umgebung der Mantelspalte, durch mehrfach zerklüftete, longitudinal ziehende Fascikel durchbrochen wird, die bis in die Ebenen der Commissura hippocampi verfolgt werden können, wo sie an Zahl eher noch zunehmen. Es handelt sich da um Faserbündel, welche dem Fornix dorsalis angehören.

Vom Ende des Balkenkniees ab senkt sich je ein weniger mächtiger Fortsatz als der frontale Balkenforceps, der Forceps posterior, in den medialen Markkörper. Er spaltet sich, nachdem er die Rinde des Gyrus fornicatus durchbohrt hat, in zwei Anteile (Fig. 47), von denen der mächtigere dorsale sich lateral und dorsal vom Seitenventrikel schlägt, um sich teils den Windungen der Konvexität, teils der Occipitalspitze zuzuwenden und sich dann im Bereich des Querschnittes des sagittalen Occipitalmarkes zu verlieren, bezw. mit dessen Fasern zu mischen. In welchem der drei Strata des Occipitalmarkes die Balkenfasern am reichlichsten vertreten sind, läßt sich nur annähernd schätzen, wahrscheinlich senken sich nur wenige in das Stratum sagittale internum. Zur Balkentapete habe ich vom Forceps posterior aus entgegen der Annahme DEXLER's (12) keine Fasern ziehen sehen.

Der andere Teil zweigt medial und basalwärts ab und gibt unterwegs eine Reihe von Bündeln an die mediale Rinde ab, während die Großzahl, dem zuerst erwähnten Anteile an Faserzahl nachstehend, sich in occipitaler Richtung dem Seitenventrikel medial anliegend als isoliertes Bündel successive unter Abgabe von Fasern an die medialen Windungen erschöpft.

An den Balkenwulst legen sich ventral die Fasern der Commissura hippocampi an.

## V. Das Septum.

Unter Septum pellucidum beim Menschen versteht man die dem Vorderhorn des Seitenventrikels zugekehrte mediale Hemisphärenwand und speziell die lediglich aus weißer Substanz bestehende Fortsetzung der Rinde, welche sich nach oben dem Balken anlegt.

Das Septum pellucidum erfährt hinsichtlich seiner Ausgestaltung in der Säugetierreihe abwärts eine Reihe von Modifikationen. Während wir beim Menschen zwei durch einen Ventrikelraum (VERGA'scher V.) geschiedene Markplatten finden, die nur in den vordersten Ebenen basalwärts in Zusammenhang mit der Rinde treten, um in occipitaler Richtung basalwärts an die centrale graue Substanz Anschluß zu finden, die ferner in den Ebenen der Einstrahlung der Fornixsäule ins Tuber cinereum sich stark verkürzen, d. h. vor den Schenkeln des Fornix, zwischen diesen und dem Balken in stark reduziertem Umfange weiter verlaufen, um

in den vorderen Ebenen des Sehhügels allmählich zu verschwinden, resp. in den Balken überzugehen, stellt das Septum pellucidum bei den Nagern ein Stück wirklicher Hemisphärenwand mit Rinde dar und finden sich hier die Markfasern gegenüber der grauen Substanz in einer beträchtlichen Minderzahl. Die graue Substanz des Septums reicht dort bis zum Balken und ein Ventrikel zwischen den beiden Septumblättern läßt sich nirgends konstatieren.

Das Ungulatengehirn zeigt bezüglich der Bildung des Septums Verhältnisse, die zwischen denen des Menschen und denen der Nager liegen. Das Septum pellucidum beim Pferde nimmt seinen Anfang an der occipitalwärts konkaven Krümmung des Balkenrostrums. In den vordersten Ebenen sieht man nur eine sehr schmale Markwand des Septums, in welcher ein Ventrikel nicht nachweisbar ist. Eine genauere Scheidung seiner Fasern vom Rostrum ist anatomisch nicht gut möglich. Auch beim Pferde sieht man wie beim Menschen einen successiven Uebergang der Septumfasern in die mediale Hemisphärenwand, so daß das Septum und die Rinde die mediale Wand an der Vorderhornspalte darstellen. Nur ein kurzes Stück des Septums besteht lediglich aus Markfasern, der größte Teil setzt sich ähnlich wie bei den Nagern aus der Rinde der medialen Hemisphärenwand zusammen. Mit dieser letzteren tritt das Septum in engere Beziehungen, um sich dann vor den Fornixschenkeln und mit diesen nach oben und occipitalwärts gegen den Balken hin fortzusetzen und sich nach Bildung einer dünnen, kurzen, longitudinal gestellten Scheidewand zwischen Fimbria und Balken allmählich in diesem zu erschöpfen. Der verdünnte, lediglich aus weißer Substanz bestehende Abschnitt des Septums besitzt beim Pferde im Maximum eine Dicke von 3 mm (beide Wände) am gehärteten Gehirn. Bei der Ziege und beim Schafe ist die doppelseitige Wand selbstverständlich wesentlich dünner und beträgt ca. 0,8 mm (Fig. 50, 53).

Das Septum pellucidum stellt in seinem Markabschnitt Faserverbindungen dar, die aus recht verschiedenen Komponenten bestehen und unter denen die Bestandteile des Fornix den Hauptbestandteil ausmachen.

Wie bereits früher bemerkt, sieht man in jeder Hälfte der medialen Hemisphärenwand basalwärts die Rinde teils durchquerende, teils in derselben sich zerstreuende Bündel, die auf Frontalschnitten meist der Länge nach getroffen werden. Manche derselben endigen in der Rinde an der Basis (Olfactoriusrinde)

und im centralen Höhlengrau der Umgebung des Chiasma opticum oder nehmen von dort ihren Ursprung (Pedunculus septi pellucidi).

Auch KÖLLIKER (34) konnte beim Kaninchen diese Bündel bis zum Lobus olfactorius hin verfolgen. Die zahlreichen Ganglienzellenhaufen, welche im verdickten Septum und im Tuberculum olfactorium sowie in der Area perforata vorhanden sind, werden auch bei Ungulaten von diesen Bündeln förmlich umspinnen. Daß auch Fasern des Septums noch weiter nach rückwärts bis zur Amygdala, zum Temporallappen oder gar zum Thalamus ziehen, wie HONEGGER (31) und E. SMITH (67) annahmen, kann ich nach meinen Untersuchungen bei Ungulaten nicht bestätigen. Ebenso wenig war ich imstande, eine Verbindung der Septumfaserung zur Spitze des Gyrus hippocampi zu finden. Meine Befunde bei den Ungulaten schließen sich bezüglich der basalen Endigung der Septumfaserung (vorderes Ringbündel von ZIEHEN [76] und Fasciculus praecommissuralis von E. SMITH [67], Pedunculus septi) vollständig an diejenigen von KÖLLIKER (34, 35) (Katze, Kaninchen, Maus) und ZIEHEN (76) (Monotremen und Marsupialier) an.

Nach oben verbreiten sich die Septumfasern an den Seitenteilen, dringen zwischen die Balkenfasern ein und durchqueren diese. Die bis zum Balkenknie sich erstreckenden Fasern entsprechen dem nasalen Gewölbeschenkel, den MARTIN (47) bei der Katze beschrieben hat. Ein kleinerer Faseranteil des Septums durchsetzt den Balken in der Medianlinie; ein größerer Anteil schiebt sich, wie ich mich mit aller Deutlichkeit überzeugt habe, gegen die Basis des Gyrus fornicatus hin, indem er durch die Balkenfasern sich schräg nach oben Bahn bricht. Die zuerst erwähnten Faserbündel schließen sich den Striae longitudinales an, die letzteren lateralen verlieren sich im Marke des Gyrus fornicatus und gegen das Cingulum hin.

Aus der Richtung der Fasern im Frontalschnitt läßt sich der Verlauf der den Balken perforierenden und der übrigen Septumfasern annähernd erkennen. Im vorderen Abschnitte des Septums ziehen die Bündel mehr senkrecht zum Balken, während die mehr occipital gelegenen Abschnitte einen mehr der sagittalen Richtung sich nähernden Verlauf annehmen und sich der Faserung des Fornix dorsalis auflagern. Ich habe in keinem Falle eine Kreuzung der Septumfasern erkennen können. Wenn sich der eigentlichen Septumfaserung gekreuzte Fasern beimischen, so gehören diese dem Fornix an.

A. MEYER (48) bringt in seiner Arbeit p. 477 die Bemerkung,

daß die graue Substanz des Septums nicht den Charakter der Rinde aufweise. Demgegenüber möchte ich hervorheben, daß die graue Substanz des Septums den Charakter der Rinde der medialen Hemisphärenwand bei Huftieren ganz ausgesprochen zeigt (Schichten pyramidenförmiger Zellen verschiedenen Umfangs). Aber auch für das Kaninchen und die Katze liegen die nämlichen Verhältnisse vor wie bei den Ungulaten. Von einem Bau, wie er in den centralen Ganglien vorhanden ist, kann bei dem Rindenüberzug der Septumwand nirgends die Rede sein, doch ist einzuräumen, daß die Rinde des Septums successive in die Area perforata übergeht.

Auch DEXLER (12) betrachtete die graue Substanz des Septums, die er als besonderen Nucleus septi pellucidi zusammenfaßte, als eine vom Kopfe des Streifenhügels abgespaltene Partie. Daß es sich jedoch hier um eine richtige Hirnrinde handelt, ist oben bereits hervorgehoben worden.

Mit Bestimmtheit konnte ich mich davon überzeugen, daß zerstreute, sowohl dem Septum als der Fornixformation entstammende Bündel da und dort in die Balkenfaserung sich ergießen, resp. den Balken mit aufbauen helfen. Diese wurden von HONEGGER (31) und später auch von A. MEYER (48) bestritten, meiner Ansicht nach aber mit Unrecht. In dieser Frage muß ich mich auf die Seite von GANSER (25) und KÖLLIKER stellen, die den meinigen ähnliche Beobachtungen am Maulwurf (GANSER) und an Kaninchen, Katzen und am Menschen (KÖLLIKER) mitgeteilt haben. Auch BEEVOR (3) beobachtete bei Affen, daß die Septumfasern den Balken durchbrechen.

Wohin die aus dem Septum kommenden und den Balken perforierenden Fasern ziehen, läßt sich auf anatomischem Wege selbstverständlich mit Bestimmtheit nicht feststellen, wohl aber läßt sich ein Uebergang solcher Fascikel bei allen untersuchten Ungulaten und zumal an PAL-Präparaten mit aller gewünschten Sicherheit erkennen. Ich halte bestimmt dafür, daß die bezüglichen Bündel sowohl zur Stria longitudinalis ziehen, als auch in noch größerer Zahl im Gyrus fornicatus sich zerstreuen (Anteile des Fornix dorsalis).

Die Angabe KÖLLIKER's (35), daß die in der Medianlinie des Balkens perforierenden Bündel ausschließlich zur Fornixsäule ziehen, die lateralen dagegen, d. h. die zum Gyrus fornicatus abzweigenden, ausschließlich zur Septumfaserung (Riechstrahlung ZUCKERKANDL's) gehören, trifft für die Ungulaten nicht zu. Woher diese

lateralen Fibrae perforantes kommen, darüber giebt KÖLLIKER nur Vermutungen an. Neben den zum Fornix dorsalis (F. superior KÖLLIKER's) gehörenden Fasern, welche die Großzahl der Septumfasern in sich schließt, entstammt eine geringere Zahl aus dem Fornix ventralis (inferior KÖLLIKER's). Daneben handelt es sich meines Erachtens wie in anderen anatomisch geschlossenen und scheinbar einheitlichen Faserzügen noch um wechselnde und verschiedenartige Bestandteile, deren weitere Zusammensetzung auf rein anatomischem Wege nicht erschlossen werden kann.

Aus der Arbeit von F. RUTISHAUSER (63) (sekundäre Degeneration nach doppelseitiger Abtragung des Frontalles und der basalen Abschnitte) geht hervor, daß das Septum pellucidum des Affen von dem basalen Rindengebiet des Frontallappens abhängig ist und daß die bezüglichen Bündel, welche den Schnabel des Balkens durchbohren, zur Stria longitudinalis ziehen und mit dem Gyrus fornicatus in Verbindung treten. Im weiteren ergibt sich aus dieser Arbeit, daß der Gyrus fornicatus und die Stria longitudinalis eine Ursprungsstelle des Fornix dorsalis darstellen. Eine noch feinere Analyse der Septumfaserung läßt sich indessen aus dem Versuche von RUTISHAUSER nicht ableiten.

Daß die Septumfasern thatsächlich mit ihrem Rindenüberzug in engem Zusammenhang stehen und somit Projektionsfasern enthalten, geht aus einem Versuchsergebnisse v. MONAKOW's (55) mit Bestimmtheit hervor. v. MONAKOW fand nämlich bei einem einer Hemisphäre beraubten Hunde im Anschluß an die Verletzung der basalen Partie die gleichseitige mediale, das Septum noch enthaltende Hemisphärenwand teilweise und die Septumfasern selbst atrophisch. Es ist dies ein Befund, welcher dem RUTISHAUSERschen ganz an die Seite zu stellen ist.

## VI. Der Fornix.

Wie bereits früher hervorgehoben wurde, zeigt das Ammons-horn bei den Ungulaten einen ganz ähnlichen Bau wie bei den Carnivoren. Es stülpt sich die hintere Partie des Sehhügels umfassend in den Seitenventrikel hinein und es erstreckt sich die dem Sehhügel dorsal anliegende Partie ungefähr bis zu den vorderen Ebenen des Sehhügels (ventraler Hippocampusbogen), (Fig. 46, 54), indem sie sich von der Mitte des Sehhügels an langsam erschöpft, resp. um das Balkensplenium herum auf die

Oberfläche des Balkens sich umschlägt (dorsaler Hippocampusbogen). Der dorsale und der unter dem Balken liegende umgenickte Teil der Ammonsfolde sind jedoch bei Ungulaten stark reduziert infolge der bedeutenden Entwicklung des Balkens gegenüber der gleichen Bildung bei Marsupialiern.

Die dem Sehhügel zugekehrte Rinde des Ammonshorns der einen Hemisphäre geht mit einer breiten Platte ohne Unterbrechung in die Rinde der anderen Hemisphäre über. Es ist dieser basale Rindenübergang (Uebergangswindung der Fascia dentata) dem dorsal vom Balken gelegenen, wo die Rinde eines Gyrus fornicatus in diejenige des anderen übergeht, an die Seite zu stellen (Fig. 46, 54).

Aus dem Ammonshorn und zwar sowohl aus dem Alveus als im kleineren Umfange aus dem Subiculum läßt sich ein nach vorn stetig wachsender die Ammonshornrinde begleitender Faserzug verfolgen. Es ist das die basale Wurzel der Fimbria, welche von dem in den Seitenventrikel eingestülpten Teil des Ammonshorns fortwährend neuen Faserzug erhält und das hinterste Ende des Fornix ventralis darstellt (Fig. 46, 51, 54).

In den Ebenen durch die hinteren Abschnitte des äußeren Kniehöckers sieht man bereits ventral vom Balkensplenium und von diesem anatomisch schwer zu trennen eine mächtige Faserkommissur, welche die beiden Ammonshörner miteinander verbindet. Diese Ammonshornkommissur, *Commissura hippocampi* (*Psalterium dorsale*), welche nur unscharf von den lokal hinzutretenden Fasern der Fimbria zu sondern ist, nimmt ihren Ursprung, soweit man übersehen kann, größtenteils aus dem Alveus. Einige Millimeter weiter nach vorn zeigt sich eine schärfere Sonderung der Kommissur von dem Anteil des Fornix dorsalis (*Fornix longus* von FOREL), welcher zwischen Balken und Kommissur gelagert eine longitudinale Richtung einschlägt, während die Kommissurenfasern, die nach vorn an Zahl stetig abnehmen, quer zur anderen Seite verlaufen (Fig. 46, 51, 54).

Während nun die *Commissura hippocampi* etwas mehr frontalwärts sich allmählich erschöpft, zieht die Masse des Fornix dorsalis frontalwärts, stetig wachsend, aber ventralwärts noch von der Ammonsrinde und dorsal vom Balken umschlossen, bis sie sich in den Ebenen des Corpus Luysii (Frontalschnitte) mit dem von der Basis des Ammonshorns herkommenden Anteil der Fimbria vereinigt.

Der von der basalen Partie des Ammonshorns herkommende

Teil der Fimbria legt sich der in den Seitenventrikel eingestülpten Partie lateral an und findet sich somit im Winkel zwischen dem Schweif des Nucleus caudatus und dem Fasciculus subcallosus der Hemisphäre anliegend. In den vordersten Frontalebene des Ammonshorns liegt der ganze Querschnitt der Fimbria nebst dem Fornix dorsalis vereinigt da, immerhin läßt sich letzterer als ein unpaariges, in der Medianlinie und oft nur durch ein kurzes Septum vom Balken getrennt liegendes Bündel rein quergeschnittener Fasern ziemlich scharf von der Umgebung abgrenzen. Der seitlich vom Fornix dorsalis liegende Fimbriaanteil bildet einen leichten Haken (Fig. 49), auch sieht man auf einer Reihe weiter nach vorn liegender Schnittebenen deutlich eine Kreuzung von der einen Seite zur anderen und ventral vom Fornix dorsalis verlaufen. Es werden demnach die am meisten medial gelegenen Fasern der Fimbria der Länge nach getroffen (Psalterium ventrale) (Fig. 49).

In den vordersten Ebenen des Sehhügels vereinigen sich die beiden basalen Anteile der Fimbria zu einer im Querschnitt länglich-ovalen, beim Pferde ca. 15 mm breiten und etwa 3 mm dicken Markplatte. Der Fornix dorsalis, welcher als unpaariger runder Querschnitt ventral vom Balken liegt, strebt in dieser Richtung frontalwärts, wird jedoch bald von dem nach rückwärts sich vorschiebenden Septum vom Balken abgedrängt. Die Fasern des Fornix dorsalis durchbrechen in verschiedenen Höhen den Balken bis zum Wulste hin, indem sie je in die linke und rechte Balkenhälfte mit feinen Fascikeln eindringen. Es nimmt somit der Fornix dorsalis, wie früher schon angedeutet wurde, aus dem oberen über dem Balken umgeschlagenen Hippocampusbogen und aus der dem Balkensplenium zugekehrten Rinde des Ammonshorns seinen Ursprung.

Auf diesem vergleichend anatomisch durchaus richtigen Gesichtspunkte über den Ursprung der Fornixfaserung aus dem Hippocampusbogen basiert auch die von E. SMITH (67) aufgestellte Einteilung des Fornixsystems, die ich als für die Ungulaten durchaus zutreffend acceptieren möchte. Sie fällt im wesentlichen mit der von KÖLLIKER (34) aufgestellten Einteilung zusammen. Es enthält demnach der Fornix ventralis gekreuzte und ungekreuzte Fasern, die bei der Balkenentwicklung nicht berührt werden und aus dem hinteren Hippocampusbogen stammen (Fimbria), während die Fasern des Fornix dorsalis, die ungekreuzt sind, durch die

Balkenentwicklung in ihrem Verlaufe gestört werden, d. h. den Balken perforieren müssen.

Vor der Abzweigung der Fimbria in die Fornixschenkel findet die Kreuzung der Fasern des Fornix ventralis statt. Bekanntlich hat GUDDEN (28) dieses gekreuzte Bündel beim Kaninchen experimentell abgegrenzt. Bei den Ungulaten ist die Zahl der die Medianlinie überschreitenden, sich kreuzenden Fasern verhältnismäßig sehr mächtig und auf eine große Reihe von Schnitten verteilt; es besteht also eine langgezogene Kreuzung, wie das bereits von ZIEHEN mit Recht hervorgehoben wurde. Die Kreuzung beginnt bei den Ungulaten unmittelbar vor dem Ammonshorn und erst nach Vollendung der Commissura hippocampi. Die mehr medial gelegenen Bündel der Fimbria kreuzen sich zuerst, die darauf folgenden in mehr frontalgelegenen Ebenen und die am meisten lateralziehenden sind höchst wahrscheinlich die Bestandteile des oberen gekreuzten Fornixbündels von GUDDEN, welche am meisten frontal vor dem Uebergang in die Fornixschenkel kreuzen. Somit erstreckt sich die Kreuzung der Fimbria wesentlich weiter als die kleine Kommissur der Ammonshörner, welche letztere in der Säugetierreihe aufwärts beständig an Faserreichtum zurückgeht. Auf Frontalschnitten ist beim Pferde nirgends die Kreuzung neben der Kommissur zu treffen, wie das beim Kaninchen der Fall ist.

Endlich sei noch einmal hervorgehoben, daß die hintere Partie des Balkenspleniums bei den Ungulaten wie bei anderen Säugern nicht nur Balken-, d. h. Mantelfasern, sondern auch in sehr reicher Menge Ammonshornfasern enthält und zwar sowohl solche, die der Commissura hippocampi angehören, als auch Anteile, die vom Fornix dorsalis zum oberen Hippocampusbogen ziehen.

Neuere Autoren (SMITH [67], ZIEHEN [76]) nehmen an, daß die Commissura superior der Monotremen und Marsupialier teils dem Balken, teils der Commissura hippocampi der höheren Säuger entspreche. In der That gehen beide Anteile am Splenium in einander über und es verläuft auch bei den Ungulaten die Commissura hippocampi ventral an das Splenium anschließend in einer Weise, daß eine anatomische Scheidung zwischen ihr und dem Balkensplenium unmöglich ist. Die Ausdehnung der Commissura hippocampi beträgt in frontaler Richtung beim Pferde 15 mm, bei den anderen Ungulaten ist sie entsprechend kleiner, am kürzesten beim Schweine (8 mm).

Der Annahme HONEGGER'S (31), daß das Tapetum Fasern

aus dem Fornix dorsalis in sich aufnehmen, kann ich nicht bestimmen, ebensowenig wie derjenigen Annahme desselben Forschers, daß der Fornix dorsalis in irgendwie nachweisbarer Weise an der Bildung des Fasciculus subcallosus beteiligt sei. Ich habe auf diese Punkte hin wiederholt die Präparate mit aller Sorgfalt durchgesehen und eine anatomische Grundlage für diese Annahme nicht finden können. Uebrigens stehen der HONEGGER'schen Annahme auch meine später mitzuteilenden experimentellen Befunde entgegen.

Die Masse der Fimbriafasern wendet sich immer noch nicht scharf paarig über dem vordersten Abschnitte des Sehhügels wie bei allen höheren Säugern basalwärts; sie giebt auf dieser Wanderung eine Menge von Fasern ans Septum und an die mediale Hemisphärenwand ab. Hervorzuheben ist besonders, daß sich die anschließenden Fornixschenkel bei den Huftieren infolge der frontalen Entwicklung des Ammonshorns, das sich ja unter dem Balken bis auf die Mitte des Sehhügels nach vorn schiebt, gegenüber den gleichen Gebilden beim Menschen äußerst verkürzt haben. Sie durchschneiden kurz vor dem Eintritt der vorderen Kommissur die mediale Hemisphärenwand der Länge nach, scheiden sich da links und rechts je in ein getrenntes Bündel, welches in die eigentliche Fornixsäule fortsetzt. Die Fornixsäulen biegen nach rückwärts um und verlaufen hinter der vorderen Kommissur gegen das centrale Höhlengrau und das Tuber cinereum (Fig. 53, 49). Ueber die weiteren Schicksale der gekreuzten und ungekreuzten Bündel der Fornixsäule (Fasciculus postcommissuralis von SMITH, Fasciculus anularis posterior von ZIEHEN) kann ich hier nicht näher eintreten, nur soviel sei hervorgehoben, daß der Gesamtfaserquerschnitt der absteigenden oder Tuber cinereum-Wurzel successive occipitalwärts gegen das Corpus mamillare zu sich erschöpft und in den vordersten Ebenen des Sehhügels beim Pferde ungefähr die Ausdehnung der menschlichen Fornixsäule annimmt. Bei den übrigen Ungulaten ist sie entsprechend kleiner.

Von HONEGGER (31) ist die Behauptung aufgestellt worden, daß von der Fornixsäule an die Taenia thalami bei Ungulaten ein Faserbündel abgehe. Auch für diese Annahme konnte ich bestimmte anatomische Anhaltspunkte bei den Ungulaten nicht gewinnen. Ich halte dafür, daß sich HONEGGER einige Verwechslungen zu schulden kommen ließ. Sicher ist, daß der von HONEGGER angenommene Uebergang beim Menschen wenigstens nicht besteht. An einem Falle von totaler Vernichtung einer

Fornixsäule und der gleichseitigen Fimbria konnte ich nämlich an jener bereits von v. MONAKOW anderen Orts (54) mitgeteilten Schnittreihe mich überzeugen, daß die Zahl der Fasern der Taenia thalami wie auch der untere Schhügelstiel auf der Seite der fehlenden Fimbria ebenso groß war wie auf der gesunden Seite. Ebenso wenig stehen auch die Fasern der Stria terminalis mit denen der Fornixsäule in Verbindung.

## VII. Striae longitudinales.

Unter dem LANCISI'schen Streifen oder den Striae longitudinales (Gyrus supracallosus ZUCKERKANDL's, Taenia tecta, Indusium griseum) versteht man einen sagittal verlaufenden Zug feiner Fasern, welcher über der Medianlinie des Balkens einherzieht und noch von einer dünnen Schicht Rindensubstanz bedeckt ist, die in der Tiefe der Fissura corporis callosi lateralis mit der Rinde des Gyrus fornicatus zusammenhängt. Der Anfang dieses Bündels, welches zwischen den seitlichen paarigen Teilen (Striae laterales) einen mittleren unpaaren (Stria medialis) einschließt (Fig. 46, 52), kann schon in den vordersten Teilen des Balkens, wo es ventral um das Knie umbiegt und gegen die frontale mediale Hemisphärenwand ausstrahlt, erkannt werden. Es hat alle Wahrscheinlichkeit, daß dieses um das Balkenknie umbiegende Striabündel (Pedunculus corporis callosi, Fasciculus marginalis E. SMITH (67), das der medialen Abteilung des Forceps anterior aufliegt, mit dem centralen Riechmarke in Verbindung steht (Fig. 48).

Auch mischen sich die in gleicher Weise umbiegenden Cingulumfasern mit denen der Stria, so daß sie beide in ihrem Verlaufe gegen die basale Olfactoriusrinde hin auch bezüglich ihres Ursprunges nicht zu trennen sind. KÖLLIKER (35) hat bereits die Ansicht ausgesprochen, daß Cingulum und Striae longitudinales als zusammengehörige Bündel zu betrachten seien und das Cingulum selbst nur als ein einfacher Ableger der Striae anzusehen wäre, der im Gyrus fornicatus eingeschlossen ist. Es erscheint mir diese Auffassung für die Verhältnisse der Ungulaten durchaus zutreffend.

Was die Bogenfasern der Striae, welche von der Oberfläche des Balkens her das Balkenknie nach vorn und unten umziehen, anbetrifft, so bilden diese im ferneren bei Ungulaten noch einen beträchtlichen Anteil, der sich von vorn her der Septumfaserung

anschließt und mit dieser in ununterbrochener Reihe an der medialen Hemisphärenrinde endigt, sowie nach rückwärts sich bis zur Area perforata erstreckt. Es kreuzen somit diese Bogenfasern der Striae mit denen des Septums unter spitzem Winkel und bei den Ungulaten in gleicher Weise, wie es KÖLLIKER (35) bei der Katze beobachtet hat.

Occipitalwärts ist die Stria stets in gleicher Weise dem Balken aufgelagert und mit diesem bis zum Splenium zu verfolgen, wo sie sich der Fascia dentata zuwendet und in diese umbiegt. Während ihres Verlaufes wächst sie von vorn nach hinten beständig.

Gegenüber HONEGGER (31), der die laterale Stria aus dem Subiculum cornu Ammonis hervorgehen ließ, muß ich hier auf die Untersuchungen von KÖLLIKER (34, 35) (Kaninchen, Katze) sowie auf meine Ergebnisse, die bezüglich des Ueberganges des Subiculus übereinstimmen, zurückgreifen und am Uebergang des Subiculus auf den Gyrus fornicatus unbedingt festhalten. Auch sprechen für unsere Ansicht die phylogenetische (SMITH [68], ZIEHEN [76]) und die ontogenetische Entwicklung (MARTIN [47]).

Die Striae erreichen im lateralen Abschnitt und in mehr hinteren Ebenen beim Pferde eine Höhe von 1—2 mm, bei den kleineren Ungulaten nur 0,6—0,8 mm. Die Stria medialis ist bedeutend dünner und beträgt in der Dicke nur 0,1—0,2 mm.

Bezüglich der Rinde der dorsalen und medialen Hemisphärenwand ist hervorzuheben, daß sie im Gegensatz zu den Verhältnissen beim Menschen bei den Ungulaten in der Medianlinie des Balkens eine Unterbrechung nicht erfährt, so daß der Boden des Sulcus longitudinalis von den ersten Ebenen des vereinigten Spleniums mit der Hippocampuskommisur an bis zu den Ebenen der absteigenden Fornixsäule von einer Rindenschicht ausgekleidet ist, die von einem Gyrus fornicatus zum anderen übergeht. Diese Rindenschicht nimmt mit den Fasern der Striae von vorn nach hinten an Dicke zu. Beim Menschen ist sie außerordentlich dünn (Indusium griseum). Bei den Ungulaten nimmt sie gegen das Balkenknie hin ab und verschwindet beinahe vollständig, so daß nur noch eine einheitliche Markfaserlage den vordersten Teilen des Balkens aufgelagert ist (Fig. 52).

Die Fasern der Striae longitudinales sind sehr fein, ihre Richtung ist bei der Großzahl keine rein sagittale, insbesondere überwiegen in der medialen Stria die schief und senkrecht zum Balken verlaufenden Fasern. Es stehen diese senkrechten Bündel

wahrscheinlich mit den *Fibrae perforantes* des Fornix dorsalis in Verbindung. Der Faserreichtum der lateralen Stria ist ein bedeutend größerer als in der medialen Abteilung, auch präsentiert sich die graue Rinde der lateralen Stria mit einem oberen und einem unteren, dem Balken aufliegenden Markbelag als eine kleine längsziehende Windung, deren oberer Markbelag an die Zonalschicht des Gyrus fornicatus anschließt, währenddem der untere zu dem direkt anliegenden Cingulum Fasern austauscht. Eine Faserverbindung zum Fasciculus longitudinalis superior habe ich nicht gesehen.

### VIII. Die langen Associationsbündel.

Als Fasciculus subcallosus (MURATOFF) (Fig. 46—54) (*Fasciculus occipito-frontalis* von FOREL und ONUFROWICZ) bezeichnet man in neuerer Zeit einen longitudinal verlaufenden, zwischen dem Streifenhügelkopf und dem Balken liegenden und teilweise die laterale Wand des Seitenventrikels bildenden Faserzug, der sich aus der Balkentapete langsam herausdifferenziert und bis in den Stabkranz des Frontallappens zu verfolgen ist. Hier pflegt er sich in den Markmassen des Centrum ovale aufzulösen.

Bei allen untersuchten Ungulaten präsentiert sich der Faserzug als ein von der inneren Kapsel und von den umgebenden Bündeln anatomisch scharf abgegrenzter Faserstrang. Bezüglich der Dicke steht er zwar dem Fasciculus longitudinalis inferior bedeutend nach, hinsichtlich seiner Länge überragt er ihn bei weitem. Er läßt sich frontalwärts, durch Fasern verstärkt, den Streifenhügel dorsal begleitend, bis zum Beginn des Ventriculus olfactorius verfolgen, d. h. beim Pferde bis zu einer Entfernung von 3 cm von der Frontalspitze. Der Querschnitt sondert sich von dieser Ebene an immer schärfer von der Umgebung ab, wird auch gleichzeitig etwas kleiner. Er erreicht in den Ebenen des Uebergangs des Vorderhorns in den Ventriculus olfactorius beim Pferde einen Umfang von 4 mm Dicke und 4 cm Höhe. Diese Ausdehnung nimmt von den Ebenen des Septums an rasch ab, er behält dann dieselbe Dicke bis zum Uebergang in die Balkentapete, d. h. bis zur Uebergangsebene des Seitenventrikels ins Unterhorn. Hier präsentiert er sich als sogen. Balkentapete, ein die ganze laterale Wand des Seitenventrikels auskleidender Quer-

schnitt, der basalwärts in ein schmales Band quergetroffener, die Wand des Unterhornes bedeckender Faserbündel übergeht. Hier ist überhaupt eine deutliche Trennung zwischen Tapete und Fasciculus subcallosus nicht mehr möglich; es läßt sich hier leicht übersehen, daß der als Tapete bezeichnete Abschnitt nur das ins Unterhorn umbiegende hintere Teilstück des Fasciculus subcallosus darstellt (Fig. 47).

Was die Faserbestandteile des F. subcallosus, welcher dem menschlichen viel mächtigeren Fasciculus occipito-frontalis entspricht, anbetrifft, so scheinen diese durchaus nicht einheitlich zusammengesetzt zu sein. Zu einem gewissen Grundbestand von echten langen, vom Occipital- bis zum Frontallappen ziehenden Associationsfasern tritt zweifellos ein fortwährender Zu- und Abfluß associativer Bündel aus der Umgebung hinzu, die insbesondere von den lateralen Windungen her den Stabkranz durchbrechen und auch in den Streifenhügel sich einsenken. Zur Balkenstrahlung bestehen keine auffälligen Faserbeziehungen.

Die den F. subcallosus begleitende Substantia gelatinosa centralis ist bei den Ungulaten weniger umfangreich als beim Menschen; sie liegt zwischen die Faserfascikel eingestreut und zeigt eine wechselnde Mächtigkeit. Sie begleitet das Bündel in seiner ganzen Länge des Verlaufs.

Abgesehen vom F. subcallosus, welcher die Hauptverbindung zwischen dem Occipital- und Frontallappen darstellt, finden sich bei Ungulaten noch zwei lange, sagittal verlaufende Associationsbündel in der medialen Hemisphärenwand der Konvexität, nämlich das Cingulum und ein noch unbenanntes Bündel von Fasern, welche die marginale Windung durchziehen.

Das Cingulum ist als ein sagittales Bündel ziemlich gut bei allen Ungulaten abzugrenzen. Seine Fasern ziehen im Marke an der Basis des Gyrus fornicatus, durchbrechen die Querbündel des Gyrus und sind von den Ebenen des Balkenwulstes an bis über das Balkenknie hinaus gegen die mediale Rinde am Gyrus rectus und Lobus olfactorius hin zu verfolgen. Ueberdies giebt das Cingulum zur Rinde des Gyrus fornicatus und an die Stria lateralis Fasern ab, auch sendet es in seiner ganzen Länge, wie früher schon erwähnt, Fascikel, welche den Balken durchbrechen, zum Fornix dorsalis und zur Septumfaserung (Fig. 46, 51—54).

Auch dieses, wie man sieht, aus ziemlich verschiedenen Komponenten sich zusammensetzende Associationsbündel behält innerhalb des ihm zugewiesenen dreieckigen Querschnittsareals von hinten

nach vorn so ziemlich denselben Umfang bei. Während die Fasern des *F. subcallosus* ein feines Kaliber zeigen, fällt die relative Dichtigkeit der Fasern des *Cingulum*s auf.

In occipitaler Richtung biegen seine Fasern hinter dem Balkenwulste basalwärts und dringen gegen die mediale Rinde in der Richtung des Ueberganges des *Gyrus fornicatus* auf den *Gyrus hippocampi* vor (Fig. 47).

Das marginale Längsbündel, wie ich es benennen will, stellt keinen scharf begrenzten Strang dar, sondern setzt sich mehr aus zahlreichen zerstreut liegenden sagittalen Bündelchen zusammen. Ueber ihren Ursprung und ihr Ende läßt sich bei der Durchmusterung der Querschnittserien wenig Sicheres sagen, doch unterliegt es keinem Zweifel, daß es sich auch hier teilweise wenigstens um ziemlich lange Associationsbündel handelt, die, im *Gyrus marginalis* gelegen, bis in die vordersten (erste Stirnwindung) Abschnitte des Frontallappens vordringen, wofür später zu besprechende experimentelle Eingriffe bei der Ziege beweiskräftig erscheinen.

Es handelt sich da offenbar um die nämlichen sagittalen Fasern, welche v. MONAKOW (54) im *Gyrus marginalis* der Katze beschrieben hat, die ebenfalls in dünnen Fascikeln die Fasermasse des *Gyrus marginalis* durchbrechen und nach Abtragung des Occipitallappens bis ins Frontallirn, resp. bis in den *Gyrus sigmoideus* in toto atrophieren.

Ein eigentlicher *Fasciculus arcuatus* ist bei den Ungulaten nicht nachweisbar. An der der Gegend des *F. arcuatus* des Menschen entsprechenden Partie (Sylvische Windung, Insel) finden sich eine ganze Reihe von sagittal verlaufenden Bündeln vor, dieselben lassen sich aber von den Fasern der äußeren Kapsel und dem Stabkranz als gesondertes Faserbündel nicht abtrennen.

Ganz ähnlich verhält es sich mit dem *Fasciculus uncinatus*, der bei der Besprechung der äußeren Kapsel noch kurz berührt werden soll. Wenn ein *F. uncinatus* besteht, so ist er jedenfalls bei den Ungulaten außerordentlich dürftig entwickelt.

Der laterale Teil des Balkens wird allem Anschein nach von sagittal verlaufenden Faserbündeln durchbrochen, die fascikelweise angeordnet sind und die möglicherweise nicht alle zur Stabkranzfaserung gehören. Bei der Betrachtung der Schnitte drängt sich die Annahme auf, daß auch hier Fasern in ganz ähnlicher Weise wie im *Fasc. subcallosus* in frontaler Richtung ziehen, bezw. daß vom *F. subcallosus* abgesprengte Bündel den Weg zwischen Cin-

gulum und Stabkranzfaserung nehmen. Als *Fasciculus longitudinalis superior* wäre am besten die Gesamtheit aller sagittal zum Frontallappen verlaufender Fasern zu bezeichnen, d. h. die kurz erwähnten Fasern, das Cingulum, der *Fascic. subcallosus* und das marginale Längsbündel. Wie viele von diesen Bündeln schließlich noch Fasern zum Querschnitt der Balkentapete abgeben, läßt sich nur ganz oberflächlich schätzen, jedenfalls wird es nur von einem kleinen Bruchteil zutreffen.

#### *Fasciculus longitudinalis inferior.*

Verfolgt man eine Frontalschnittreihe vom Occipitalende in frontaler Richtung, so findet man im Centrum ovale, ja schon etwa 2 cm vom Occipitalpol entfernt ein ziemlich umfangreiches Feld sagittal verlaufender Fasern ganz ähnlich wie beim Menschen, das sich successive teils nach seiner näheren Verlaufsrichtung, teils nach dem Faserkaliber und der Dichtigkeit der Fascikel in besondere Strata abgrenzen läßt. Beim Auftreten der *Substantia gelatinosa centralis*, welche bei den Ungulaten dem Hinterhorn beim Menschen örtlich entspricht, sieht man ganz deutlich drei sagittale Strata konzentrisch angeordnet, von denen das innerste (am meisten medial gelegene) zweifellos die Fortsetzung der Balkentapete darstellt und in den *F. subcallosus* nach vorn zu verfolgen ist. Das diesem lateral anliegende Stratum, die eigentliche Sehstrahlung oder das *Stratum sagittale internum*, das beim Pferde schon auf dieser Höhe dem entsprechenden Abschnitt des Menschen gleichkommt und sich im allgemeinen aus ziemlich zarten, etwas weit auseinanderliegenden Fascikeln zusammensetzt, wurde schon früher besprochen.

Als laterale mächtige Querschnittswand liegt der Sehstrahlung im engeren Sinne der *F. longitudinalis inferior* oder das *Stratum sagittale externum* auf, das schon hier, vollends aber in nach vorn gelegenen Ebenen, die vorhin erwähnten anderen sagittalen Strata in seinem Querschnitt übertrifft. Zudem ist dieses Bündel aus Fascikeln derberen Kalibers zusammengesetzt<sup>1)</sup>, die zu einander viel dichter liegen, so daß das bezügliche sichelförmige Querschnittsfeld sich von der Umgebung ganz scharf abhebt. Mit dem diesem Feld lateral anliegenden Markkörper (dem Centrum ovale

1) Dies trifft auch für den Menschen zu. Vergl. MONAKOW in Archiv für Psychiatrie, Bd. 31.

gehörend) scheint der Fasc. longitudinalis inferior in Faseraustausch zu stehen, obgleich beide eine Verschiedenheit in der Verlaufsrichtung ihrer Fasern aufweisen. Immerhin muß hervorgehoben werden, daß von den basalen Windungen fortgesetzt Fascikel in dieses Querschnittsfeld (Fasc. long. inf.) und darüber hinaus in das Stratum sagittale internum übergehen.

Der Fasc. longitud. inferior wächst ebenso wie das Stratum sagittale internum von hinten nach vorn gegen die innere Kapsel zu successive und überflügelt in ausgesprochener Weise die eigentliche Sehstrahlung an Umfang. Es unterliegt daher keinem Zweifel, daß zu dem ursprünglichen Faserkontingent, auch wenn es auf weite Strecken sich gleichbleibt, aus den umgebenden Windungen fortgesetzt und zwar weiter nach vorn (kurz vor den Ebenen des Ueberganges des Seitenventrikels in das Unterhorn) aus dem Mark der anliegenden Windungen Faserzufluß stattfindet. Ich habe den Eindruck gewonnen, daß sowohl zum Balken ziehende als Projektionsfasern und gelegentlich auch mäßig lange Associationsfasern an der Bildung des F. longitudinalis inferior mit beteiligt sind (Fig. 47).

Bald nach dem Eintritt des Sehhügels und der hinteren inneren Kapsel in die Schnittebene verliert sich die obere Etage des gesamten sagittalen Faserzuges, indem die bezüglichlichen Bündel sich teilweise wenigstens im hinteren Abschnitt des Sehhügels, sowie im Corpus geniculatum externum auflösen. Ein Bestandteil des F. longitudinalis inferior scheint sich ebenfalls in die hintere Partie der inneren Kapsel zu senken. Er wird wohl, wie das beim Hunde und bei der Katze durch v. MONAKOW experimentell nachgewiesen wurde, als Stiel des inneren Kniehöckers mit letzterem in engere Verbindung treten. Die bezüglichlichen Fascikel lassen sich im Groben auch beim Pferde in die genannten Sehhügelabschnitte verfolgen.

Die ventrale Lage des F. longitudinalis inferior läßt sich indessen ebenso wie beim Menschen noch weiter frontal beobachten und zwar in der Richtung gegen den Lobus pyriformis und das temporale Operculum hin. Hier wendet sich ein Teil in die innere Kapsel, um sich im Sehhügel aufzulösen. Ueber die letzten Ausläufer des äußeren Kniehöckers hinaus läßt sich nur wenig mehr von diesem Bündel entdecken.

Der geschilderte Verlauf und die Resultate der Experimente v. MONAKOW's (54) bei der Katze und beim Hunde, sowie ein bezüglichlicher experimenteller Versuch von mir bei der Ziege machen

es sehr wahrscheinlich, daß auch bei den Ungulaten ein nicht unbeträchtlicher Bruchteil der sagittal verlaufenden Fasern des *F. longitudinalis inferior* teils eine Verbindung zwischen dem Occipitallappen, dem Lobus pyriformis und den Opercularwindungen darstellt, teils aber als Stiel des bei Ungulaten keineswegs unbedeutenden *Corpus geniculatum internum* anzusehen ist.

Das als *Fascic. longitudinalis inferior* bezeichnete Faserfeld in Fig. 27 des DEXLER'schen Buches (12) entspricht beim Pferde nicht diesem Faserzuge, ebenso sind die Bezeichnungen in Fig. 24 (III und IV) entsprechend abzuändern.

### IX. Vordere Kommissur.

Die vordere Kommissur ist bei den untersuchten Ungulaten recht stattlich entwickelt, wenn sie schon nicht den Umfang dieses Gebildes bei niederen Säugern, z. B. Marsupialiern oder Nagern relativ erreicht. Ihr Querschnitt auf dem Sagittalschnitt beträgt beim Pferde und Rinde 3,5 mm, beim Schafe und der Ziege 1,5 mm, beim Schweine 2 mm. Sie ist also beim Pferde mächtiger als beim Menschen (Fig. 50, 53).

Die vordere Kommissur liegt wie bei allen Säugern frontal von den ins *Tuber cinereum* sich einsenkenden absteigenden Fornixsäulen. Auch bei den Ungulaten läßt sie einen Riech- (*Pars olfactoria sive anterior*) und einen Schläfenanteil (*Pars temporalis s. posterior*) abgrenzen. Der Riechanteil ist entsprechend der starken Entwicklung des Lobus olfactorius (Makrosmatiker) wesentlich mächtiger als der Schläfenanteil.

Bezüglich der Faserbestandteile und zunächst des Riechantteils ist hervorzuheben, daß aus dem centralen Riechmarke Faserbündel zum Riechanteil der vorderen Kommissur abgehen. Von der medialen Vereinigungsstelle an sieht man zunächst in frontaler und basaler Richtung je einen Arm der vorderen Kommissur ventral vom Streifenhügelkopf sich einsenken. Der gemeinsame Arm erfährt eine gabelförmige Teilung in der Weise, daß ein lateral ziehender Abschnitt den Querschnitt der inneren Kapsel im unteren Drittel durchbricht und occipitalwärts umbiegt, um sodann in der äußeren Kapsel nach rückwärts zu ziehen und sich an den temporalen Windungen und am Lobus pyriformis zu erschöpfen. Es ist dies die verhältnismäßig wenig umfangreiche *Pars temporalis*, derjenige Teil, der beim Menschen viel

mächtiger angelegt ist. Er findet sich lateral und dorsal von der Pars olfactoria und zeichnet sich durch Fasern geringeren Kalibers aus, die in PAL-Präparaten heller erscheinen.

Zu diesen beiden Anteilen der vorderen Kommissur kommt noch ein neuer Faserbestandteil hinzu, nämlich ein kleines Bündel, das dazu dient, die beiden Striae terminales miteinander in Kommunikation zu bringen. Die bezüglichen Fasern biegen von der in gleicher Richtung wie die Fornixsäulen zur Hirnbasis ziehenden Stria terminalis rechtwinklig zur vorderen Kommissur ab und legen sich, indem sie zur anderen Hemisphäre übergehen, der Pars temporalis dorsal an. Dieses Bündel wurde früher schon von HONEGGER (31) beim Schweine beschrieben; ich habe dasselbe bei allen Vergleichstieren wiederfinden können.

### X. Außere Kapsel.

Sie erscheint als eine Faserwand, welche dem Linsenkern seitlich anliegt und dessen lateraler Fläche entsprechend sichelförmig gebogen ist (Fig. 49, 50, 53).

Ihren größten Faserzuwachs erhält sie in vorderen Ebenen aus dem Lobus olfactorius und aus der Area perforata, teilweise auch aus dem Inselgebiet. In der Gegend der Insel schmiegt sich der äußeren Kapsel lateral die Vormauer an; in der Parietalgegend erstreckt sich die äußere Kapsel, die nach oben mit der inneren Kapsel in Verbindung steht, bis in den Lobus pyriformis.

Ihre Bestandteile sind in hinteren Ebenen recht verschiedene. Einmal enthält sie longitudinal verlaufende Bündel, welche zum Teil der Pars temporalis der vorderen Kommissur angehören, zum anderen Teil aber einem Fasciculus uncinatus des Menschen entsprechen, d. h. Faserzüge, die den Lobus pyriformis mit parietalen Windungen verbinden. Recht ansehnlich sind die Stabkranzanteile, welche zur inneren Kapsel ziehen, wobei sie häufig den Linsenkern durchbrechen. Ebenfalls sind in der äußeren Kapsel Anteile der Striatumfaserung enthalten.

### XI. Stria terminalis.

Als Stria terminalis (Stria cornea, Taenia semicircularis) benennt man bei höheren Säugern eine zwischen dem Sehhügel und dem Streifenhügel dahinziehende wenig erhabene Leiste, die sich

aus dem Ependym, Substantia gelatinosa und einem dünnen Bündel Fasern zusammensetzt, welches aus der grauen Substanz vor dem Tuber cinereum hervorgeht, dem Streifenhügel folgt und basalwärts umbiegt, um in der Gegend des Uncus zu verschwinden.

Auch dieses vielfach studierte Gebilde setzt sich zweifellos aus sehr verschiedenen Faserbestandteilen zusammen. Der Hauptanteil zieht auf der Höhe der vorderen Kommissur frontal vom unteren Sehhügelstiel und der Fornixsäule basalwärts und zerstreut sich in einem Zellenhaufen (Riechrinde), welcher dem Tuber cinereum frontal anliegt (Basalkern von GANSER und KÖLLIKER). Ein Uebergang einzelner Fasern der Stria in die Fornixsäule findet nach meinen Untersuchungen nicht statt; was als Abzweigung der Fornixsäule in diesen Ebenen imponiert, sind Fasern der Taenia thalami und Fornixbündel, die im centralen Grau endigen und mit den Fasern der Stria terminalis nichts zu thun haben. Die Taenia thalami liegt der Stria allerdings in ihren vordersten Ebenen medial an, trennt sich jedoch von dieser, sobald der Sehhügel erreicht wird (Fig. 53, 46, 49, 51).

Die Stria terminalis folgt dann dem Schweife des Nucleus caudatus medial, biegt mit diesem ins Unterhorn um und fasert sich am Mandelkern bis zum Uncus hin auf. In die innere Kapsel treten bestimmt keine Fasern ein. Das ganze Bündel erscheint im PAL-Präparate in hellem Ton und besitzt sehr dünne Fasern.

HONEGGER (31) hat bei der Maus und dem Kaninchen in den Thalamus eindringende Striafasern beschrieben. Bei den Ungulaten konnte ich eine solche Verbindung nicht beobachten. Ebenso habe ich jene derberen Fasern, wie sie sich in den oberflächlichen Schichten des Thalamus vorfinden, in den eigentlichen Striabündeln nicht entdecken können, vielmehr muß ich betonen, daß sämtliche Fasern der Stria bei den Ungulaten sich, wie schon oben bemerkt, durch ein dünnes, ziemlich gleiches Kaliber auszeichnen.

Ebensowenig gelang es mir, bei den Ungulaten im Nucleus amygdalae die drei von HONEGGER geschilderten Ganglienmassen abzugrenzen (Nuclei lenticulares von KÖLLIKER) und dementsprechend drei gesonderte Endbüschel der Stria terminalis zu entdecken. Vielmehr zerstreuen sich die Fasern der Stria successive und in unregelmäßiger Weise in der gesamten basalen Ganglienmasse. Sicher können auch Striabündel bis zum Uncus hin verfolgt werden, die dort angekommenen Fasern biegen sodann nach außen zur Rinde des Lobus pyriformis um.

## XII. Das Vorderhirnganglion und seine Faserung.

Das Stammganglion des Großhirns (*Corpus striatum*) setzt sich bei den Ungulaten wie bei den übrigen höheren Säugern aus dem geschwänzten Kern (*Nucleus caudatus*), dem Linsenkern (*Nucleus lentiformis*), dem Mandelkern (*Nucleus amygdalae*) und der Vormauer (*Clastrum*) zusammen. Man kann alle diese Abteilungen insgesamt mit MEYNERT als das Vorderhirnganglion bezeichnen.

Bei allen Huftieren finden sich durchweg zwischen den einzelnen genannten Ganglien graue Anastomosen, so daß ihre anatomische Trennung nur eine künstliche ist. Berücksichtigt man im weiteren, daß diese vier Ganglien, wie GUDDEN und seine Schüler nachgewiesen haben, nach Abtragung einer Großhirnhemisphäre beim neugeborenen Tier kaum nennenswert in ihrer Entwicklung beeinträchtigt werden und dies im Gegensatz zu den Kernen des Sehlügels und anderen tieferliegenden infrakortikalen Gebilden, so ist man auch noch mit Rücksicht auf die phylogenetische Entwicklung vollends berechtigt, sie als eine gemeinsame unter sich verwandte graue Masse zu betrachten, die ja auch nach den erwähnten operativen Eingriffen ihrer anatomischen Grenzen beraubt wird (durch Massenausfall der sie durchsetzenden Faserzüge z. B. der inneren Kapsel).

Bei den Ungulaten bildet das *Corpus striatum* ein ziemlich umfangreiches Gebilde von retortenförmiger Gestalt, das mit demjenigen des Menschen viel Verwandtes zeigt. Der Kopfteil des geschwänzten Kerns ist frontal bis zum Uebergang des Vorderhorns in den *Ventriculus olfactorius* zu verfolgen (Fig. 45); sein größter Durchmesser findet sich in der Frontalebene des Balkenkniees, wo von lateralwärts her eine Durchbrechung durch Fascikel der inneren Kapsel anhebt, eine Durchbrechung, die occipitalwärts rasch zunimmt. Der ziemlich scharf abgegrenzte Durchtritt der nummehr geschlossen verlaufenden Partie der zum vorderen Schenkel der inneren Kapsel gehörenden Fasern giebt Veranlassung zur Scheidung des Streifenhügelkopfes in zwei Abschnitte, einen medialen Teil (*Nucleus caudatus*) und einen lateralen Teil (*Nucleus lentiformis*), die stellenweise durch graue, die innere Kapsel quer durchsetzende Brücken mit einander verbunden sind.

Der mediale Abschnitt nimmt kaudalwärts an Volumen successive ab und geht allmählich in den Schweif des geschwänzten Kerns über. Dieser Uebergang erfolgt jedoch mehr stufenweise

als beim Menschen. In denjenigen Ebenen, in denen der Streifenhügelschweif an Umfang bedeutend abnimmt (Ebenen des vorderen Drittels des Sehhügels und des Corpus mamillare), schließt sich an den lateralen Abschnitt, das Putamen des Linsenkerns, eine umfangreichere Masse grauer Substanz an, welche von Faserfascikeln in unregelmäßiger Weise durchbrochen wird, es ist dies die mediale Partie des Linsenkerns (Globus pallidus), in welcher deutliche Laminae medullares, wie man sie beim Menschen, aber auch teilweise bei den Carnivoren antrifft, sich nicht erkennen lassen und somit auch Abgrenzungen von besonderen Linsenkerngliedern nicht vorzunehmen sind (Fig. 53).

Der ganze Linsenkern erreicht beim Pferde etwa den dritten Teil der Größe dieses Gebildes beim Menschen.

In caudaler Richtung geht der Linsenkern allmählich da und dort, von dünnen Markwänden unterbrochen, in den Mandelkern über und erstreckt sich somit in den Lobus pyriformis hinein. Als Mandelkern bezeichne ich die dem Linsenkern basal anliegende, faserarme Zellenmasse, die der Rinde des Lobus pyriformis medial anliegt. In diesen Ebenen findet sich auch der Anschluß des Linsenkerns und des Mandelkerns an die Vormauer, welche namentlich mit ihrem basalen Abschnitt in den Mandelkern übergreift.

Die Vormauer stellt bei Ungulaten eine verhältnismäßig dicke (3—4 mm beim Pferde), lateral von der inneren, medial von der ziemlich scharf ausgesprochenen äußeren Kapsel begrenzte Wand grauer Substanz dar, welche mit der Insel in die Schnittfläche fällt, nach hinten rasch an Umfang zunimmt, dann wieder mit dem Auftreten des Lobus pyriformis wesentlich dünner wird und in der früher erörterten Weise mit dem Mandelkern eine gemeinsame, nur durch wenige Bündel der äußeren Kapsel getrennte graue Masse bildet (Fig. 46, 53).

Das Mark der Insel scheidet die Ganglienmasse des Claustrums von der Inselrinde. HONEGGER (31) gegenüber, der das Claustrum der Huftiere nach der Größe dem der Maus anreihete, muß ich hervorheben, daß die Vormauer bei den Ungulaten von der Inselrinde deutlich durch Markfasern getrennt ist. Ein Zusammenfließen der grauen Substanz der Vormauer und der Inselrinde ist bei Ungulaten nirgends nachweisbar, jedenfalls läßt sich die in beiden Gebilden ganz verschieden angelegte graue Substanz (Zellenform und Anordnung) überall scharf sondern.

Sowohl aus der Gegend des Nucleus caudatus als vom Nucleus lentiformis her ziehen ähnlich wie bei den Carnivoren und beim Menschen ziemlich beträchtliche Faserbündel medialwärts. Sie durchbrechen in losen Zügen die innere Kapsel und senken sich in die Regio subthalamica ein, um sich im centralen Grau des Sehhügels pinselförmig zu erschöpfen. Es ist dies die Linsenkernschlinge. Manche dieser Bündel legen sich dem Tractus opticus ziemlich scharf an, ja einzelne begleiten denselben ein Stück weit nach vorn. Die Durchtrittsstelle der Linsenkernschlinge in der inneren Kapsel kann wie beim Menschen als die Grenze zwischen dem Pedunculus cerebri und der eigentlichen inneren Kapsel betrachtet werden (Fig. 46).

Ein anderer Anteil zieht um das Vorderende des Hirnschenkels herum und ergießt sich von der ventralen Seite her in den Sehhügel, ohne die innere Kapsel zu durchbrechen (Hirnschenkelschlinge).

Sowohl der Linsenkern wie der geschwänzte Kern, der Mandelkern und wahrscheinlich auch die Vormauer giebt Faseranteile zur Linsenkernschlinge ab. Außer den den Streifenhügelkopf längsdurchziehenden Bündeln finden sich überall mehr oder weniger starke, quer durch die innere Kapsel verlaufende Faserbündel, welche möglicherweise Verbindungen zwischen den einzelnen Striatumabteilungen darstellen.

KOWALEWSKY (36) beschrieb beim Schweine Fasern, die aus dem Stabkranz in den Linsenkern treten, ihn durchsetzen und in den Pedunculus cerebri übergehen. Derartige aberrierende Bündel der inneren Kapsel kann ich auch bei den übrigen Huftieren finden; sie trennen sich meistens vom oberen Teile der äußeren Kapsel ab und durchziehen den oberen Teil des Linsenkerns.

Die Linsenkernschlingen entsprechen dem basalen Vorderhirnbündel EDINGER'S (17) (Radiatio strio-thalamica). Alle untersuchten Huftiere besitzen eine starke Strahlung des Vorderhirnganglions zum Sehhügel, die jedoch im Vergleiche zur corticalen Strahlung zum Thalamus nur eine äußerst dürftige genannt werden kann. EDINGER (17) schrieb der Linsenkernschlinge ein feines Faserkaliber zu, das er mit der Kürze des Verlaufes in Beziehung bringt. Bei den Ungulaten zeigen jedoch die Fasern der Linsenkernschlinge trotz ihres kurzen Verlaufes ein bemerkenswertes Kaliber, welches dasjenige der kurzen Associationsfasern der Hirnrinde und vollends dasjenige der Pyramidenfasern noch übertrifft.

### XIII. Das Großhirnmark der übrigen Vergleichstiere.

Gehe ich bei der vergleichenden Betrachtung zunächst von der allgemeinen Anlage des Markkörpers aus, dann fällt es auf, daß die kleinen Wiederkäuer und das Schwein bezüglich des Centrum ovale viel primitivere Verhältnisse darbieten als das Pferd. Wenn man als Centrum ovale diejenige centrale Markmasse bezeichnet, die außer dem Bereich der in die Windungen sich erstreckenden Markzungen liegt, so kann man sagen, daß die Ziege und das Schaf nur an wenigen Schnittebenen aus dem Frontallappen und an einzelnen des Occipitallappens ein einigermaßen deutliches Centrum ovale erkennen lassen. Das kleine Centrum ovale der Ziege ist etwas mächtiger als das des Schafes und vorzüglich des Schweines.

Im übrigen, namentlich innerhalb des bei Ziege und Schaf verhältnismäßig sehr mächtigen Frontallappens, setzt sich der Markkörper fast ausschließlich aus weit verzweigten und ziemlich dicken Markzungen, welche in die zahlreichen Haupt- und Nebenwindungen geweihartig ausstrahlen, zusammen. In dieser Beziehung gleicht der Frontallappen der kleinen Wiederkäuer dem der Carnivoren, wenn er auch bezüglich des Umfanges der Windungen, der feineren Ausgestaltung derselben von ihnen, und zwar zu seinen Gunsten, differiert.

Aber auch beim Rinde ist das Centrum ovale bei weitem schwächer entwickelt als beim Pferde, wie denn auch der Frontallappen bei diesem Tier viel weniger voluminös ist als beim Pferde. Immerhin läßt sich beim Rinde an einzelnen Schnitten (z. B. in den vorderen Ebenen des Streifenhügels) ein kleines Centrum ovale von relativ gleichem Umfange wie bei Ziege und Schaf abgrenzen, desgleichen auch in den Ebenen des Hinterhauptslappens, welche sich direkt an das Ammonshorn anschließen. Aber auch hier an dieser Stelle hält das Centrum ovale den Vergleich mit dem des Pferdes nicht im entferntesten aus. Die Markzungen sind beim Rinde breiter und derber und auch entsprechend der großen Tiefe einzelner Furchen (*Fiss. coronalis*, *ectosylvia*) bedeutend länger als bei Ziege und Schaf.

Hand in Hand mit der wesentlich geringeren Entwicklung des Stirnhirns geht auch beim Rinde eine Reduktion der frontalen Sehhügelstrahlung gegenüber der des Pferdes einher. Der genannte vordere Sehhügelstiel oder vordere Schenkel der inneren Kapsel

ist also beim Pferde viel voluminöser als beim Rinde. Bei der Ziege und dem Schafe ist dieses Gebilde relativ umfangreicher als beim Rinde, immerhin aber noch deutlich kleiner als beim Pferde. Zur übersichtlichen Vergleichung der Größenverhältnisse des vorderen und des hinteren Schenkels der inneren Kapsel lasse ich hier eine Zusammenstellung der Masse folgen. Es beträgt in Millimetern die innere Kapsel:

	Vorderer Schenkel		Hinterer Schenkel	
	Länge	Breite	Länge	Breite
Pferd	14	7	26	11
Rind	10	5	20	8
Ziege	9,5	4	17	6,5
Schwein	8	3,5	13	5

Die verhältnismäßig nicht unansehnliche Fasermasse im Frontallappen des Schweines ist wohl mit der überaus mächtigen Ausbildung der Olfactoriusfaserung in Verbindung zu bringen (Fig. 48).

Der lenticulo-optische Teil (hinterer) der inneren Kapsel zeichnet sich bei allen Ungulaten durch Faserreichtum aus, bei der Ziege und beim Pferde ist die Zahl der Fasern hier wohl am größten. Immerhin hält sich dieser Abschnitt der inneren Kapsel ungefähr in den nämlichen Schranken wie bei den Carnivoren.

Der retrolenticuläre Teil der inneren Kapsel sowie die sagittalen Strahlungen des Occipitalmarkes überragen dagegen bei den Ungulaten die entsprechenden Teile der Carnivoren in ziemlich beträchtlicher Weise. Ich habe bezüglich der sagittalen Markstrahlungen genauere Messungen angestellt, die ich hier tabellarisch wiedergeben will. In den Frontalebene des Uebergangs des Unterhorns in den Seitenventrikel zeigen die drei Strata nebst dem zugehörigen Abschnitt des Centrum ovale in der Dicke folgende Werte in mm:

	Fasc. subcallosus	Strat. sagitt. int.	Strat. sagitt. ext.	Centrum ovale
Pferd	3,0	2,5	2,6	2,0
Rind	1,8	1,2	1,5	1,5
Schwein	1,0	0,6	0,8	0,6
Schaf	1,0	0,8	1,3	1,5
Ziege	1,0	1,0	1,5	1,5

Unter Berücksichtigung der Größenverhältnisse würde nach dieser Tabelle das Pferd die mächtigsten sagittalen Strahlungen und auch das größte Centrum ovale im Occipitalmark besitzen. Ihm folgt die Ziege, dann das Schaf, das Rind und endlich das

Schwein. Bemerkenswert ist, daß die Ausdehnung des gesamten Markes im Occipitallappen bei der Ziege relativ am mächtigsten ist, was möglicherweise mit der täglichen Erfahrung, daß die Ziege ein außerordentlich fein entwickeltes Gesicht hat, in Zusammenhang zu bringen ist. Beim Rinde und Schweine ist das für die Leitung des Gesichtssinnes hauptsächlich in Betracht kommende Stratum sagittale internum beim Schweine absolut, beim Rinde relativ, auch wenn man die Längenverhältnisse in Betracht zieht, wesentlich schmaler als bei der Ziege, deren eigentliche Sehstrahlung unter Berücksichtigung der geringen Körpergröße dieses Tieres gegenüber derjenigen des Pferdes wohl die mächtigste Ausdehnung unter den Ungulaten hat.

Auch bezüglich des Balkens bestehen bei den einzelnen Vertretern der Ungulaten beträchtliche Schwankungen in Ausdehnung und Faserreichtum.

Dicke des Balkens in mm:

	am Knie	Mitte	am Wulst	Länge des Balkens	Länge der Hemisphäre
Pferd	5	3	4,5	65	130
Rind	4	2	3	46	100
Schwein	3	1	3	30	65
Schaf	3,5	1	3	34	75
Ziege	5	2	4	38	75

Relativ fällt die Länge des Balkens bei der Ziege auf. Auch bezüglich der Dicke und des Faserreichtums im Knie, in der Mitte und im Wulst zeigt die Ziege teilweise sogar absolut überaus reiche Entwicklung. Beim Rinde und beim Schafe sind die Balkenfasern bei weitem nicht so mächtig entwickelt wie bei der Ziege und beim Pferde. Es ist hervorzuheben, daß die Ziege, welche ein mächtiges Frontalhirn, aber nur ein relativ kleines Centrum ovale besitzt, durch einen besonderen Faserreichtum des Balkenkniees und auch des Spleniums ausgezeichnet ist und trotz ihrer geringen Größe in dieser Beziehung auch absolut dem Pferde kaum nachsteht. Es ist nicht ohne Interesse, dabei hervorzuheben, daß das bezüglich des Hirnbaues der Ziege an die Seite zu stellende Schaf hinsichtlich der Balkenentwicklung ganz bedeutend ungünstigere Verhältnisse darbietet als die Ziege. Ob hiermit nicht die Differenz dieser beiden Tiere in psychischer Beziehung in Verbindung zu bringen ist?

Bezüglich der übrigen Anteile des Balkens ist nichts Besonderes hervorzuheben.

Zum Septum rechnet man gewöhnlich nicht nur die markhaltige verdünnte Scheidewand, sondern auch das basalwärts an diese anschließende Stück medialer Rindenwand.

HONEGGER (31) unterschied bei den Ungulaten zwei Typen der Septumbildung, zunächst einen solchen mit verdünnten Septumblättern, denen sich lateralwärts etwas Rinde anschließt und einen anderen Typus, bei dem die Septumwand ohne Rindenbekleidung verbleibt. Nach meinen Erfahrungen ist eine solche Trennung undurchführbar. Ich fand den ersten Typus von HONEGGER bei allen Vertretern, dagegen bestehen bezüglich der Masse des rindenlosen Teils ziemliche Schwankungen. So ist beim Schweine ähnlich wie bei den Nagern der mit Rinde bedeckte Abschnitt sehr beträchtlich, der rindenlose sehr klein, während beim Rinde gerade umgekehrte Verhältnisse bestehen. Pferd, Schaf und Ziege stehen hier in der Mitte.

Die Septumfaserung des Rindes ist bisher am eingehendsten von HONEGGER (31) untersucht worden, welcher die Hauptbestandteile derselben im Fornix longus und in den gekreuzten Fasern der Fimbria erblickt. Damit stimmen auch meine Befunde überein, dagegen nicht bezüglich der Annahme von HONEGGER (31), daß die Septumfasern im Sehhügel und im äußeren Kniehöcker endigen.

Bezüglich der *Stria longitudinalis* ist noch zu bemerken, daß dieselbe beim Pferde, Rinde und der Ziege stark entwickelt ist, beim Schafe und Schweine in geringerem Grade.

Im Fornixsystem sind bei den einzelnen Vertretern der Ungulaten keine nennenswerten Unterschiede zu konstatieren. Ich kann den Befund von E. SMITH (68) für das Rind bestätigen, daß der Durchtritt der *Fibrae perforantes* durch den Balken in besonders übersichtlicher Weise stattfindet.

#### XIV. Das Mark der Großhirnrinde.

Im Anschluß an die Darstellung der morphologischen Verhältnisse sowie an die Faserverhältnisse im Großhirnmark der Ungulaten sei es mir gestattet, über den feineren Aufbau und die Anlage der Markfaserung in der Großhirnrinde meine Beobachtungen mitzuteilen.

Die Fasern, welche in den Markzungen der Windungen emporsteigen, senden garbenartig ausstrahlende Anteile an die Seiten-

lippen und an die Kämme der Gyri, welche sich in der Rinde, bezüglich des Ortes ihrer Endigung schwankend, verlieren. Nicht alle Abschnitte der Windungen werden in gleicher Weise von den Faserbündeln bevorzugt. Der Windungskamm nebst den diesem zunächst liegenden Lippenteilen empfangen verhältnismäßig viel mehr solcher Strahlenbündel als die dem Windungsthal zugekehrten Rindenabschnitte. Diese Strahlenbündel oder Markstrahlen (KÖLLIKER [34]), welche aus einer größeren oder kleineren Anzahl aneinandergefügter, geschlossen verlaufender, für sich abgegrenzter Einzelfasern bestehen, variieren in ihrer Größe nach der Mächtigkeit der Markzungen, welche die betreffende Windung versorgen. Es ist demnach auch die Zahl der in die Rinde einstrahlenden Fasermassen eine ziemlich verschiedene, wie denn auch bereits früher hervorgehoben, die Markzungen bezüglich ihres Umfanges stark variieren. Dementsprechend nimmt der Faserreichtum in den Einzelmarkstrahlen vom Kämme der Windung nach dem Thal successive ab, wie das bereits auch von KÖLLIKER beim Menschen hervorgehoben wurde. In den Thälern senken sich nur vereinzelte Fasern in die Rinde ein, während ich in den Markstrahlen je nach Lage bis zu 30 Einzelfasern auf dem Querschnitt zählen konnte.

Der Reichtum der sich in der Rinde aufsplitternden Fasern und die Feinheit dieser Aufsplitterung schwankt je nach Windung in ziemlich beträchtlichem Umfange. Bei allen Ungulaten sind die Strahlenbüschel, die von der Markzunge abzweigen, im Gyrus fornicatus, marginalis und suprasylvius viel reicher angelegt als in den der Basis zugekehrten Windungen. Sehr dürftig sind die corticalen Markstrahlen in der der SYLVI'schen Windung, der Insel und dem Lobus pyriformis. Diese an Radiärfasern so armen Windungsabschnitte wären den ebenfalls an Projektionsfasern armen Windungen des Menschen, welche FLECHSIG (21) zu den Associationscentren zählt, an die Seite zu stellen und würden den bezüglichen Feldern, die VOGT (72) bei Carnivoren und bei Affen gefunden hat, entsprechen. Der Gyrus sigmoideus und die erste Frontalwindung stehen bezüglich der Radiärfasern zwischen den zuerst genannten Windungen und den an Radiärfasern ganz armen in der Mitte, währenddem in der zweiten und gar in der dritten Stirnwindung der Faserreichtum wieder zurückgeht.

Die Bestandteile der Markstrahlen sind allem Anscheine nach nicht einheitlicher Natur; es kommen hier sowohl Associations- wie Kommissuren- und Projektionsfasersysteme in Betracht und

es ist der Anteil jeder dieser Faserarten auf anatomischem Wege nicht genauer auszuscheiden. Jedenfalls ist die Zahl der Projektionsfasern auch bei den Ungulaten eine ganz wesentlich geringere als der übrigen langen Faserzüge, sie wird aber, wie aus den experimentellen Befunden zu entnehmen ist, in den verschiedenen Windungen ebenso eine recht schwankende sein wie in den verschiedenen Abschnitten der einzelnen Windung. Jedenfalls muß man sich hüten, die Radiärfasern mit Projektionsfasern zu verwechseln und mit diesen zu identifizieren, auch an solchen Stellen, wo die Verhältnisse relativ einfach zu liegen scheinen und in Masse parallel verlaufende Faserzüge bis ins Centrum ovale sich verfolgen lassen.

Das Kaliber der einzelnen Fasern der Markstrahlen ist ebenfalls ein außerordentlich mannigfaltiges, die dünnsten Fasern betragen kaum ein Sechstel des Durchmessers der dicksten. Die dicken und die feinen Fasern verlaufen meist innig gemischt; sowohl feinste als dickste Fasern lassen sich in allen Abteilungen der Rinde wiederfinden.

Die Markumhüllung der einzelnen Fasern schwindet gewöhnlich erst, kurz bevor sich die Fasern in ihre einzelnen Fibrillen, resp. feineren Verästelungen auflösen oder bevor der Achsenzylinder in die ihm zugehörige Ganglienzelle eindringt. Dementsprechend ist an PAL-Präparaten die Endigung der einzelnen Fasern auf dem Schnitt eine unvermittelte, d. h. die Markfaser bricht plötzlich ab.

Zu dem System der Radiärfasern, d. h. der Markstrahlen, kommt in der Rinde der Ungulaten ganz ähnlich wie bei dem Menschen eine ganze Reihe von Systemen quer, also zur Rinde parallel verlaufender und für sich abgegrenzter Faserschichten. Es ist dies das System der tangentialen Faserstreifen.

Bei allen zur Untersuchung gekommenen Tieren präsentieren sich die tangentialen Fasersysteme an Palpräparaten als mit unbewaffnetem Auge schon wahrzunehmende Gebilde. Wenn schon die Fasern schichtenweise sich präsentieren, so ist die Abtrennung in besondere Schichten oder Streifen bei den Ungulaten eine künstliche, indem man zwischen den Schichten eine ganze Reihe von Querfasern antrifft; immerhin lassen sich wie beim Menschen 2—3 Schichten annehmen.

Die an der Oberfläche der Rinde unter dem Ependym liegende Schicht ist die Zonalfaserschicht. Zwei weitere Bänder liegen zwischen dieser Zonalfaserschicht und der Markzunge: der

äußere oder VICQ D'AZYR'sche oder der GEMMARI'sche Streif und der innere oder Baillarger'sche oder REMAK'sche Streif, beide zusammen bilden die Schicht der mittleren Tangentialfasern von KÖLLIKER.

Die Tangentialfasern sind bei den Ungulaten am ausgeprägtesten in der hinteren Hälfte des Gyrus fornicatus (vergl. Fig. 55 bei der Ziege). Auch im Gyrus marginalis und suprasylvius finden sich diese Faserquerbänder in ziemlich reicher Menge. In der Rinde dieser letzteren Windungen rücken die zwei mittleren (äußerer und innerer) Querstreifen zusammen und sind nicht bis zur Rinde des Windungsthales zu verfolgen. Sie brechen also gegen das Windungsthal hin ab und fehlen am Uebergange vollständig. In den temporalen Windungen (Gyrus ectosylvius, sylvius) findet sich deutlich eigentlich nur die Zonalschicht ausgesprochen, während die die Rinde in tieferen Schichten durchsetzenden Fasern zu einer besonderen Schicht sich nicht vereinigen lassen. Hier ist also ein eigentlicher äußerer (mittlerer) Streifen nicht abzugrenzen. In der Rinde des Lobus pyriformis konnte ich bei den von mir untersuchten Tieren Tangentialfasern überhaupt nicht nachweisen, wenigstens nicht auf den Querschnitten. Die Zonalschicht wird hier wohl durch die mächtige Strahlung des Tractus olfactorius lateralis ersetzt.

In der Rinde der frontalen Windungen läßt sich die Zonalschicht in zwei Lagen trennen (ein Seitenstück zur KAES-BECHTEREW'schen Schicht beim Menschen). Hier sieht man auch die Zonalschicht in die Windungsthäler umbiegen und somit in diejenigen der anliegenden Windung übergehen, was beim mittleren Streifen nicht beobachtet werden kann. Neben der doppelt angelegten Zonalschicht findet sich in der Frontalrinde auch ein mittlerer Querstreifen, der sich nicht weiter teilen läßt. Im Gyrus sigmoidens des Schafes und der Ziege, weniger beim Pferde und Rinde, findet sich eine schön ausgesprochene Zonalschicht und ein mittlerer Streif, die beide gegen die Rinde der Frontalwindungen zu an Intensität abnehmen. In der dritten Stirnwindung und der Insel schrumpfen sie bis auf eine ganz dünne Zonalschicht zusammen. Eine ganz ähnliche allmähliche Erschöpfung der Tangentialfasern von der ersten Stirnwindung lateralwärts gegen die Insel zu findet sich auch beim Schweine, Rinde und Pferde.

Die Mächtigkeit der Streifen variiert je nach dem Tiere in ganz beträchtlicher Weise. So beträgt die Breite der Zonalschicht am Gyrus fornicatus des Pferdes 0,42, des Rindes 0,32, des Schweines 0,28, des Schafes 0,3 und der Ziege 0,31 mm.

Zur Orientierung über den Faserreichtum, den Umfang und die Lage der Tangentialfaserschichten lasse ich eine Zahlentabelle folgen, die sich auf den Gyrus fornicatus der Ziege bezieht. Es beträgt in mm:

	an der Kuppe	mediale Lippe	laterale Lippe	Windungs- thal
Breite des Ependyms . . . . .	0,015	0,015	0,015	0,015
Breite der Zonalschicht . . . . .	0,315	0,445	0,445	0,750
äußere dichte Lage . . . . .	0,090	0,045	0,045	0,150
innere lockere Lage derselben . . . . .	0,225	0,390	0,390	0,600
Entfernung des mittleren Streifs von der Oberfläche . . . . .	0,72	0,45	0,42	—
Breite des (mittleren) äußeren Streifs . . . . .	0,15	0,19	0,18	fehlt
Entfernung zwischen (mittlerem) äußerem und innerem Streif . . . . .	0,37	0,35	0,29	—
Breite des inneren Streifs . . . . .	0,22	0,19	0,28	fehlt
Entfernung vom inneren Streif bis zur Markzunge . . . . .	0,78	0,32	0,45	—
Breite der Rinde . . . . .	2,24	1,50	1,62	1,50

Die Zonalfaserschicht liegt direkt unter dem Ependym; sie besteht aus Fasern sehr verschiedenen Kalibers, die netzartig nach allen Richtungen sich zerstreuen, mit anderen Worten: es finden sich da sowohl quer als der Länge nach durchschnittene und meistens kürzere Fasern. Am dichtesten ist dieses Netzwerk unmittelbar unter der Pia, nach abwärts liegen sie lockerer und zerfallen in ein unregelmäßig gelagertes Faserwerk von feinerem und größerem Kaliber. Mit Sicherheit konnte ich die Bündel der Markstrahlen bis in die Zonalschicht nicht verfolgen. Ich halte die übliche Annahme, daß diese Schicht sich vorwiegend aus kürzeren Associationsfasern zusammensetzt, für eine richtige und für das Ungulatengehirn zutreffende.

Der mittlere Streifen (VICQ D'AZYR'sche) dagegen wird von den Markstrahlen erreicht und sogar durchsetzt. Er enthält kürzere, parallel zur Oberfläche ziehende Fasern von variabler Breite neben Bestandteilen von Markstrahlen. Am Gyrus fornicatus und marginalis ist er am stärksten entwickelt und zeigt hier eine Doppelanlage in Form eines inneren Streifens. An der medialen Lippe ist er etwas stärker entwickelt als auf der Kuppe oder der lateralen Lippe. Beide Streifen verlieren sich im Thale. Der innere

Streifen ist am deutlichsten an den Seitenlippen, er liegt vollständig zwischen den dicken Markstrahlen, deren Fasern er in rechtem Winkel kreuzt. Er ist lockerer angelegt wie der äußere Streifen und enthält die nämliche Faserzusammensetzung wie dieser.

Bei allen Ungulaten verliert sich in den Thälern zwischen den Windungen die tangentielle Streifung bis auf die Zonalschicht, häufig auch diese noch. Dafür tritt hier ein System bogenförmig verlaufender Associationsfasern auf, die teils in der Rinde, teils im Marke selbst verlaufen: die *Fibrae arcuatae* (ARNOLD), U-Fasern (MEYNER) oder inneren Tangentialfasern (KÖLLIKER). Sie vertreten hier die mittleren Querstreifen, indem sie oft die ganze Rinde des Thales konzentrisch durchziehen oder ins Mark eintauchen um an den Seitenlippen wieder in die Rinde herauszutreten. Sie erfüllen oft das ganze Windungsthal und sind in ihrer Dicke wie die übrigen Tangentialfasern sehr variierend.

Am Uebergange des Gyrus fornicatus auf den Gyrus hippocampi, also an jener Rindenpartie, welche dem vorderen Zweihügel aufliegt, bestehen oft vier tangentielle Streifen neben einem äußerst dichten Faserfilzwerk.

Mit dieser reichen Menge von Markstrahlen und Tangentialfasern ist die Reihe der Rindenfasern nicht erschöpft. Es lassen sich mit EDINGER (16) ähnlich wie beim Menschen innerhalb der Markstrahlung noch zwei Flechtwerke unterscheiden, nämlich das superradiäre zwischen Zonalfaserschicht und mittlerem Streifen und das interradiäre, welches letztere zwischen den mittleren Streifen und den Markkegel zu liegen kommt. Es ist nicht möglich, bei der Betrachtung der Schnittpräparate die Beziehungen der beiden Flechtwerke unter einander und zu den Streifen zu ermitteln. Wahrscheinlich mischen sich hier Eigenfasern der Rinde mit den aus den Markzungen hinzutretenden in inniger Weise ebenso wie mit der tangentialen Faserung.

Die der Mantelspalte näher liegenden Windungszüge zeigen im allgemeinen dichtere Filzwerke als die lateralen. Besonders reich entwickelt sind sie im Gyrus fornicatus.

Indem sich an diesem Orte meine Untersuchungen über das Großhirnmark bei Ungulaten abschließen, möchte ich noch erwähnen, daß die Ergebnisse der experimentellen Untersuchung, die ich im Vorstehenden schon hie und da gestreift, in einem später zu veröffentlichenden dritten Teile, der bereits abgeschlossen ist, zum Teil als Bestätigung, anderenteils als Ergänzung der in vorstehenden Untersuchungen gewonnenen Resultate zusammengefaßt wurden.

### Litteraturverzeichnis.

---

- 1) ANTONINI, ATT., La corteccia cerebrale nei mammiferi domestici. Seconda nota preventiva: Suini. *Monitore zoologico ital.*, Vol. II, 1892.
- 2) ARLOING, M. S., Determination des points excitables du manteau de l'hémisphère des animaux solipèdes. *Associat. franç. pour l'avancement des Sciences*, 1878.
- 3) BEEVOR, E., and HORSLEY, V., An experimental Investigation into the arrangement of the excitable fibres of the internal capsule of Bonnet Monkey. *Philosophical Transact. R. Society London*, Vol. CLXXXI, 1890.
- 4) BENEDICTE, MAURICE, Nouvelle contribution à l'anatomie comparée du cerveau. *Bulletin Soc. Anthropol.*, Paris 1896.
- 5) BRADLEY, C. O., The convolutions of the cerebrum of the horse. *Journal of Anatomy and Physiology*, Vol. XXXIII, 1899.
- 6) BROCA, Anatomie comparée des circonvolutions cérébrales. *Revue anthropolog.*, 1878.
- 7) CHAUVEAU, A., et ARLOING, S., *Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques*. Paris 1890.
- 8) CUVIER, G., *Leçons d'anatomie comparée*, 1836.
- 9) DANILEWSKY, B., Die quantitativen Bestimmungen der grauen und weißen Substanzen im Gehirn. *Centralblatt der medizinischen Wissensch.*, 1880.
- 10) DARESTE, C., Mémoires sur les circonvolutions du cerveau chez les mammifères. *Annales des sciences nat. Ser. Zool.* III, T. XVII, 1852, IV. Ser. T. I, T. III, 1853, 1855.
- 11) DEJERINE, J., *Anatomie des centres nerveux*, Tome I, Paris 1895.
- 12) DEXLER, H., *Die Nervenkrankheiten des Pferdes*. Wien 1899.
- 13) DÖLLKEN, D., Die Reifung der Leitungsbahnen im Tiergehirn. *Neurolog. Centralblatt*, Jahrg. 17, 1898.
- 14) DUBOIS, E., Ueber die Abhängigkeit des Hirngewichtes von der Körpergröße bei den Säugetieren. *Archiv für Anthropologie*, Bd. XXV, 1897.

- 15) ECKER, A., Zur Entwicklungsgeschichte der Furchen und Windungen der Großhirnhemisphäre im Foetus des Menschen. Archiv für Anthropologie, Bd. III, 1868.
- 16) EDINGER, L., Nervöse Centralorgane des Menschen und der Tiere. Leipzig 1890.
- 17) — Vergl. anatomische und entw. Studien im Bereiche der Hirnanatomie. Die Faserung aus dem Stammganglion. Verhandl. der anatom. Gesellschaft, 1894.
- 18) ELLENBERGER, W., Die Furchen der Großhirnoberfläche des Pferdes, der Wiederkäuer und des Schweines. Archiv f. prakt. und wissensch. Tierheilkunde, Bd. XVIII, 1892.
- 19) FAMILIANT, V., Beiträge zur Vergleichung der Gehirnfurchen bei Carnivoren und Primaten. Dissert. Bern 1885.
- 20) FLATAU, E. und JAKOBSON, L., Vergleichende Anatomie des Centralnervensystems der Säugetiere. Berlin 1899.
- 21) FLECHSIG, P., Gehirn und Seele. Leipzig 1896.
- 22) FLESCH, M., Versuch zur Ermittlung der Homologie der Fissura parieto-occipitalis bei den Carnivoren. Festschrift für Kölliker 1887.
- 23) FRANCK, L., u. MARTIN, P., Handbuch der Anatomie der Haustiere, Bd. II, 1894.
- 24) FOREL, A., Beiträge zur Kenntnis des Thalamus opticus. Dissert. Zürich 1872.
- 25) GANSER, L., Vergl. anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs. Morpholog. Jahrbuch, Bd. VII, 1882.
- 26) GEGENBAUR, C., Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Leipzig 1898.
- 27) GUDDEN, B., v., Gesammelte und hinterlassene Abhandlungen. Wiesbaden 1889.
- 28) — Beitrag zur Kenntnis des Corpus mamillare und der sog. Schenkel des Fornix. Archiv für Psychiatrie, Bd. XI, 1880.
- 29) HIS, W., Neue Gehirnmodelle von F. Steger. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft, 1895.
- 30) HITZIG, E., Untersuchungen über das Gehirn. Berlin 1874.
- 31) HONEGGER, J., Vergleichend anatomische Untersuchungen über den Fornix. Dissert. Genf 1890.
- 32) JELGERSMA, G., Ueber den Bau des Säugetiergehirns. Morphologisches Jahrbuch, Bd. XV, 1889.
- 33) — Die Entstehung der Gehirnfurchen. Centralblatt für Neuroheilkunde, Bd. XIV, 1891.
- 34) KOELLIKER, A. v., Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Bd. II. Nervensystem des Menschen und der Tiere. Leipzig 1896.
- 35) — Ueber den Fornix longus sive superior des Menschen. Festschrift der Naturforsch. Ges. Zürich 1896.
- 36) KOWALEWSKY, P., Verhältnis des Linsenkerns zur Hirnrinde. Sitzungsber. der k.k. Akad. der Wissensch. Wien, Bd. LXXXVI, 1882.
- 37) KRUEG, J., Die Großhirnrinde der Ungulaten. Zeitschrift für wiss. Zoologie, Bd. XXXI, 1878.

- 38) KÜKENTHAL, W., Untersuchungen an Waltieren. Jena 1889.
- 39) LANGLEY, J., The structure of the dogs brain. Journal of Physiology, IV, 1883.
- 40) LEGGE, F., ed LANZILOTTI-BUONSANTI, A., Contribuzione allo studio delle circonvoluzioni cerebrali del cavallo. Clinica veterinaria, VII. Vol. Milano 1884.
- 41) LEURET, FR., et CRATIOLET, P., Anatomie comparée du système nerveux. Paris 1839—1857.
- 42) LUSSANA, F., et LEMOIGNE, A., Fisiologia dei centri nervosi encefalici. Padova 1871.
- 43) MAC FADYEN, F., Anatomy of the horse. Edinburgh 1884.
- 44) MANN, G., On the homoplasty of the brain of rodents, insectivores, and carnivores. Journal of Anatomy and Physiology, Vol. XXX, 1895.
- 45) MARCACCI, ARTHURO, Determinazione della zona eccitabile nell' cervello pecorino. Archivio ital. per le malattie nervose, Anno 14, 1877.
- 46) MARTIN, P., Zur Entwicklung der Gehirnfurchen bei Katze und Rind. Archiv für wiss. und prakt. Tierheilkunde, Bd. XXI, 1895.
- 47) — Bogenfurche und Balkenentwicklung bei der Katze. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. XXIX, N. F. Bd. XXII, 1894.
- 48) MEYER, AD., Zur Homologie der Fornixcommissur und des Septum pellucidum der Säuger. Anatom. Anzeiger, 1895.
- 49) MEYER, L., Ueber den Einfluß der Schädelform auf die Bedeutung der Großhirnwindungen. Centralblatt der medicin. Wissenschaften, 1876.
- 50) MEYNERT, TH., Ueber das Zustandekommen der Großhirnwindungen. Anzeiger der Gesellschaft Wiener Aerzte, 1876.
- 51) — Die Windungen der konvexen Oberfläche des Vorderhirns bei Menschen, Affen und Raubtieren. Archiv für Psychiatrie, Bd. VII, 1877.
- 52) — Die anthropologische Bedeutung der frontalen Gehirnentwicklung nebst Untersuchungen über den Windungstypus des Hinterhauptlappens der Säugetiere. Jahrbücher für Psychiatrie, 1887.
- 53) MONAKOW, C. v., Mitteilungen über durch Exstirpation circumskriptier Hirnregionen bedingte Entwicklungshemmungen des Kaninchengehirns. Archiv für Psychiatrie, Bd. XII, 1882.
- 54) — Experimentelle und patholog.-anatom. Untersuchungen über die Beziehungen der Sehsphäre zu den infracorticalen Opticuscentren. Archiv für Psychiatrie, Bd. XIV, 1883, Bd. XVI, 1885.
- 55) — Experimentelle und patholog.-anat. Untersuchungen über die Haubenregion, den Sehhügel und die Regio subthalamica. Archiv f. Psychiatrie, Bd. XXVII, 1895.
- 56) MUNK, H., Ueber die Funktionen der Großhirnrinde. Berlin 1890.
- 57) OWEN, R., On the anatomy of the Cheetah. Transactions Zoological Soc. London, Vol. I, 1833.
- 58) — The anatomy of Vertebrats, Vol. III, London 1868.

- 59) PANSCH, A., Beiträge zur Morphologie des Großhirns der Säugetiere. Morphologisches Jahrbuch, Bd. V, 1879.
- 60) PARKER, J. A., Morphology of the cerebral convolutions. Journal of the Academy of natural Sciences of Philadelphia, New Series, Vol. X, 1896.
- 61) REICHERT, C. B., Bau des menschlichen Gehirns. Leipzig 1861.
- 62) ROGNER, V., Ueber das Variieren der Großhirnfurchen bei Lepus, Ovis und Sus. Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Bd. XXXVIX, 1886.
- 63) RUTISHAUSER, F., Experimenteller Beitrag zur Stabkranzfaserung im Frontalhirn des Affen. Monatschrift für Psychiatrie u. Neurologie, Bd. V, 1899.
- 64) SCHNOPFHAGEN, F., Die Entstehung der Windungen des Großhirns. Leipzig 1891.
- 65) SCHWALBE, G., Lehrbuch der Neurologie. Erlangen 1881.
- 66) SEITZ, J., Ueber die Bedeutung der Gehirnfurchen. Leipzig 1887.
- 67) SMITH, E., The relation of the fornix to the margin of the cerebral cortex. Further Observations upon the fornix. Journal of Anatomy and Physiology, Vol. XXXII, 1898.
- 68) — The fornix superior. Journal of Anat. and Physiol., Vol. XXXI, 1897.
- 69) STRASSER, H., Gestaltende Kräfte bei der Hirnentwicklung. Ref. in Merkel und Bonnet, 1892.
- 70) TENCHINI, L., ed NEGRINI, F., Sulla corteccia cerebrale degli equini e bovini. Parma 1889.
- 71) TURNER, W., The Convolution of the brain. Journal of Anatomy and Physiology, Vol. XXV, 1891.
- 72) VOGT, H., Entwicklung des Großhirnmarkes. Ref. in Allg. Zeitschr. f. Psychiatrie, Bd. LXV, 1899.
- 73) WEBER, M., Vorstudien über das Hirngewicht der Säugetiere. Festschrift für Gegenbaur, 1896.
- 74) WUNDT, W., Grundzüge der physiologischen Psychologie, 1880.
- 75) ZIEHEN, T., Zur vergleichenden Anatomie der Hirnwindungen. Anat. Anzeiger, Bd. V, 1890.
- 76) — Das Centralnervensystem der Monotremen und Marsupialier. Jena, 1897. Jenaische Denkschr. Bd. III.
- 77) — Ein Beitrag zur Lehre von den Beziehungen zwischen Lage und Funktion im Bereich der motorischen Region der Großhirnrinde. Archiv f. Anatomie u. Physiol., Physiol. Abt., 1899.
- 78) ZUCKERKANDL, E., Ueber das Riechcentrum. Vergl. anatomische Studie. Stuttgart 1887.

### Figurenerklärung.

Figuren 1—17: Furchen- und Windungsschemata, mit Angabe der Schnittrichtungen der Figuren 18—44. Erklärung im Text.

Figuren 18—44: Frontale Querschnitte der Gehirne. Erklärung im Text; Buchstaben für Figuren 1—44 auf Seite 213.

Figuren 45—55: Frontale Querschnitte:

Fig. 45: Pferd, Frontallappen, Vergr. 2.

Fig. 46: Pferd, Parietallappen, Vergr. 2.

Fig. 47: Pferd, Occipitallappen, Vergr. 2.

Fig. 48: Schwein, Frontallappen, Vergr.  $2\frac{1}{2}$ .

Fig. 49: Schwein, Parietallappen, Vergr.  $2\frac{1}{2}$ .

Fig. 50: Schaf, Parietallappen, normale Größe.

Fig. 51: Schaf, hinterer Parietallappen, Vergr.  $2\frac{1}{2}$ .

Fig. 52: Ziege, Balkenknie, Vergr.  $2\frac{1}{2}$ .

Fig. 53: Ziege, Septum, Vergr.  $2\frac{1}{2}$ .

Fig. 54: Ziege, hinterer Parietallappen, Vergr.  $2\frac{1}{2}$ .

Fig. 55: Ziege, 6-jährig. Gyrus fornicatus, Vergr. ca. 50.

Erklärung zu Fig. 45—55 im Text, Furchen- und Windungsbezeichnungen auf S. 213.

### Bezeichnungen für die Textfiguren und Tafeln.

#### Furchen:

- ccl.* F. corp. callosi lat.  
*cm.* F. callosomarginalis.  
*cor.* F. coronalis.  
*cruc. cr.* F. cruciata.  
*el.* F. ectolateralis.  
*eg.* F. entogenualis.  
*enl.* F. entolateralis.  
*esa.* F. ectosylvia ant.  
*esp.* F. ectosylvia post.  
*espl.* F. entosplenialis.  
*h.* F. hippocampi.  
*l.* F. lateralis.  
*ps.* F. praesylvia.

#### Windungen:

- A* Area olfactoria (perforata).  
*ES* Gyr. ectosylvius.  
*F'* G. fornicatus.  
*F'<sub>1</sub>* G. frontalis I.  
*F'<sub>1a</sub>* G. frontalis I ant.  
*F'<sub>2</sub>* G. frontalis II.  
*F'<sub>3</sub>* G. frontalis III.  
*F'd* G. dentatus (Fascia dentata).  
*H* G. hippocampi.  
*I* G. insulae (Insel).  
*M* G. marginalis.

## Furchen:

- psa.* F. praesylyvia ant.  
*rh. a. p.* F. rhinalis ant., post.  
     *s.* F. sylvii, ram. acum.  
*sa.* F. sylvii ram. ant.  
*sp.* F. sylvii ram. post.  
*ss.* F. suprasylvia.  
*tr.* F. transversa.

## Windungen:

- W* Uebergangswindung zwischen  $F'_2$  und *SS*.  
*Olf.* Bulb. u. Lobus olfactor.  
*P* Lob. pyriformis.  
*Pr* Gyr. prorae.  
*R* Gyr. rectus.  
*S* G. sylvius.  
 $\Sigma, a., p.$  G. sigmoideus anterior u. post.  
*Sl.* Stria longitudinalis.  
*SS* G. suprasylvius.  
*U* Nucus.

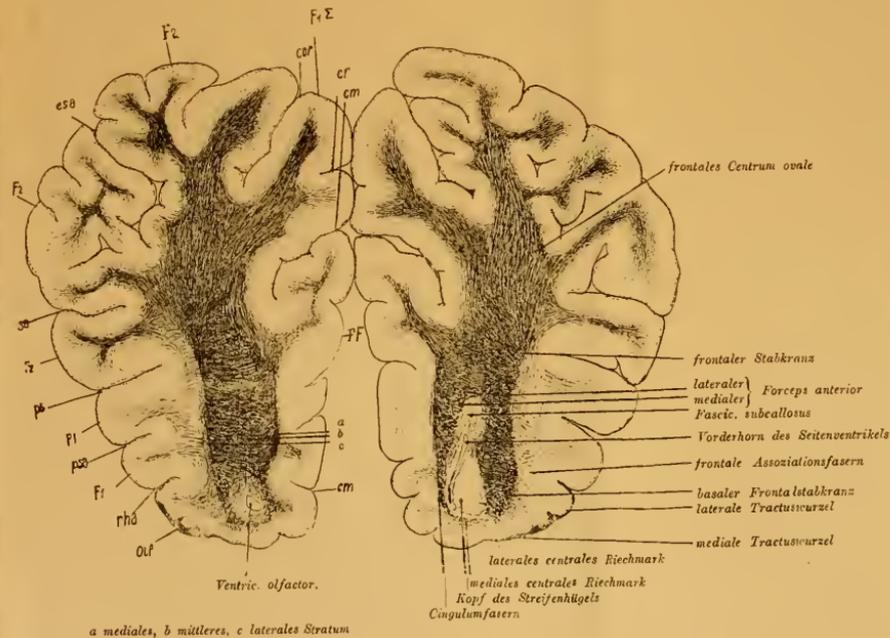


Fig. 45.

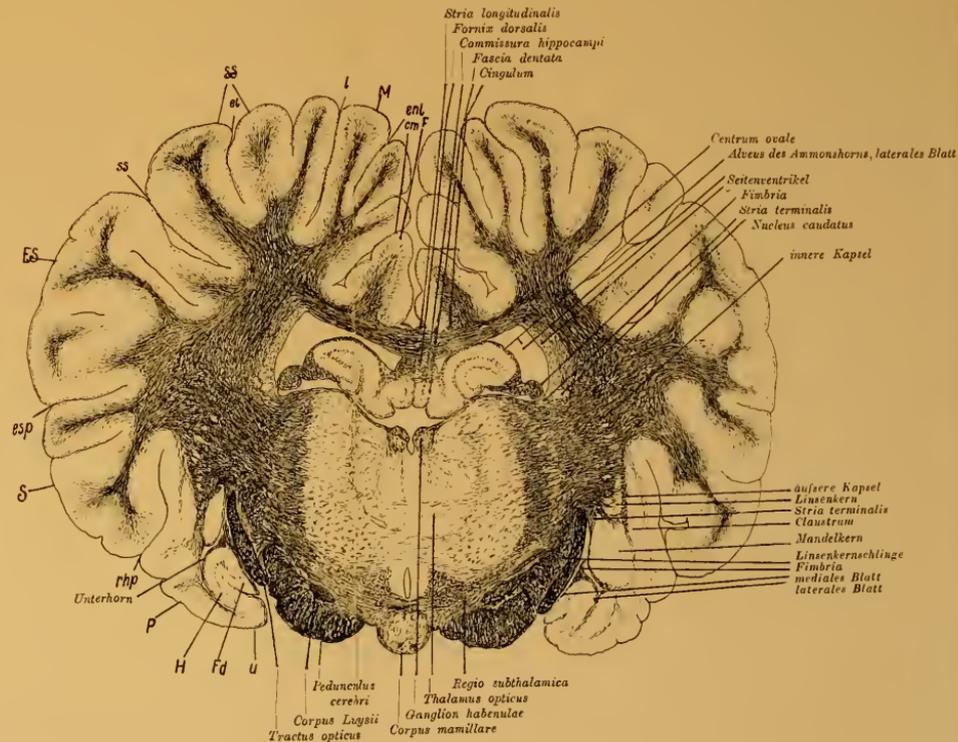


Fig. 46.







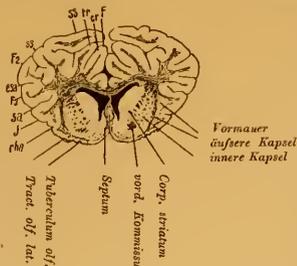


Fig. 50.

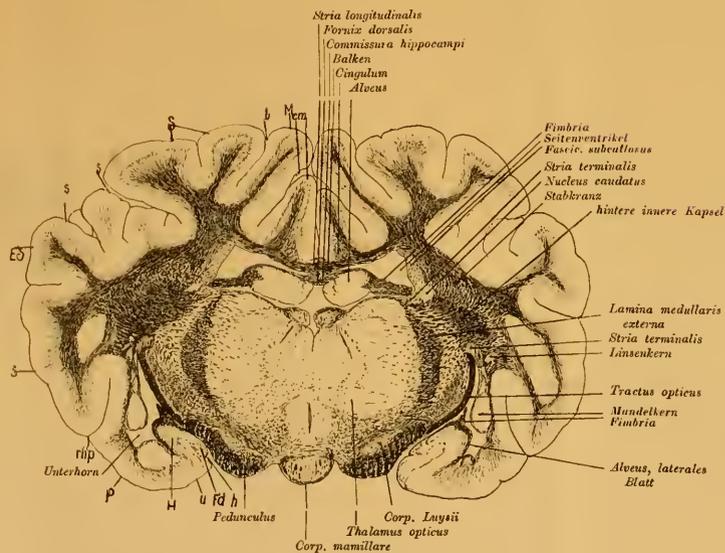


Fig. 51.

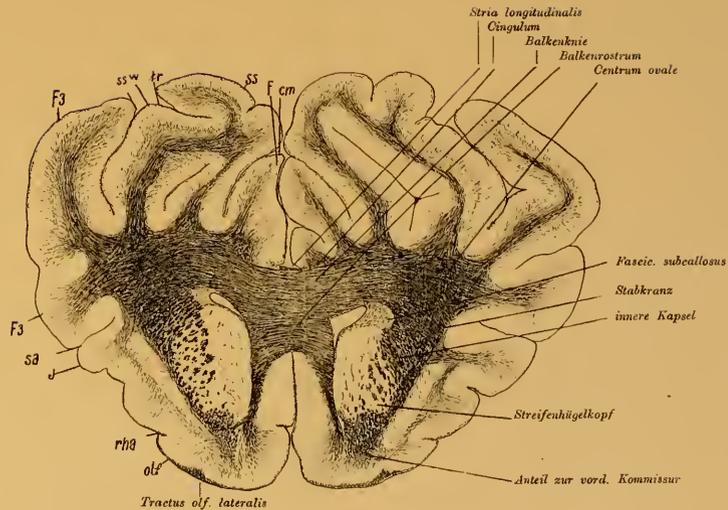


Fig. 52.



