

(Aus dem physiologischen Laboratorium der Nervenklīnik
der Kgl. Charitē. [Geh.-Rat *Bonhoeffer*.])

Die Funktion des Mittellappens des Kleinhirns.

Von

MAX ROTHMANN.

(Hierzu Tafel III.)

In der neuesten Zeit haben vor allem die Beziehungen zwischen den Extremitätenfunktionen und den Hemisphären des Kleinhirns im Vordergrund der Diskussion über die cerebellare Lokalisation gestanden, vor allem auf Grund der von *Bárány* inaugurierten Untersuchung der Richtungslinien bei Zielübungen und ihrer teils spontanen, teils vom Vestibularapparat abhängigen Abweichungen von der Norm. Auch das Tierexperiment hat ja bei Hund und Affe diese vorwiegend gleichseitigen Beziehungen der Extremitäten zu den neencephalen Gebieten der Kleinhirnhemisphären festgestellt und hier neben der festen Abgrenzung des ventralen „Zentrums“ für die vordere Extremität und des dorsal gelegenen kleineren „Zentrums“ für die hintere Extremität eine weitergehende Abgrenzung in Bezug auf das Verstellen der betreffenden Extremität nach bestimmten Richtungen aufgedeckt.

Bolk (1), dem die Kleinhirnlokalisation die wesentlichsten, auf vergleichend-anatomischem Wege aufgebauten Grundlagen verdankt, hatte nun nicht nur diese Beziehungen des *Crus primum* seines Lobus ansiformis zur vorderen Extremität und des *Crus secundum* zur hinteren Extremität bereits vorausgesagt, er hatte auch im Lobus anterior cerebelli Koordinationszentren für die Muskelgruppen des Kopfes (Augen, Zunge, Kaumuskeln, mimische Muskeln) und überdies von Larynx und Pharynx angenommen. Er verwies dann ein Koordinationszentrum der Halsmuskulatur in den Lobus simplex, während in dem oberen Teil des Lobulus medianus posterior ein unpaariges Extremitätenzentrum, in den kaudalsten Abschnitten desselben ein Zentrum für Rumpf- (und Darm-?) Muskulatur zu suchen wäre. Endlich hielt er es für möglich, daß die *Formatio vermicularis* mit der Schwanzmuskulatur in Verbindung stünde. Es war dann *van Rybberk* (2), der 1904 zuerst nach Läsion des Lobulus simplex des Hundes eine dauernde Kopfastasie, ein „Nein“-Schütteln des Kopfes beim Hunde beobachtete. Zerstörung des unmittelbar hinter demselben gelegenen Lobulus S. brachte kein sicheres Resultat, verstärkte jedoch in Ver-

bindung mit Verletzung der Crura prima der Hemisphären die Ausfallserscheinungen an den vorderen Extremitäten, so daß *van Ryberk* betont, daß man hierher vielleicht ein Vorderbeinzentrum verlegen muß. Da dieser Kleinhirnabschnitt bei Schafen besonders entwickelt ist, so hat dann *Vincenzoni* (3) auf Veranlassung von *van Ryberk* diesen Abschnitt bei Schafen exstirpiert und danach eine allerdings vorübergehende vollständige Unfähigkeit zur Ortsbewegung konstatiert. Vor *van Ryberk* hatte *Pagano* (4) durch Curare-Injektionen in den vorderen Teil des Lobus medianus posterior Neigung zum Fallen nach hinten als Ausdruck eines Schwindelgefühls beobachtet, während eine solche Injektion etwas weiter nach hinten Fallen nach vorn und Neigung des Kopfes, nach vorn bis auf den Boden zu gehen, bewirkte. Endlich sollte Injektion in den Lobus anterior selbst heftige Wutanfälle und starke Erregbarkeit, besonders starke Ueberempfindlichkeit auf akustische Reize bedingen. Doch ist es wohl klar, daß solche Injektionen bei der raschen Verbreitung der Flüssigkeit keine sichere lokalisierte Einwirkung haben und daher auch keine festen Schlüsse über Beziehungen bestimmter Kleinhirnabschnitte zu bestimmten Funktionen zulassen. Viel früher bereits hatte *Russell* (5) bei Fortnahme des hinteren Teils des Wurms eine Schwäche der Hinterbeine, Unsicherheit des Kopfes und Neigung zum Uberschlagen nach hinten bekommen, während er nach ausgedehnter Wurmzerstörung, bei der nur der Lobus anterior im wesentlichen intakt blieb, Inkoordination aller Extremitäten bei deutlichen Augenstörungen beobachtete. *Luna* (6) stellte dann gleichfalls im Lobulus simplex ein kortikales Zentrum für Bewegungen des Halses fest, nach dessen Zerstörung eine Zwangstellung und Retroflexion des Kopfes auftrat. *Marrassini* (7) beobachtete bei Läsion des Declive mit Uebergang in das Crus I des Lobus ansiformis Störung des Vorderbeins, bei Läsion des hinteren Teils des Declive und der Pyramis mit Uebergang in das Crus II Störung des Hinterbeins. 1910 gab dann *Louvié* (8) an, daß er bei Zerstörung der oberflächlichen Rinde des Oberwurms unmittelbar oberhalb des Velum medullare ant. einen dauernden Tremor capitis erhalten hätte. Zerstörung des ganzen Oberwurmes sollte den Hund auf 14—18 Tage bewegungslos machen bei permanent zitterndem Kopf. Dann liefe er wie ein Betrunkener bei ausgesprochener Parese der Rückenmuskulatur. In der tiefen Rinde des Oberwurms sollte ein Zentrum für die Muskulatur der Wirbelsäule lokalisiert sein. Bei einer Demonstration in der Gesellschaft für Psychiatrie und Nervenheilkunde im Jahre 1911 zeigte *Rothmann* (9) bei totaler Zerstörung des Lobus anterior eigenartige Kiefer- und Kehlkopfstörungen neben einer Krümmung des hinteren Rückenabschnittes und steifer Bewegung der Hinterbeine. Die Kiefer- und Kehlkopfstörungen ließen sich, wie ausgedehnte Versuche von *Katzenstein* und *Rothmann* ergaben, auch nach isolierter Zerstörung des unteren Teils des Lobus anterior (Lobulus centralis) erzielen; dagegen bewirkte Zerstörung nur

des oberen Teils des Lobus anterior Steifigkeit der Hinterbeine beim Laufen und Schwäche des hinteren Rückenabschnitts. Endlich ergab Zerstörung der ganzen Rinde des Lobulus medialis posterior ataktisches Laufen ohne Rumpfkrümmung bei auffallend schneller Restitution.

I. Lobus anterior cerebelli.

A. Totalextirpation.

Nachdem die experimentelle und klinische Forschung in den Hemisphären des Kleinhirns eine weitgehend ausgebildete Lokalisation im Gebiet der Extremitäten aufgedeckt hat, erscheint es von besonderer Bedeutung, auch im Gebiet des Mittels des Kleinhirns zu einer sicheren Feststellung der Funktion der einzelnen Rindenabschnitte zu gelangen. Was nun zunächst den Lobus anterior betrifft, der ja seiner ganzen Konfiguration nach als ein besonderer Abschnitt dem übrigen Kleinhirn gegenüber zu stellen ist, so kann nach unseren Untersuchungen nicht daran gezweifelt werden, daß derselbe in besonders innigen Beziehungen zur Innervation des Kopfes und seiner Unterabteilungen steht. Wenn auch gewisse Störungen der Kopfhaltung, vor allem eine Neigung des Kopfes nach hinten zu gehen, fast nach allen Eingriffen in den Mittelteil des Kleinhirns, mit Ausnahme vielleicht des hintersten Abschnittes desselben, beobachtet werden können, so ist es doch zweifellos, daß solche Störungen nach Eingriffen im Gebiet des Lobus anterior und des an ihn grenzenden Lobulus simplex am stärksten in die Erscheinung treten und hier allein als dauernde Symptome zu beobachten sind. Es fragt sich nun aber, inwieweit mit diesen Kopfstörungen Innervationsstörungen des Rumpfes und der Extremitäten verbunden sind. Diese Frage hat besondere Bedeutung gewonnen, nachdem Magnus und de Klejn (10) in umfangreichen Experimenten die Abhängigkeit des Tonus der Extremitäten von der Kopfstellung studiert haben. Bereits Goltz (11) hatte auf die weitgehenden Beziehungen der Kopfstellung zur Gleichgewichtshaltung hingewiesen und bei Tauben durch künstliche Fixierung des Kopfes in verdrehter Stellung auch Gleichgewichtsstörungen des Rumpfes mit der Neigung, rückwärts zu gehen, erzielt. Er führte deshalb auch die schweren Störungen des Gleichgewichts nach Bogengangszerstörung auf eine ursprüngliche Störung der Haltung und Bewegung des Kopfes zurück, die erst den Verlust des Gleichgewichts und die abnorme Richtung der Fortbewegung des Körpers im Gefolge hätte. Ewald (12) hatte dann die Lehre vom Labyrinthtonus aufgestellt. Magnus und de Klejn zeigen nun, daß bei decerebrierten Katzen der Einfluß der Kopfstellung auf den Tonus der Extremitäten deutlich nachweisbar ist, und zwar unterscheiden sie hier Labyrinthreflexe und Halsreflexe. Die Labyrinthreflexe zeigen den stärksten Strecktonus der Extremitäten bei Einstellung des Schädels nach unten und Hebung der Schnauze um 45 Grad gegen

die Horizontale, den schwächsten bei Drehung um die Frontalachse um 180 Grad. Handelt es sich hier um eine bestimmte Stellung des Kopfes im Raum, so werden dagegen die Halsreflexe durch Veränderung der Kopfstellung gegen den Rumpf ausgelöst. Bei Drehung des Kopfes nach einer Seite wird das Bein, nach dem die Schnauze gerichtet ist, gestreckt; Beugen des Kopfes nach vorn hemmt den Strecktonus der Vorderbeine, Beugung nach hinten verstärkt ihn. Naturgemäß wirken Hals- und Labyrinthreflexe stets teils mit-, teils gegeneinander; bei Ausschaltung der Labyrinthreflexe durch Labyrinthzerstörung bleiben die Halsreflexe, bei Ausschaltung der Halsreflexe durch Feststellung des Kopfes bleiben die vestibulären Reflexe erhalten. Auch beim Menschen sind diese Reflexe wirksam. Sie sind sicherlich auch bei intaktem Großhirn für die Stellungen und Bewegungen des Körpers von Bedeutung.

Da es nun sicher ist, daß die Kopfmuskulaturen vor allem von dem vorderen Abschnitt des Kleinhirnmittelteils (*Lobus anterior*) abhängig sind, so wird man sich fragen müssen, inwieweit hier derartige Beziehungen der Kopfstellung zu Rumpf und Extremitäten in die Erscheinung treten und zu weitergehenden Störungen der Körperhaltung in der Ruhe und bei der Fortbewegung Veranlassung geben.

Was die Zerstörung des ganzen *Lobus anterior* betrifft, so ist dieselbe rein nur sehr schwer ausführbar. Denn es darf hierbei weder eine Verletzung der im untersten lateralen Teil derselben austretenden vorderen Kleinhirnschenkel stattfinden, noch darf die Läsion auf die unter dem Mittelteil des Kleinhirnwurms gelegenen Kleinhirnerkerne übergreifen. Es ist daher nicht wunderbar, daß Angaben vorliegen, nach denen derartig operierte Hunde 14—18 Tage bewegungslos verharren sollten. Doch kommen Hunde mit zerstörtem *Lobus anterior* ohne derartige Nebenläsionen bereits viel früher wieder zum Laufen. Ich gebe die Beschreibung einer derartigen möglichst reinen Operation.

Extirpation des *Lobus anterior cerebelli*.

Großer, kräftiger, junger Hund.

1. II. 1913. In Morphium-Aether-Narkose Freilegung und Zerstörung des *Lobus anterior* nach Hochhebung des linken Hinterhauptlappens und Eröffnung des Tentorium. Gleich darauf geht der Kopf nach hinten und etwas nach links bei nach vorn gestreckten Vorderbeinen. Es tritt sofort Kieferschwäche auf, so daß der Unterkiefer etwas herunterhängt. Die Stimmklappen zeigen ungenügenden Schluß, bewegen sich in mehreren Absätzen nach außen, nicht bis zur normalen Weite.

2. II. Hund liegt in rechter Seitenlage, bewegt sich nur wenig. Dabei macht sich starkes Hin- und Herschwanken des Kopfes bemerkbar, der bisweilen unter Streckung der Vorderbeine nach hinten herübergreift.

3. II. Hund liegt noch immer in rechter Seitenlage. Bei Versuchen, sich aufzurichten, kommt es zu starkem Schwanken des Kopfes, der stets die Neigung hat, nach hinten zu gehen. Hund kommt nicht auf die Beine, da er sofort Fallneigung bald nach rechts, bald nach links zeigt. Dabei wird lebhaftes Straumpeln aller 4 Extremitäten beobachtet. Der Unter-

Kiefer ist schlaff; kein Bellen. Augenbewegungen frei. Der Hund trinkt etwas Milch.

4. II. Der Hund hält sich heute in Bauchlage mit tief gesenktem Kopf. Bei stärkerer Innervation, Versuch des Aufrichtens, Fressen etc. gerät derselbe sofort in starkes Hin- und Herschwanke und zeigt Neigung, nach hinten zu gehen. Bei Versuch des Aufrichtens fällt der Hund sofort um; es besteht starke Ataxie in Rumpf und Extremitäten. Schon ein stärkeres Schütteln des Kopfes läßt das Tier nach einer Seite umfallen. Das Fressen ist durch die starke Ataxie des Kopfes sehr behindert; doch vermag der Hund die Nahrung in das Maul zu bringen und zu schlucken.

5. II. Der Hund, der noch immer in Bauchlage liegt, kommt rutschend vorwärts, wobei vor allem eine starke Schwäche der Vorderbeine bemerkbar ist. Das starke Hin- und Herschwanke des Kopfes, dem sich der Rumpf anschließt, bewirkt, daß der Hund, sowie er auf die Beine kommt, umfällt. Die Neigung des Kopfes, nach hinten zu gehen, ist geschwunden; doch wird derselbe in der Ruhe noch immer sehr tief gehalten. Der Unterkiefer ist derart schwach, daß er beim Hochheben des Hundes etwas herunterhängt. Die Stimmlippen zeigen noch immer sukzadierte, unvollständige Außenbewegung. Die Vorderbeine liegen oft in unbequemer Stellung, ohne korrigiert zu werden; sie zeigen eine Verminderung des Tonus.

7. II. Die Unsicherheit des Kopfes und auch des Rumpfes nimmt entschieden ab. Der Hund kann jetzt auf allen vier Beinen leidlich sicher stehen, schwankt immer noch dabei und fällt bei stärkerer Kopfbewegung um. Doch kann er heute bereits eine längere Strecke laufen, dabei häufig mit den Vorderbeinen einknickend.

9. II. Das Laufen des Hundes macht gute Fortschritte. Die Ataxie des Kopfes hat wesentlich abgenommen, ebenso das Schwanken des Rumpfes. Die Extremitäten, vor allem die Vorderbeine, werden stark ataktisch bewegt; doch lassen sich dieselben nicht nach den Seiten verstellen. Beim Versenkungsversuch werden die hinteren Extremitäten sofort, die vorderen nach einigem Zögern hochgenommen. Unterkiefer dauernd schwach. Augenbewegungen frei, kein Bellen. Beim Laufen wird der Kopf des Hundes sehr tief gehalten. Die Seitendrehungen des Kopfes sind entschieden beschränkt. „Der Kopf sitzt in den Schultern.“

14. II. Hund läuft sicher durch den Garten mit tief gehaltenem Kopf, bei mäßigem Schwanken des Rumpfes. Der Rumpf zeigt eine leichte Hochkrümmung im hinteren Brustteil. Die Beine werden ataktisch bewegt, sind nicht nach der Seite verstellbar. Wird der Hinterkörper in Seitenlage an Tischrand herabgesenkt, so wird derselbe kräftig gehoben. Kein Bellen. Unterkiefer hängt etwas herab.

16. II. Der Zustand ist im wesentlichen der gleiche. Kopf- und Rumpfhaltung unverändert.

18. II. Der Hund wird von einem im Stall endemisch auftretenden Husten befallen. Das Laufen ist immer sicherer geworden. Der Kopf wird weniger tief gehalten, ist in seitlichen Bewegungen entschieden behindert. Mäßige Krümmung des hinteren Rumpfabschnitts. Kein Zittern des Kopfes. Kein Bellen; nur kommt es einmal, als der Hund von einem anderen Hunde stark gereizt wird, zu heiseren bellartigen Tönen.

19. II. Der Hund hustet sehr stark, zeigt im übrigen unveränderten Befund.

20. II. Morgens plötzlicher Exitus. Lebensdauer nach der Operation 20 Tage.

Die Sektion zeigt völlige Zerstörung des Lobus anterior bis zum Sulcus primarius bei Intaktheit der Hemisphären und des Lobus medius posterior. (Tafel III, Fig. 1.)

Sind auch die übrigen Fälle nicht alle so rein operiert wie der soeben berichtete, so ergibt sich doch als sicheres Resultat aller Exstirpationen des Lobus anterior, bei denen die Beobachtungsdauer bis zu 5 Monaten reichte und die zum großen Teil

auch auf Seriensechnitten mikroskopisch untersucht wurden (Taf. III, Fig. 2), daß die Lokomotion nur in den ersten 3—4 Tagen durch die außerordentliche Ataxie des Kopfes und des Rumpfes aufgehoben ist. Kommt es zu länger dauernder Unfähigkeit des Stehens und Gehens mit Fallneigung nach einer bestimmten Seite, so kann man mit Bestimmtheit ein Uebergreifen der Läsion auf das Gebiet der medianen Kleinhirnerne voraussagen. In allen Fällen besteht von Anfang an eine außerordentlich starke Astasie des Kopfes, der vor allem bei intendierten Bewegungen ins Schwanken gerät, so daß er beim Fressen zuerst am Ziel vorbeifährt und das Maul nur mit Schwierigkeit die Nahrung fassen kann. Außerdem zeigen alle Fälle in den ersten Tagen eine Neigung des Kopfes, nach hinten zu gehen, die bei einigen Hunden so stark auftritt, daß sie sich schließlich nach hinten überschlagen. Dieses Nachhintengehen des Kopfes tritt nur anfallsweise auf, oft erst ausgelöst durch eine intendierte Bewegung des Körpers; in der Ruhe hat der Kopf dagegen entschieden die Neigung, tief zu stehen. Wenn die Hunde anfangen, sich zu erheben und stark schwankend mit ausgesprochen ataktischen Beinen zu laufen, macht sich dieser Tiefstand des Kopfes noch deutlicher bemerkbar. Zugleich fällt auf, daß der Kopf so gut wie gar nicht nach den Seiten bewegt wird, also fest in den Schultern steckt.

Diese Störungen der Kopfhaltung, die auf eine schwere Schädigung der Innervation der Hals- und Nackenmuskulatur hinweisen, sind nun begleitet von ausgesprochenen Störungen in der Innervation von Rumpf und Extremitäten. Zunächst ist das Nachhintengehen des Kopfes stets von einer Lordose der Wirbelsäule und einer ausgesprochenen Extension der Vorderbeine gefolgt. Diese kombinierte Störung, die auch nach Totalexstirpation des Kleinhirns und, wie wir weiterhin sehen werden, nach Totalentrindung des cerebellaren Mittelteils in die Erscheinung tritt, ist nun völlig konform mit dem Verhalten der Halsreflexe, bei denen Beugung des Kopfes nach hinten den Strecktonus der Vorderbeine verstärkt; zugleich kommt der Kopf aber bei der Beugung nach hinten immer mehr in eine Stellung im Raume, die dem stärksten Strecktonus der Extremitäten infolge der Vestibularreflexe entspricht, so daß diese Streckstellung der Extremitäten und damit auch die lordotische Rumpfhaltung sich immer mehr verstärken muß und schließlich zum Uberschlagen nach hinten führt.

Es ist interessant, daß auch bei dem großhirnlosen Hunde zeitweise Anfälle auftraten, bei denen der Kopf unaufhaltsam nach hinten gezogen wurde, zugleich die Vorderbeine sich streckten und schließlich ein Uberschlagen nach hinten zustande kam. Auch hier machte sich aber die Erscheinung deutlich bemerkbar, daß nach dem Auftreten derartiger Anfälle der Kopf dauernd sehr tief gehalten wurde mit gekrümmtem Rücken und einknickenden Extremitäten, und erst allmählich wieder die normale Haltung

sich einstellte. Hier hatten wir diese Abweichungen von der Norm durch einen Druck der starken Narbenmassen auf den Lobus anterior des Kleinhirns zu erklären gesucht, indem die abnorme Reizung des Lobus anterior zu der Beugung des Kopfes nach hinten mit Vorderbeinstreckung und Ueberschlagen nach hinten, die folgende abnorme Schwächung der Funktion des Lobus anterior zum Tiefstand des Kopfes mit Rumpfkrümmung und hypotonischen Extremitäten führte. Auch bei der Ausschaltung des Lobus anterior müssen wir annehmen, daß die Neigung des Kopfes, nach hinten zu gehen, die nur auffallsweise auftritt und bald ganz verschwindet, ein Reizsymptom auf die benachbarten Teile, vor allem die medianen Kleinhirnerne darstellt, während der Tiefstand des Kopfes und seine Schwebbeweglichkeit nach den Seiten direkte Ausfallssymptome des Lobus anterior sind, die in der Folge nur bis zu einer bestimmten Grenze kompensiert werden können.

Daß bei diesen abnormen Kopfstellungen die Einwirkung von seiten des Cerebellum auf die spinalen Zentren der Hals- und Nackenmuskulatur von wesentlichster Bedeutung ist, darauf weist die Tatsache hin, daß nach Ausschaltung der Vorderstränge des Rückenmarks im 1. Cervikalsegment unmittelbar unterhalb der Pyramidenkreuzung beim Hunde gleichfalls anfangs die Neigung des Kopfes, nach hinten zu gehen, die bisweilen sogar zum Ueberschlagen des Tieres nach hinten führt, beobachtet wird, während weiterhin eine Schwebbeweglichkeit des Kopfes und zugleich des Rumpfes bestehen bleibt.

Eine direkte Folge der Tiefhaltung des Kopfes bei Zerstörung des Lobus anterior stellt nun offenbar die Krümmung des hinteren Rumpfabchnittes dar, die sich in einigen Wochen in immer stärkerem Maße ausbildet. Mit ihr ist notwendigerweise eine abnorme Stellung der hinteren Extremitäten verbunden. Sie sind den Vorderbeinen abnorm genähert und werden beim Laufen infolgedessen in eigenartig steifer Weise bewegt. Wird in der Folge die abnorm tiefe Kopfstellung durch Kompensation gebessert, so geht auch die Rumpfkrümmung wieder zurück. Nur in den Fällen, in denen durch Uebergreifen der Läsion auf die medialen Kleinhirnerne und das tiefe Markweiß die Erscheinungen der Gehstörung sich viel intensiver bemerkbar machen, nimmt die Rumpfkrümmung stärkere Dimensionen an und kann dauernd bestehen bleiben. Auch die größere Schwäche und Unsicherheit der vorderen Extremitäten dürfte weitgehend von der Tiefhaltung und Unsicherheit des Kopfes abhängig sein.

Es fragt sich nun, ob tatsächlich die ganze Störung der Rumpfinnervation nach Ausschaltung des Lobus anterior auf die abnorme Kopfhaltung zu beziehen ist. Hier ist zunächst zu betonen, daß die motorische Kraft der Rumpfmuskulatur nicht gelitten hat: der Hund ohne Lobus anterior vermag seinen Rumpf bei über den Tischrand in Seitenlage herüberhängendem Hinterkörper vorzüglich in die Höhe zu krümmen, in scharfem Gegensatz zu dem Hunde mit zerstörten Vordersträngen im 1. Halssegment, bei

dem, offenbar infolge der Zerstörung der Deiterospinalen Bahnen, eine ausgesprochene Rumpfmuskelschwäche besteht. Trotzdem ist die Rumpfmuskulataxie eine sehr beträchtliche; das tritt bereits bei Beobachtung des Stehens und Laufens der Hunde mit stark hin- und herschwankendem Rumpf hervor. Es ist aber auch auffällig, daß der Hund mit ausgeschaltetem Lobus anterior in der ersten Zeit bei leichtem Schütteln des Kopfes oder des ganzen Körpers sich nicht zu halten vermag und nach einer Seite umfällt. Dies spricht entschieden dafür, daß im Lobus anterior eine gewisse Synergie von Kopf- und Rumpfinnervation besteht, die nach Totalexstirpation desselben zum Ausfall kommt.

Auch eine Ataxie der Extremitäten ist in Verbindung mit der Ataxie der Stammuskulatur, vor allem in der ersten Zeit nach der Operation, zu beobachten. Sie betrifft alle 4 Extremitäten, die vorderen etwas stärker als die hinteren, und ist mit einer mäßigen Atonie verbunden. Es ist aber bemerkenswert, daß im scharfen Gegensatz zu der Ausschaltung der Extremitätenzentren der Kleinhirnhemisphären hier der Versenkungsversuch der Extremitäten negativ auffällt, und das Verstellen derselben nach den Seiten nicht ausführbar ist. Ist ein Vorderbein bei Ausschaltung des Lobus anterior in stärkerem Maße nach den Seiten, vor allem nach innen verstellbar, wie das bisweilen beobachtet wird, so hat die Exstirpation lateral auf das Vorderbeinzentrum der betreffenden Kleinhirnhemisphäre übergegriffen. Die Ataxie und Atonie der Extremitäten bildet sich weiterhin, zusammen mit der der Rumpfmuskulatur, weitgehend zurück, verschwindet aber auch bei langer Lebensdauer nicht vollständig.

Neben den schweren Störungen der Hals- und Nackenmuskulatur, die die Kopfstellung weitgehend beeinflussen, machen sich nun aber bei Ausschaltung des ganzen Lobus anterior auch starke Ausfallserscheinungen im Gebiet der Kopfmuskulatur selbst bemerkbar. Deutlich sichtbar ist zunächst eine Atonie der Kiefermuskulatur, die sich in einer Schwäche des Unterkiefers äußert. Ist dieselbe oft nur an dem geringen Widerstand, den der Kiefer der Oeffnung des Maules entgegensetzt, zu bemerken, so ist sie manchmal so beträchtlich, daß bereits in der Ruhe das Maul durch das Herabsinken des Unterkiefers etwas offen steht. In den ersten Tagen macht sich daneben oft auch eine eigentümliche Schläffheit und Schwerbeweglichkeit der Zunge bemerkbar, die allerdings rasch vorübergeht. Vor allem aber ist mit Sicherheit eine Störung der Kehlkopf-innervation nachweisbar, über die *Katzenstein* und *Rothmann* (13) in einer ausführlichen Arbeit berichtet haben. Zunächst ist es bemerkenswert, daß Hunde mit völlig ausgeschaltetem Lobus anterior die ersten 6—8 Wochen nach der Operation nicht bellen, selbst wenn alle anderen Hunde des Stalles laut zu bellen beginnen. Das ist um so auffälliger, als bei jeder anderen Exstirpation der Kleinhirnrinde, sowohl im Gebiete der Hemisphären als auch im Bereich des Lobus medianus posterior, so ausgedehnt sie sein mag,

das Bellen wenige Tage nach der Operation in völlig unveränderter Weise zustande kommt. Gerade gegenüber den Einwänden *Grabowers* (14), der ein solches „Kehlkopfzentrum“ im Lobus anterior nicht beobachten konnte, Einwänden, die sich lediglich auf Experimente an Hunden, die bis zu 2 Tagen die Operation überlebten, stützen, ist auf dieses konstante Resultat, das eine Beeinflussung der Phonation von seiten des Lobus anterior des Kleinhirns mit Sicherheit anzeigt, hinzuweisen. Es ließ sich nun aber weiterhin an diesen Hunden ohne Lobus anterior eine Störung in der Bewegung der Stimmlippen nachweisen, ungenügender Schluß, sakkadierte und mangelhafte Außenbewegung, die wiederum bei keiner anderen Schädigung der Kleinhirnrinde zur Beobachtung gelangte und nicht nur unmittelbar nach der Operation, sondern einige Wochen hindurch, mit und ohne Narkose, deutlich zu konstatieren war. Dabei war die Sensibilität der Kehlkopfschleimhaut vollkommen intakt. Im Gegensatz hierzu war niemals eine Störung der Augenbewegung, weder in der Form von Nystagmus noch in Form von Augenmuskelparesen, zu beobachten. Nur bei abnormen Kopfstellungen ergaben sich die hierdurch bedingten Augenstellungen.

B. Partialresectionen des Lobus anterior.

Wenn wir demnach sehen, daß die Exstirpation des Lobus anterior eine Summe von Störungen im Gefolge hat, die zunächst Nacken- und Halsmuskulatur, dann Kiefer, Zunge und Kehlkopf befallen und in geringerem Grade auch Stamm- und Extremitätenmuskulatur betreffen, so erhebt sich die weitere Frage, ob im Bereich des Lobus anterior eine weitergehende Lokalisation Platz greift. Exstirpationen, die nur den oberen Teil des Lobus anterior, also im wesentlichen die Windungen des *Culmen*, nach vorn bis an das Velum medullare anterius heran ohne Eröffnung des 4. Ventrikels und nach hinten bis an den Sulcus primarius betreffen, bewirken anfangs eine leichte Neigung des Kopfes, nach hinten zu gehen. Der Hund läuft sofort mit etwas tief gehaltenem, nach den Seiten wenig beweglichem Kopf, bei etwas steif gehaltenem Hinterkörper und mäßig ataktischen Extremitäten. Kieferschwäche und Stimmlippenstörung sind nur bisweilen in den ersten Tagen angedeutet nachweisbar. Bereits in den ersten Tagen wird lautes Bellen beobachtet. Niemals ist Kopffzittern vorhanden. In den nächsten Wochen bilden sich die Störungen immer mehr zurück, so daß die Hunde bei monatelanger Lebensdauer einen fast normalen Eindruck machen.

Wird dagegen der obere nach Eröffnung des Tentoriums sichtbare Teil des Lobus anterior freigelassen und nach Abdrängung des Lobus anterior von den hinteren Vierhügeln unter Zerreißen des Velum medullare anterius und Eröffnung des vierten Ventrikels nur der diesem zugewandte untere Teil des Lobus ant., also im wesentlichen der *Lobulus centralis* zerstört, so macht sich anfangs eine Neigung des Kopfes, nach hinten zu gehen, bemerkbar. Außerdem

tritt sofort Kieferschwäche und typische cerebellare Kehlkopf-störung mit mangelndem Stimmlippenschluß und sakkadierter unausgiebiger Außenbewegung der Stimmlippen in die Erscheinung. Im weiteren Verlauf macht sich bei den sofort auf die Beine kommenden Hunden eine mäßige Ataxie der Extremitäten bemerkbar, die rasch vorübergeht. Eine Abnormität der Kopfstellung ist nicht zu beobachten. Dagegen bleibt eine mäßige Kieferschwäche zurück; die Kehlkopf-störung ist noch nach Wochen in verminderter Intensität nachweisbar, und die Hunde bellen 6—8 Wochen lang nicht.

Es zeigt demnach die partielle Zerstörung des Lobus anterior, daß sowohl bei Zerstörung des oberen wie bei Zerstörung des unteren Abschnittes desselben die Kopfstörungen wesentlich schwächer auftreten als bei der Totalzerstörung des Lobus anterior und rascher kompensiert werden. Dabei macht sich eine Tiefstellung und Schwebeweglichkeit des Kopfes überhaupt nur bei Zerstörung des oberen Abschnitts bemerkbar. Im Gegensatz hierzu ist die Störung der Kiefer- und Kehlkopfinnervation bei Fortnahme des unteren Abschnittes, des Lobulus centralis, ebenso stark und ebenso anhaltend wie bei Exstirpation des ganzen Lobus anterior, während sie bei Zerstörung des Culmen höchstens anfangs angedeutet zu beobachten ist. Die Störung der Rumpfinnervation und die Ataxie der Extremitäten ist bei beiden Partialoperationen wesentlich schwächer als bei Fortnahme des ganzen Lobus anterior.

Es ist demnach im Gebiet des Lobus anterior die Kiefer- und Kehlkopfinnervation ausschließlich im unteren Abschnitt lokalisiert, die Hals- und Nackeninnervation, die die Kopfstellung bedingt, vorwiegend, aber nicht ausschließlich im oberen Teil, während für die ataktischen Störungen von Rumpf und Extremitäten die verschiedenen Abschnitte des Lobus anterior ziemlich gleichmäßig in Betracht zu kommen scheinen. Der Schultergürtel wird vom Lobus anterior aus etwas stärker beeinflußt als der Beckengürtel, was zum Teil als eine Folge der abnormen Kopfhaltung zu betrachten ist. Besonders hervorzuheben ist, daß trotz der Ataxie der Extremitäten kein Verstellen derselben nach den Seiten oder Versenken am Tischrand zu erzielen ist. Auch wurde niemals ein ausgesprochener Tremor des Kopfes beobachtet.

Es hat sich demnach von den von *Bolk* für den Lobus anterior cerebelli postulierten Koordinationszentren für die Muskelgruppen des Kopfes (Augen, Zunge, Kaumuskeln, mimische Muskeln) und von Larynx und Pharynx das Bestehen derartiger Zentren für den Larynx, für die Kaumuskeln und wohl auch für die Zunge als richtig erwiesen, während Augenmuskelzentren bestimmt nicht vorhanden sind. Die Schädigung der mimischen Muskulatur aber ist beim Hunde nicht festzustellen, wenn ihre Vertretung im Lobus anterior auch sicherlich nicht unwahrscheinlich ist. Darüber hinaus stellt aber der Lobus anterior ein wesentliches Koordi-

nationszentrum für die Hals- und Nackenmuskulatur dar und ist auch bis zu einer gewissen Grenze von Einfluß auf die Koordination der Rumpf- und Extremitätenmuskeln.

II. Lobus medianus posterior.

A. Totalextirpation.

Gehen wir nun zu dem hinter dem Sulcus primarius gelegenen Lobus medianus posterior, den Bolk als den unpaaren Mittelteil der hinteren Kleinhirnhälfte auffaßt und der im wesentlichen dem Palaeocerebellum zuzurechnen ist, über, so haben wir zunächst Totalzerstörungen der Rinde des Lobus medianus posterior ausgeführt. Hierbei kann man die dorsalen Abschnitte des Lobus medianus posterior, also die Gebiete von Pyramis und Uvula (b und c 1 nach Bolk) in toto heraus schneiden, da sie nach hinten weit über das Kerngebiet hinausragen, während man an den ventral gelegenen Abschnitten, Declive und Tuber vermis (Lobulus simplex und Lobulus c 2 nach Bolk), außerordentlich vorsichtig die Rinde zerstören muß, um die unmittelbar darunter gelegenen cerebellaren Kerngruppen intakt zu lassen, ebenso im Gebiet des Nodulus (Lobulus a), wenn man nicht vorzieht, diesen Teil wegen der unmittelbaren Nachbarschaft der Kerne am Dach des vierten Ventrikels unversehrt zu lassen.

Wird die Rinde des Lobus medianus posterior total zerstört, so kommt es an den ersten beiden Tagen zu keinem Aufrichten des Hundes, indem die Vorderbeine nach der Seite fortgleiten und der Hinterkörper nicht in die Höhe gebracht werden kann. Zugleich besteht eine Neigung des Kopfes, nach hinten zu gehen, die aber nicht zum Überschlagen nach hinten führt. Nur in einem Falle ließ sich eine Neigung zum Rollen nach der einen Seite beobachten, die nach wenigen Tagen verschwand und sicher auf eine Mitläsion der tiefer gelegenen Partien hinwies. Die Hunde zeigen, sowie sie aus der Narkose erwacht sind, kräftiges Bellen mit normaler Stimme. Auch in den nächsten Tagen bleibt eine Unsicherheit des Kopfes bestehen, die sich vor allem in starkem Hin- und Herschwanken beim Fressen bemerkbar macht; dagegen ist kein Kopftremor zu beobachten. Zugleich fangen die Hunde an, sich zu erheben und in eigentümlich kriechend-schleichender Weise sich vorwärts zu bewegen. Vor allem fällt eine starke Schwäche des hinteren Rumpfabschnitts, verbunden mit ausgesprochener Ataxie desselben, auf. Es besteht eine mäßige Ataxie aller 4 Extremitäten, stärker an den Hinterbeinen; die letzteren knicken beim Stehen und Laufen ein. Diese Schwäche des Hinterkörpers bildet sich in den nächsten Wochen weitgehend zurück, ohne jedoch völlig zu verschwinden. Dabei sind die Extremitäten weder nach der Seite verstellbar noch am Tischrand zu versenken. Dagegen ist der Rumpf in den ersten Wochen bei Herabhängen des Hinterkörpers in Seitenlage nicht hoch zu krümmen. Die mäßige Unsicherheit des Kopfes geht rasch

zurück. Im ganzen sind die Ausfallserscheinungen nach Ausschaltung des Lobus medianus posterior geringer als die nach Zerstörung des Lobus anterior und werden weit schneller kompensiert. Kiefer und Kehlkopf zeigen keine Störung, die Unsicherheit der Kopfhaltung bildet sich in kurzer Zeit zurück, und nur die Schwäche und Ataxie des hinteren Rumpfabschnitts inklusive der hinteren Extremitäten tritt deutlich hervor.

B. Partialexstirpationen des Lobus medianus posterior.

Wenn wir nun der Frage nähertreten, ob innerhalb des Gebiets der Rinde des Lobus medianus posterior noch weitergehende Lokalisationen festzustellen sind, so bewirkt zunächst eine Zerstörung des vorderen Abschnittes des Lobus medianus posterior, also des Lobulus simplex und des Lobulus c 2 (nach Bolk), einen deutlichen, wenn auch nicht sehr starken, schnellschlägigen Tremor des Kopfes in Form des Neinschüttelns, ein Tremor, der sich bisweilen auch auf den Rumpf überträgt (Taf. III, Fig. 3). Ist dieser Tremor in den ersten Tagen dauernd vorhanden, so ist er in den nächsten Wochen oft, vor allem wenn das Tier sich bewegt oder in gespannter Aufmerksamkeit mit gespitzen Ohren dasteht, nicht zu beobachten, während er bei ruhigem Stehen deutlich in die Erscheinung tritt. Der Tremor des Kopfes ist auch noch nach 3—4 Monaten vorhanden. Dabei sind schwerere Bewegungsstörungen des Kopfes, wie sie nach Zerstörungen des Lobus anterior vorkommen, nicht zu beobachten.

In den ersten Tagen nach der Zerstörung der Rinde des vorderen Abschnittes des Lobus medianus posterior kommt es nun häufig zu einer abnormen Hebung eines Vorderbeins in der Ruhe, während sich beim Laufe ein abnormes Werfen des betreffenden Vorderbeins wie beim „spanischen Tritt“ bemerkbar macht. Diese Störung beruht offenbar auf einer Mitläsion des unmittelbar der Läsionsstelle benachbarten dorsalen oberen Abschnittes des Lobus quadrangularis (Crus I des Lobus ansiformis), dessen Zerstörung diese Neigung zur Hebung des Vorderbeins (*Salute militare*) bewirkt. Daß es sich hier nicht um eine Störung der Funktion der ventralen Abschnitte des Lobus medianus posterior selbst handelt, in deren hinterem Abschnitt, seinem Lobulus S., *van Ryuberk* ein paariges Vorderbeinzentrum vermutete, das wird dadurch bewiesen, daß in der Regel, trotz totaler Zerstörung dieses Rindenabschnittes des Lobus medianus posterior, die abnorme Hebung nur das rechte Vorderbein betraf, völlig entsprechend der Mitläsion des rechten Crus I lobi ansiformis, die bei der Operation von hinten links her schwer zu vermeiden ist. Jedenfalls bildet sich diese Störung der Innervation im Gebiet der Vorderbeine bereits in den ersten Tagen zurück. Es ist nun besonders bemerkenswert, daß keine ausgesprochene Störung der Rumpfinnervation zu beobachten ist und daß dementsprechend diese Hunde sofort nach der Operation frei umherlaufen ohne Fallneigung und ohne schleichenden Gang. Ist die Hebung des einen Vorderbeins sehr ausgesprochen, so ist

in der Regel der Kopf etwas nach dieser Seite gedreht. Auch diese Hunde bellen sofort nach dem Erwachen aus der Narkose in normaler Weise, zeigen keine Kehlkopfstörung, keine Kieferschwäche.

Es bleibt demnach als sicheres Resultat der Läsion der ventralen Abschnitte des Lobus medianus posterior nur das Kopfkittern übrig, so daß also die erste lokalisatorische Feststellung von Rybnerks, der bei partieller Läsion des Lobulus simplex allein dauernden transversalen Kopfnystagmus feststellte, zu Recht besteht. Allerdings fand Binnerts (15) in den Fällen mit positivem Resultat eine tiefe ausgedehnte Zerstörung des Lobulus simplex. Da man bei diesen Rindenzerstörungen unmittelbar über den medialen cerebellaren Kerngruppen operiert, so ist der geringe funktionelle Ausfall sehr bemerkenswert und zeigt, wie gering die Rolle der Fernwirkungen bei dieser Operation ist.

Da der Kopftremor in unseren Fällen verhältnismäßig schwach und nicht kontinuierlich auftrat, so wurde von uns in 2 Fällen der ventrale Teil des Lobus medianus posterior in Verbindung mit dem dorsalen Abschnitt des Lobus anterior zerstört. Sofort trat eine Tiefstellung des Kopfes mit ausgeprägter Kyphose der Wirbelsäule und mäßiger Ataxie der Extremitäten auf, während der Kopftremor in einem Falle in derselben Stärke wie bei Läsion des ventralen Teils des Lobus medianus posterior allein auftrat, in einem andern Fall ganz fehlte. Im weiteren Verlauf blieb eine Tiefstellung des Kopfes mit Behinderung der Seitwärtsdrehung desselben bestehen, während die Rückenkrümmung etwas zurückging.

Es zeigt sich demnach, daß bei der Innervation der Hals- und Nackenmuskulatur der Lobus anterior und der ventrale Teil des Lobus medianus posterior, im wesentlichen wohl der Lobulus simplex, konkurrieren. Die stärkere Bewegungsstörung des Kopfes, verbunden mit einer hochgradigen Astasiedesselben, ist zweifellos die Folge der Zerstörung des Lobus anterior, nach der eine Tiefstellung und Behinderung der Seitendrehung des Kopfes eintritt, während die Läsion der ventralen Abschnitte des Lobus medianus post. nur eine Innervationsstörung der feineren Kopfeinstellung bedingt bei Intaktsein der gröberen Bewegung. Nun hat allerdings Lourié angegeben, daß er bei Zerstörung der unmittelbar über dem Velum medullare anterius gelegenen Windung des Lobus anterior einen starken Kopftremor erhalten habe. Wenn wir auch bei unseren ausgedehnteren Läsionen des Lobus anterior niemals einen solchen Kopftremor beobachtet haben, so ist es doch möglich, daß enger umgrenzte Läsionen im Gebiete des Vorderlappens gleichfalls tremorartige Störungen der Kopfinnervationen hervorrufen können.

Wurde nun lediglich der hintere Teil des Lobus medianus posterior zerstört, also im wesentlichen das Gebiet von Pyramis und Uvula, so sind die Hunde in den ersten beiden Tagen nicht imstande, in die Höhe zu kommen, da der ganze Rumpf, vor allem in seinen hinteren Abschnitten, nicht gehoben werden kann; dabei verharren die Extremitäten häufig in unbequemen

Stellungen ohne jede Korrektur. (Taf. III, Fig. 4.) Der Kopf ist oft etwas nach der einen Seite geneigt, zeigt bisweilen auch Neigung, nach hinten zu gehen; doch ist eine stärkere Astasie desselben nicht zu beobachten. Die Stimme des Hundes ist völlig normal; die Kiefer sind fest geschlossen. Vom 3. Tage an versuchen die Hunde sich zu bewegen und können in schleichender Haltung etwas vorwärts kommen, sind aber nicht instande, sich aufzurichten. In den nächsten Tagen laufen die Hunde immer besser mit ausgesprochener Schwäche des Hinterkörpers, der stark gesenkt gehalten wird, und deutlicher Ataxie aller Extremitäten. Die Schwäche des Hinterkörpers macht sich auch beim Herunterhängen am Tischrand bemerkbar, indem das Aufwärtskrümmen desselben nur sehr schwach und unvollkommen gelingt. Nach einem Monat laufen die Hunde ziemlich sicher mit geringer Ataxie der Extremitäten und leichtem Gesenktsein des Hinterkörpers. In der Folge bilden sich auch diese Erscheinungen völlig zurück.

Die eigenartige Schwäche des Hinterkörpers, die bei Zerstörung des gesamten Lobus medianus posterior in die Erscheinung tritt, ist also in noch etwas gesteigerter Intensität bei Ausschaltung des dorsalen Abschnitts desselben zu konstatieren. Nun ist allerdings darauf hinzuweisen, daß bei der Exstirpation dieses Abschnitts die beiden Lobi paramediani vom Mittelteil abpräpariert werden müssen und dabei zweifellos leicht geschädigt werden. Es ist aber sicher, daß auch die isolierte Zerstörung des Gyrus paramedianus eine Innervationsstörung des hinteren Rumpfabschnitts bewirkt. Bei einseitiger Ausschaltung desselben kommt es zu einer mäßigen Schwäche des Hinterkörpers mit Krümmung des Rumpfes nach der gekreuzten Seite; die Schwäche der Rumpfmuskulatur macht sich auch beim Herabhängen des Rumpfes am Tischrand durch ungenügendes Anheben, vor allem auf der gekreuzten Seite, deutlich bemerkbar. Werden beide Gyri paramediani zerstört, so kommt der Hund zwar sofort auf die Beine, läuft aber mit gesenktem Rücken und etwas steifen Hinterbeinen. Es bleibt auch in den nächsten Tagen eine Senkung des hinteren Rumpfabschnitts bestehen bei nur geringer Hebung desselben beim Herunterhängen vom Tischrand. Doch kommt es in der Folge zu einer vollständigen Kompensation der Störungen.

Die Ausfallerscheinungen nach Zerstörung des dorsalen Teils des Lobus medianus posterior sind aber wesentlich schwerere, da ja in den ersten Tagen überhaupt kein Erheben möglich ist und die Rückbildung der Störungen sehr viel längere Zeit in Anspruch nimmt. Immerhin wird man annehmen müssen, daß der dorsale Wurmabschnitt und die Gyri paramediani für einander weitgehend kompensierend eintreten können.

Ueberblicken wir noch einmal die Ausfallerscheinungen, die nach partiellen Läsionen des Lobus medianus posterior auftreten, so sind die ventralen und die dorsalen Abschnitte in ihren funktionellen Beziehungen scharf zu unterscheiden. Nach Ausfall der

ventralen Abschnitte kommt es zum ausgesprochenen Kopftremor ohne wesentliche andere Störungen, da die Neigung zur Zwangshaltung eines Vorderbeins, die häufig anfangs beobachtet wird, als Nachbarschaftssymptom des Lobus ansiformis zu deuten ist. Dagegen bewirkt Ausschaltung des dorsalen Abschnitts des Lobus medianus posterior ausgesprochene Schädigung des hinteren Körperabschnitts (hintere Rumpfhälfte und hintere Extremitäten) bei mäßiger Störung der Vorderbeine. Niemals findet sich eine Störung im Bereich der eigentlichen Kopfmuskulatur (Kiefer, Zunge, Kehlkopf). Besonders bemerkenswert ist das Fehlen ausgesprochener Rumpfstörungen bei der Ausschaltung der ventralen Rindenabschnitte des Lobus medianus posterior. Alle Ausfallerscheinungen nach Eingriffen im Gebiet des Lobus medianus posterior sind weitgehender Kompensation zugänglich.

Auch im Bereich des Lobus medianus posterior ist eine gewisse Lokalisation zweifellos vorhanden. Dabei scheint der am meisten nach vorn gelegene Abschnitt, der Lobulus simplex, entsprechend seiner ganzen anatomischen Konfiguration mit den lateral in den Hemisphärenteil übergreifenden Lamellen, seiner Funktion nach dem Lobus anterior nahe zu stehen, mit dem gemeinsam er an der Innervation von Hals- und Nackenmuskulatur beteiligt ist. Dagegen ist der dorsale Abschnitt im wesentlichen mit den Innervationen des Beckengürtels betraut, so daß hinterer Rumpfabschnitt und hintere Extremitäten zwar nicht ausschließlich, aber vorwiegend von Inkoordination und Ataxie befallen sind. Dagegen war es uns nicht möglich, eine ausgesprochene Lokalisation, sei es der vorderen Extremitäten allein, sei es des Schultergürtels im ganzen in den ventral davon gelegenen Abschnitten — c 2 (*Bolk*), Lobulus S. (*van Rybnberk*), *Tuber vermis* — festzustellen. Gerade in diesen Abschnitten hatte *Bolk* die Existenz eines unpaarigen Extremitätenzentrums vermutet, und auch *van Rybnberk* hielt es für wahrscheinlich, daß man hierher ein Vorderbeinzentrum verlegen müsse. *Vincenzoni* endlich, der auf Veranlassung von *van Rybnberk* an Schafen, bei denen der Lobulus S. besonders stark entwickelt ist, denselben exstirpierte, erhielt hier eine vorübergehende vollständige Unfähigkeit zur Ortsbewegung. Dieser Unterschied gegenüber unseren Ergebnissen beim Hunde ist zum größten Teil auf die weit stärkere Entwicklung des Mittelteils und die dem entsprechende geringere Ausbildung des Lobus ansiformis bei Schafen, auf die *Bolk* besonders hinweist, zurückzuführen.

Wenn wir also im Gebiet des Lobus medianus posterior entsprechend den vergleichend-anatomischen Voraussetzungen *Bolks* eine Lokalisation festgestellt haben, bei der auch die Vertretung der Kopf- und Nackeninnervation in den ventralen Gebieten, der hinteren Körperteile in den dorsalen Gebieten zweifellos zu Recht besteht, so sind doch in den Einzelheiten wesentliche Abweichungen von den von *Bolk* angenommenen Lokalisationen festzustellen. Vor allem ist das cerebellare Zentrum für die Hals- und Nackenmuskulatur nicht auf den Lobulus simplex beschränkt.

Im Gegenteil, es kommen schwerere Störungen in der Kopfhaltung und der Beweglichkeit des Kopfes, sowie starke Kopplastie nur nach Ausschaltungen des Lobus anterior, besonders des nach oben freiliegenden Abschnitts desselben (Culmen) zustande, während der Lobulus simplex lediglich einer feineren Abstufung der Muskelinnervationen des Nackens vorzustehen scheint, deren Störung zum Kopfzittern führt. Dagegen bestätigt sich vollkommen *Bolks* Annahme einer Lokalisation von Innervationszentren für Kiefer, Zunge und Kehlkopf im Lobus anterior des Kleinhirns, Zentren, die wir genauer in den unteren, das Dach des 4. Ventrikels bildenden Abschnitt des Lobus anterior, den Lobulus centralis, lokalisieren konnten. Daneben hat aber der Lobus anterior zweifellos einen Einfluß auf die Innervation von Rumpf und Extremitäten, der sich in diesen Abschnitten in Ataxie und eigenartiger Rumpfkrümmung offenbart und nicht ausschließlich von der Störung der Kopfhaltung abhängig sein dürfte. Vor allem ist die Ataxie und Atonie der vorderen Extremitäten hier wesentlich stärker ausgeprägt als die der hinteren. Wenn nun *Bolk* weiterhin im ventralen Gebiet des Lobus medianus posterior ein unpaariges Extremitätenzentrum postuliert, so läßt sich ein derartiges Zentrum beim Hunde in diesem Gebiet nicht feststellen; ob man nach den Resultaten *Vincenzonis* beim Schafe ein solches Zentrum annehmen kann, erscheint mindestens fraglich.

Es ist aber nach unseren Ergebnissen überhaupt zu betonen, daß an keiner Stelle des Mittelteils des Kleinhirns ein reines Extremitätenzentrum, sei es der vorderen oder der hinteren Extremitäten allein, sei es aller 4 Extremitäten zusammen, nachweisbar ist, sondern daß die Störung der Extremitätenfunktion stets in Verbindung mit einer Rumpfmuskelstörung in die Erscheinung tritt. Hierin scheint vor allem der Unterschied in den Ausfallserscheinungen im Gebiet des Lobus medianus im Gegensatz zu den durch cerebellare Hemisphärenläsionen ausgelösten Symptomen zu bestehen, daß bei letzteren isolierte Ausfallserscheinungen im Gebiet der einzelnen Extremitäten möglich sind, während die Läsionen des Mittelteils die Extremitäten nur als Teile des gesamten Schultergürtel- resp. Beckengürtelapparats betreffen. Während nun im Lobus anterior Störungen der gesamten Rumpf- und Extremitäteninnervation mäßigen Grades in Verbindung mit den abnormen Kopfinnervationen in die Erscheinung treten unter stärkerer Beteiligung des Schultergürtels, schädigt die Herausnahme des dorsalen Wurmschnitts vorwiegend die Funktion des Beckengürtels ohne wesentliche Beziehung zur Kopfinnervation.

Im Mittelteil des Kleinhirns handelt es sich demnach um eine bilaterale Vertretung der Extremitäten nur als Teilerscheinung der Vertretung des gesamten statotonischen phylogenetisch alten Apparats, während die isolierte Versorgung der Extremitäten, losgelöst von der allgemeinen Rumpfinnervation, erst mit der phylogenetisch jungen Ausbildung der Kleinhirnhemisphären hervortritt und im Kleinhirn der Primaten mit vollkommener Aus-

bildung der Arme als Greiforgan ihren Gipfelpunkt findet. Damit steht es auch in Übereinstimmung, daß die Störung der Richtungs-
linien der Extremitäten, wie sie sich beim Hunde im Verstellen der
betreffenden Extremität nach bestimmten Richtungen nachweisen
läßt (16) und beim Menschen im *Bárdyngschen* Zeigerversuch in
die Erscheinung tritt, bei den verschiedenen Eingriffen in den Lobus
medianus gar nicht oder doch nur ganz vorübergehend vorhanden
ist. Trotz starker Ataxie der Extremitäten ist das Verstellen nach
den Seiten oder das Versenken am Tischrand nicht möglich.

III. Gesamter Mittelteil der Kleinhirnrinde.

Wir kommen nun endlich zu der Frage, welche Folgen nach
der *Gesamtausschaltung der Rinde des Mittelteils des Kleinhirns*,
also Lobus anterior und Lobus medianus posterior zusammen, zu
beobachten sind. Die bisher in der Literatur vorliegenden experi-
mentellen Totalzerstörungen des Wurms haben stets den gesamten
Mittelteil des Kleinhirns einschließlich der subkortikal gelegenen
Kerne, zum mindesten also der medial gelegenen Nuclei tegmenti
betroffen. Dabei ist häufig ein Teil des Lobus anterior stehen ge-
blieben; auch hat die Läsion in der Regel mehr oder weniger auf
eine Hemisphäre übergegriffen. Die ausgedehntesten derartigen
Versuche an Hunden und Affen hat *Luciani* (17) ausgeführt; bei
4 Hunden, bei denen die Exstirpation nicht ganz vollständig
gelang, kam es zu starken Reizerscheinungen mit tonischem
Krampf der Vorderbeine und der Nackenmuskeln, konvergierendem
Strabismus und Asthenie und Atonie des Hinterleibs, Astasie des
Vorderleibs. Nach 4 Wochen konnten die Hunde unter Hin- und
Herschwanken des Rumpfes und Abduktion der Füße laufen. Bei
2 Affen, bei denen die reine Exstirpation des ganzen Mittellappens
gelang, waren die Reizerscheinungen sehr viel geringer mit tonischer
Streckung des Kopfes nach hinten und tonischer Flexion der
Extremitäten. Es bestand eine Asthenie, vorwiegend an den
hinteren Extremitäten, eine Muskelatonie und Astasie. Nach
einigen Monaten war weitgehende Kompensation eingetreten. Aus
dieser Wiederherstellung der Funktion durch Eintreten der er-
haltenen Kleinhirnhemisphären schloß *Luciani* auf die Gleich-
artigkeit der Funktion des ganzen Kleinhirnorgans. *André-
Thomas* (18), dessen Wurmexstirpationen bei Hunden offenbar
den Lobus anterior nicht völlig entfernten, beobachtete die Wieder-
kehr des Gehvermögens beim Hunde bereits nach 8 Tagen und eine
weitgehende Restitution nach 5–6 Wochen.

Es ist aber von besonderer Wichtigkeit, die Ausfallserschei-
nungen nach reiner Rindenexstirpation des ganzen unpaaren
Mittelteils des Kleinhirns bei möglichst intakten Kleinhirnkernen
festzustellen in ähnlicher Weise, wie wir an anderer Stelle die
Folgen der Entrindung einer Kleinhirnhemisphäre geschildert
haben (19). Die Operation ist nur zweizeitig möglich, indem ein-
mal von vorn der Lobus anterior, das zweite Mal von hinten der

Lobus medianus posterior zerstört wird. Da sowohl bei der ersten wie bei der zweiten Operation die Eröffnung des vierten Ventrikels das eine Mal von vorn, das andere Mal von hinten, notwendig ist, so sterben die Hunde meist bald nach dem zweiten Eingriff (Taf. III, Fig. 5). Doch ist es mir gelungen, einen derart operierten Hund über 7 Monate am Leben zu erhalten.

Totalentründung des Lobus anterior und Lobus medianus posterior.

Braunschwarzer männlicher Terrier.

21. I. 1913. *Operation I.* Freilegung und Zerstörung des Lobus anterior des Kleinhirns, möglichst vollständig mit Eröffnung des 4. Ventrikels. Unmittelbar danach geht der Kopf stark nach hinten unter Streckung aller Extremitäten.

22. I. Hund liegt ruhig mit nach hinten gestrecktem Kopf und stark gestreckten Vorderbeinen.

23. I. Der Kopf des Hundes wird in der Ruhe tief gehalten, schwankt stark hin und her; bei stärkerer Intention geht der Kopf stark nach hinten, und die Vorderbeine werden gestreckt. Der Hund versucht sich aufzurichten, läuft, oft mit den Vorderbeinen einknickend, und zeigt dabei Neigung, nach hinten überzuschlagen. Der Kiefer ist schlaff; kein Bellen.

24. I. Starke Astasie und Ataxie des Kopfes, der in der Regel tief gehalten wird. Hund läuft mit einknickenden Vorderbeinen, noch immer häufig nach den Seiten umfallend. Es kommt noch immer zeitweise zur Bewegung des Kopfes nach hinten, mit anschließender Fallneigung nach hinten.

26. I. Der Hund läuft jetzt längere Strecken mit tief gehaltenem Kopf, mit dem Rumpf stark hin- und herschwankend, die Vorderbeine stark ataktisch schleudernd, die Hinterbeine eigenartig steif bewegend. Der Kopf zeigt noch immer starkes Schwanken bei der Nahrungsaufnahme, kein Zittern, geht nur noch selten nach hinten. Die Augen frei beweglich, ohne Zittern. Deutliche Kieferschwäche, kein Bellen.

29. I. Hund läuft jetzt ohne umzufallen mit tief gehaltenem Kopf und Schleudern aller 4 Extremitäten. Es besteht eine mäßige Rumpfkürmmung. Beim Fressen steht der Hund mit auseinander gestellten Vorderbeinen und mäßig hin- und herschwankendem Kopf.

5. II. Hund läuft jetzt völlig sicher mit steif gehaltenem Kopf und mäßiger Ataxie der Extremitäten. Die Beine sind nicht nach den Seiten verstellbar. Der Rumpf wird in Seitenlage etwas hochgekrümmt. Das Schwanken des Kopfes beim Fressen ist nur noch sehr gering. Kieferschwäche unverändert. Kein Bellen.

17. II. Laufen mit leichtem Schleudern der Extremitäten. Geringe Rumpfkürmmung. Der Kopf wird eigenartig steif und tief gehalten. Kein Bellen.

18. II. 1913. *Operation II.* Freilegung des Mittelteils des Kleinhirns von hinten her. Möglichst vollständige Zerstörung der Rinde des Lobus medianus posterior unter Eröffnung des vierten Ventrikels. Unmittelbar nach der Operation Kopf stark nach hinten gestreckt mit Extension aller Extremitäten. Atmung und Puls verlangsamt.

19. II. Der Hund liegt mit stark nach hinten gezogenem Kopf und Streckstellung aller 4 Extremitäten. Läßt zeitweise der Spasmus der Nackenmuskulatur nach, so kommt es zur Beugstellung der Extremitäten. Trotz starken Strampelns kommt der Hund nicht in die Höhe.

21. II. Hund liegt in der Ruhe etwas nach rechts gekrümmt mit gerade gehaltenem Kopf. Bei jedem Innervationsversuch tritt sofort Rückwärtsstreckung des Kopfes und Extension der Extremitäten auf. Der Hund vermag sich nicht zu erheben. Wird er im Rücken gestützt, so macht er Laufbewegungen mit den Beinen, schlägt aber, losgelassen, sofort mich

hinten oder nach den Seiten um. Der Hund trinkt mit stark hin- und herschwankendem Kopf Milch, erbricht aber nach kurzer Zeit, anscheinend infolge starken Schwindels. Augen werden frei bewegt, ohne Nystagmus. Kein Kopfszittern. Kiefererschwäche wie vor der II. Operation. Kein Bellen.

23. II. Der Kopf hat noch immer starke Neigung, nach hinten zu gehen. Trotz starken Strampelns mit allen 4 Extremitäten vermag der Hund sich nicht aufzurichten. Spontane Flüssigkeitsaufnahme unter stärkstem Schwanken des Kopfes, kein Erbrechen.

26. II. Hund nimmt jetzt spontan Fleisch und Milch, sehr behindert durch starke Astasie und Ataxie des Kopfes. Im übrigen Stat. id.

2. III. Stärkste Astasie des Kopfes mit Hin- und Herschwanke des ganzen Körpers. Hund liegt in der Regel in rechter Seitenlage nach rechts gekrümmt, kann aber den Rumpf auch nach links krümmen. Außerordentlich große Schwäche der Vorderbeine, die oft in unbequemen Stellungen liegen. Der Kopf wird in der Regel tief gehalten; bei jedem Versuch des Hebens kommt es sofort zur Überstreckung nach hinten mit Streckung der Vorderbeine. Der Hund vermag sich nicht aufzurichten, schiebt sich aber im Liegen etwas vorwärts.

8. III. Hund liegt noch immer dauernd, hält sich jetzt aber in Bauchlage. Die Kopfbewegungen sind etwas freier geworden. Doch ist noch immer stärkste Astasie und Ataxie von Kopf und Rumpf vorhanden. Gute spontane Nahrungsaufnahme. Kiefer schläft, kein Bellen. Der Kehlkopf zeigt keinen festen Schluß der Stimmklappen, ferner eine absatzweise Nachaußenbewegung der Stimmklappen, nicht bis zur vollen Weite.

15. III. Hund hält jetzt den Kopf in der Ruhe hoch bei starkem Schwanken, aber ohne Rückwärtstreckung. Er bewegt sich jetzt längere Strecken vorwärts, auf dem Bauch rutschend, kommt aber wegen der starken Ataxie von Rumpf und Extremitäten nicht in die Höhe. Die Beine sind dabei nicht nach den Seiten verstellbar, werden, am Tischedrand herabhängend, hochgenommen, die Hinterbeine sofort, die Vorderbeine nach einigen Zögern.

20. III. Der Hund beginnt, sich mit dem Hinterkörper aufzurichten, kommt aber mit den Vorderbeinen noch nicht in die Höhe. In halb liegender Stellung kommt er bereits längere Strecken vorwärts unter starkem Hin- und Herschwanke des Rumpfes.

26. III. Der Hund kommt jetzt nach kurzer Zeit auf alle 4 Extremitäten zu stehen, fällt aber infolge des starken Schwankens des Rumpfes bald wieder um. Die Vorderbeine sind deutlich schwächer als die Hinterbeine. Das Schwanken des Kopfes hat entschieden abgenommen. Kiefer schwach. Kein Bellen.

31. III. Der Hund läuft jetzt bereits längere Strecken auf allen Vieren, stark hin- und herschwankend, die Beine ataktisch bewegend. Dabei kommt es häufig zum Unknicken der Vorderbeine. Sowie der Hund sich schüttelt, fällt er um. Beim Koten Neigung, nach hinten überzuschlagen.

8. IV. Der Hund läuft immer sicherer unter starkem Schwanken des Rumpfes und Ataxie der Extremitäten. Die Vorderbeine sind etwas nach den Seiten verstellbar, die Hinterbeine gar nicht. Beim Versenkungsversuch werden die Hinterbeine prompt hochgenommen, die Vorderbeine nach kurzer Zeit. Wird der hintere Rumpfabschnitt in Seitenlage versenkt, so kommt es zuerst zu einem kurzen Hochkrümmen; dann hängt der Rumpf herab.

15. IV. Hund läuft jetzt längere Strecken ohne umzufallen, die Beine ataktisch bewegend, mit dem Rumpf noch immer stark schwankend. Ausgesprochene Unterkieferschwäche. Kein Bellen.

19. IV. Auch auf glattem Boden kann jetzt der Hund laufen, unter Ataxie und seitlichem Ausgleiten der Extremitäten. Werden Krallen an die Zehen gesetzt, so wird das betreffende Bein hochgehoben und geschüttelt. Doch geht der Hund niemals mit der Schnauze heran. Die Kehlkopfuntersuchung zeigt noch immer keinen völligen Schluß der Stimmklappen, zitterige Auswärtsbewegung derselben. Kein Bellen.

1. V. Der Hund steht mit etwas breitgestellten Vorderbeinen, mit Kopf und Rumpf hin- und herschwankend. Dabei ist kein Zittern des Kopfes nachweisbar. Der Rumpf ist etwas gekrümmt. Laufen immer sicherer mit starkem Schlendern der Extremitäten. Kein Verstellen derselben nach den Seiten möglich. Nur bei starkem Schütteln fällt der Hund noch bisweilen um.

1. VI. Der Status ist im wesentlichen unverändert geblieben.

1. VII. Der Hund andauernd munter, steht noch immer etwas breitbeinig. Schwanken von Kopf und Rumpf ist schwächer geworden. Kein Verstellen der Beine nach den Seiten. Versenkungsversuch negativ. Der Rumpf wird in die Höhe gekrümmt, wenn auch schwächer als normal. Kiefer andauernd schwach. Kein Bellen. Krallen an den Zehen erzeugen Schmerzen und Abwehrreaktionen; doch geht der Hund niemals mit dem Kopf heran, weder an Hinter- noch an Vorderbeinen.

15. VII. Stat. id. Lebensdauer nach Operation I ca. 6 Monate, nach Operation II ca. 5 Monate¹⁾.

Es ist also gelungen, einen Hund mit Entrindung des Mittelteils des Kleinhirns monatelang am Leben zu erhalten. Selbstverständlich wird erst die anatomische Untersuchung lehren müssen, inwieweit die medialen Kleinhirnerne mitverletzt worden sind. Es ist unwahrscheinlich, daß sie ganz intakt geblieben sind; aber jedenfalls dürfte der größte Teil derselben erhalten sein. Die Ausfallerscheinungen sind sehr schwere und geben in Bezug auf die Störung der Lokomotion denen bei totaler Kleinhirnexstirpation wenig nach. Es hat über einen Monat gedauert, bis der Hund instande war, sich aus der liegenden Position zu erheben und einige Schritte zu machen. Dann hat allerdings die Restitution der Funktion rasch Fortschritte gemacht; doch ist es bis zuletzt zu keiner vollen Kompensation der Ausfallerscheinungen gekommen. Die Störungen stellen im wesentlichen eine Addierung der nach Exstirpation des Lobus anterior resp. des Lobus medianus posterior auftretenden Erscheinungen dar. Sowohl die Störungen der Kiefer- und Kehlkopfinnervation und der Kopfhaltung als auch die schweren Ausfallerscheinungen im Gebiet der Rumpfinnervation und die Ataxie der Extremitäten sind stark ausgeprägt. Die Vereinigung der durch Läsion des Lobus anterior und der durch Ausschaltung des Lobus medianus posterior bedingten Rumpfstörungen bedingt einen so schweren Funktionsausfall, daß die Aufrechterhaltung des Körpers sowohl im Stehen wie im Gehen völlig unmöglich geworden ist und sich nur sehr allmählich unter größter Anstrengung des Hundes wieder erzielen läßt. Zugleich ist eine starke Ataxie aller 4 Extremitäten vorhanden, bei der in den ersten Wochen die große Schwäche der vorderen Extremitäten vor allem auffällt. Bei diesen schweren Störungen der Rumpf- und Extremitäten-Innervation ist es nun sehr bemerkenswert, daß abgesehen von der allerersten Zeit das Verstellen der Extremitäten nach den Seiten nicht möglich ist, und auch der Versenkungsver-

¹⁾ Anmerkung bei der Korrektur: Am 1. IX. 1913 ging der Hund an einem Krampfanfall zu Grunde. Die Autopsie zeigte völlige Zerstörung des Lobus anterior und Lobus medianus posterior bei intakter Rinde der Kleinhirnhemisphären. Inwieweit es gelungen ist, die Kleinhirnerne zu erhalten, muß erst die mikroskopische Untersuchung ergeben.

such der Extremitäten negativ ausfällt. Das ist um so auffälliger, als die partiellen Exstirpationen der Kleinhirnhemisphärenrinde gerade schwere Störungen im Verstellen der Extremitäten nach den verschiedenen Richtungen und im Versenken derselben am Tischrand gezeigt haben, die mit der Zeit allerdings schwächer werden, aber niemals ganz verschwinden.

Während also die in Verbindung mit Kopf- und Rumpfinnervation stehenden Innervationen der Extremitäten durch Ausschaltung der Rinde des Mittelteils des Kleinhirns schwer gestört sind, sind die auf den propriozeptiven Reflexen beruhenden Korrekturen der Lageverstellungen der Extremitäten, die von der Hemisphärenrinde abhängig sind, im wesentlichen intakt geblieben. Hier handelt es sich um Reflexe, die für die Einzelbewegungen der Extremitäten von Bedeutung sind; ihre immer feinere Ausgestaltung hängt aufs innigste mit der Entwicklung der Kleinhirnhemisphären zusammen. Die Kleinhirnhemisphären sind bei fehlender Rinde des Kleinhirnmittelteils wahrscheinlich nur zu einem sehr kleinen Teil imstande, die Funktion der letzteren zu ersetzen. Dafür spricht die sehr langsame Restitution der Funktion des Stehens und Gehens, die nicht wesentlich die bei totaler Kleinhirnexstirpation an Schnelligkeit und Vollkommenheit übertrifft. Wenn in den Versuchen *Lucianis* trotz schwerer Mitläsion der medialen Kleinhirnerne raschere Restitution eingetreten war, so dürfte dies daran liegen, daß bei seinen Hunden Teile des Mittellappens stehen geblieben waren.

Während Berührungsempfindung und Schmerzgefühl zweifellos erhalten sind, ist es bemerkenswert, daß der der ganzen Rinde des Mittellappens beraubte Hund anscheinend die Lokalisation des Schmerzgefühls verloren hat. Wenigstens geht er niemals mit der Schnauze an die an den Zehen befestigten, Schmerz erzeugenden scharfen Krallen heran. Jedoch handelt es sich hier vielleicht nur um eine Störung der Synergien von Kopf und Extremitäten und nicht um Ausfälle im Bereich der Sensibilität.

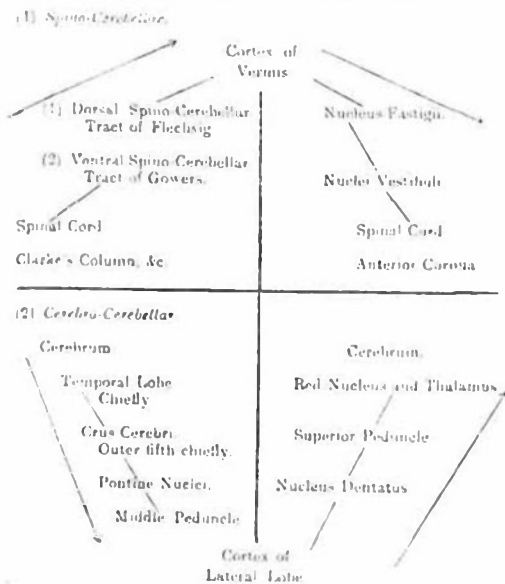
Im ganzen können wir auch nach den Ergebnissen der Totalentrindung des cerebellaren Mittellappens daran festhalten, daß derselbe eine ihm eigentümliche Funktion besitzt, die im ventralen Teil mit der Innervation von Kopf, Kiefer, Zunge und Kehlkopf zusammenhängt, außerdem aber weitgehend den Synergien von Nacken, Rumpf und Extremitäten vorsteht. Es sind hier vor allem die von *Edinger* (20) unter dem Begriff des Statotonus zusammengefaßten Funktionen vertreten, die für Stehen und Gehen des Hundes von ausschlaggebender Bedeutung sind. Dabei kommt es zweifellos von den verschiedenen Rindenabschnitten des Mittelteils aus zu sehr verschieden gestalteten derartigen Synergien, indem vom *Lobus anterior* aus vorwiegend die mit der Nackeninnervation und Kopfstellung in Verbindung stehenden Rumpf- und Extremitäten-Innervationen, vom hinteren Teil des *Lobus medianus posterior* die Synergien des Beckengürtels beeinflußt werden.

Diese ganze Lokalisation hängt aufs innigste mit der engen Verknüpfung des Mittelteils des Kleinhirns mit dem Rückenmark durch die aufsteigenden Kleinhirnseitenstrangbahnen zusammen, von denen die vordere Bahn, das *Gowersche* Bündel, in den vorderen Abschnitten, die dorsale Bahn, das *Flechsig'sche* Bündel, in den hinteren Abschnitten der Rinde des Mittelteils des Kleinhirns endigt. Gleichzeitig ist der cerebellare Mittelteil durch Vermittlung der Dachkerne und der *Deitersschen* Kerne absteigend mit den Vordersträngen des Rückenmarks verbunden, deren Ausschaltung im obersten Halsmark ausgesprochene Parese der Rumpfmuskulatur und Lagestörungen der Extremitäten in Verbindung mit starker Störung der Kopfstellung und der Gleichgewichtshaltung hervorruft. Im Gegensatz hierzu zeigen die Kleinhirnhemisphären enge Verbindung mit den Ponskernen, von denen aus die mittleren Kleinhirnschenkel vorwiegend in ihre Rinde einstrahlen, während sie durch Vermittlung der lateralen Kleinhirnerne und der vorderen Kleinhirnschenkel ihre Impulse zum roten Kern und zum Thalamus opticus schicken und damit einerseits das Rückenmark durch das rubrospinalle Bündel beeinflussen, andererseits der Großhirnrinde die cerebellaren Impulse zusenden. Diese anatomische Differenz in den Verbindungen der Hemisphären und des Mittelteils der Kleinhirnrinde, wie sie besonders anschaulich in einem von *Clarke* und *Horsley* (21) entworfenen Schema hervortreten, kommt in der Verschiedenheit der Funktion

beider Abschnitte nun auch deutlich zum Ausdruck.

Schema der Kleinhirn-Verbindungen

(nach *Clarke* und *Horsley*).



Frage wir uns nun, wie die Funktion des Mittelteils des Kleinhirns beim Menschen sich darstellt, so haben sich hierdie Verhältnisse durch zwei Momente vollkommen verschoben, durch die aufrechte Haltung und durch die Loslösung der vorderen Extremitäten von dem Gehapparat und ihre vollkommene Ausbildung zu Greiforganen. Infolge der aufrechten Haltung ist die Stellung des Kopfes im Raum um ca. 90 Grad gegenüber der des Hundes aufgerichtet. Damit nähert sich die Kopfstellung

beträchtlich derjenigen, die von *Magnus* und *de Klejn* bei decerebrierten Katzen und Hunden als die Optimum-Stellung für den Strecktonus der Extremitäten gefunden wurde. Diese befindet sich bei weiterer Senkung des Kopfes nach hinten um 45 Grad. Aber auch bei aufrechter Kopfstellung ist dieser Strecktonus der Extremitäten noch sehr beträchtlich, um dann bei Annäherung an die normale Stellung der Vierfüßler andauernd abzunehmen und bei Senkung des Kopfes über diese hinaus das Minimum zu erreichen. *Magnus* und *de Klejn* haben es weiterhin wahrscheinlich gemacht, daß auch beim Menschen diese tonischen Labyrinthreflexe wirksam sind und daß diese auch bei den Bewegungen und Stellungen normaler Individuen mitwirken. Es würde sich hieraus die stark gestreckte Stellung der Beine bei aufgerichtetem Kopf ungezwungen erklären, während die Arme beim Menschen durch ihre Loslösung vom Gehapparat dem Einfluß dieser vestibulären Reflexe nicht mehr völlig unterworfen sind.

Mit der aufrechten Haltung hängt es auch zusammen, daß beim Menschen neben der Neigung zum Fallen nach rückwärts auch das Vorwärtsfallen in ganz anderer Weise in die Erscheinung tritt als beim Hunde. Bei allen Verletzungen des Mittelteils des Kleinhirns zeigt sich beim Hunde anfangs die Neigung, nach hinten zu fallen, und selbst bei der tiefen Kopfhaltung der des Lobus anterior beraubten Hunde kommt ein eigentliches Vorwärtsfallen kaum zur Beobachtung, offenbar infolge des vierfüßigen Ganges und der weit kräftigeren Ausbildung des Schultergürtels. Beim Menschen dagegen ist Fallen nach vorn, oft verbunden mit Fallneigung nach einer Seite, bei Wurmläsionen außerordentlich häufig. Es zeigt nun bereits die anatomische Betrachtung, daß die Bedeutung des Lobus anterior, ganz entsprechend der freieren, weitgehend von den Rumpf- und Extremitätenbewegungen losgelösten Kopfhaltung und -bewegung, außerordentlich zugenommen hat, so daß dieser Kleinhirnabschnitt gegenüber den Hunden, aber auch noch über den Affen hinaus, sich beim Menschen wesentlich vergrößert hat. Dagegen ist der Lobus medialis posterior, vor allem im Verhältnis zu den Kleinhirnhemisphären, außerordentlich klein geworden.

Am einfachsten stellt sich die hier obwaltenden Verhältnisse *Bárány* (22) vor, der in jeder Wurmhälfte zwei Tonuszentren für die Rumpfmuskulatur, eines nach der gleichen Seite und vorn, eines nach der gleichen Seite und hinten, annimmt. So würde nach *Bárány* das Ausfallen beider Zentren einer Wurmhälfte Fallen nach der gekrenzten Seite, Ausfallen beider Tonuszentren für hinten und die Seite Fallen nach vorn zur Folge haben. Nach den experimentellen Ergebnissen beim Hunde dürften die Verhältnisse kaum so einfach liegen. Auch beim Menschen ist es zunächst sicher die Kopfhaltung, die die Körperhaltung und Fallneigung nach einer bestimmten Richtung weitgehend zu beeinflussen vermag. Das geht ja auch aus der Aenderung der Fallrichtung beim kalorischen Nystagmus durch Aenderung der Kopfhaltung

mit Sicherheit hervor. Auch bei Kleinhirnkranke n ist die Aenderung resp. die Verstärkung der Fallneigung durch Beugung und Neigung des Kopfes nach bestimmten Richtungen sicherlich für die Lokaldiagnose von größter Bedeutung. Zunächst ist es sowohl nach dem Ergebnis des Tierexperiments als auch nach den menschlich-klinischen Erfahrungen sehr wahrscheinlich, daß Neigung des Kopfes nach vorn, verbunden mit konstanter ausgesprochener Fallneigung nach vorn, für die Diagnose einer Affektion des Lobus anterior zu verwerten ist. Dabei weist Fallneigung nach einer Seite auf das stärkere Befallensein der gleichseitigen Wurmhälfte hin. Dagegen dürfte Fallen nach hinten sowohl bei Affektionen von mehr nach vorn gelegenen Wurmabschnitten mit bestimmten Störungen der Hals- und Nackeninnervation und Kopfstellung nach hinten als auch bei Affektionen des hinteren Wurmabschnitts mit direkter Störung der Rumpfinnervation zustande kommen. Auf diese abnormen Körperhaltungen bei Wurmtumoren, starke Beugung nach vorn bei Tumoren der ventralen Abschnitte, Lordose der Dorsolumbalregion mit nach hinten geneigtem Kopf besonders bei Affektion der nach hinten gelegenen Wurmabschnitte haben vor allem *Stewart* und *Holmes* (23) hingewiesen. Endlich ist aber nicht zu vergessen, daß nach den Ergebnissen des Tierexperiments auch im Gebiet der Kleinhirnhemisphären, vor allem in den phylogenetisch alten Zentren der *Formatio vermicularis* (Tonsille, Flocculus etc.) Zentren für Kopf- und Rumpfinnervation anzunehmen sind. Für die Wurmaffektionen kommt dann die von *Babinski* (24) festgestellte „*Asynergie cérébelleuse*“, die Unfähigkeit, Rumpf und Extremitäten in richtiger Weise gemeinsam zu innervieren, in Betracht, die in ihrer stärksten Ausbildung das Gehvermögen vollkommen aufhebt. Auch hier werden wahrscheinlich genauere Analysen der Störungen, je nachdem die Asynergie sich mehr bei Veränderungen der Kopfeinstellung oder bei reinen Rumpfinnervationen bemerkbar macht, lokalisatorisch zu verwerten sein.

Bei Verdacht auf eine Affektion des vorderen Wurmabschnitts muß in Zukunft auch auf Störungen der Zungen-, Kiefer- und Kehlkopfnnervation besonders geachtet werden. Bisher liegen keine beweisenden Beobachtungen für derartige Innervationsstörungen beim Menschen vor. In dem bekannten Fall *Bonhoeffer* (25), bei dem eine doppelseitige Hemisphärenläsion in der Nähe des Wurms eine Verlangsamung und Erschwerung der Sprache herbeiführte, ist der Kehlkopf nicht geprüft worden. Dürfte beim Menschen auch eine derartige Störung durch die kompensierende Kraft des Großhirns rascher beseitigt werden als beim Tier, so wäre ihre Feststellung im Beginn der cerebellaren Affektion doch von großer diagnostischer Bedeutung. Beiden häufig sehr starken Ataxien der Extremitäten, wie sie auch bei Wurmaffektionen beobachtet werden, ist es nun bemerkenswert, daß die Richtungsablenkungen beim Zeigerversuch (*Bárány*) lediglich bei Hemisphärenläsionen vorzukommen scheinen, ganz entsprechend

dem Tierexperiment, bei dem die Wurmläsionen starke Ataxie der Extremitäten, aber kein Verstellen nach der Seite bewirken.

Im ganzen werden beim Menschen der Erkenntnis der reinen Symptomatologie der Wurmläsionen und damit der genauen Lokalisation der Erscheinungen die bei der geringen Größe des hinteren Wurmabschnitts sehr frühzeitig eintretenden Nachbarschaftssymptome der Hemisphären, die Mitschädigung der Kleinhirnerkerne und die Druckwirkungen auf Pons und Medulla hindernd entgegengetreten. Wohl aber zeigt eine Reihe glücklich operierter Fälle, daß kleinere Wurmexstirpationen ohne schwere Schädigung der Funktion ertragen werden, ja daß selbst größere Exstirpationen erstaunlich schnelle Kompensation der Ausfallerscheinungen zulassen (*F. Krause und Oppenheim* (26, 27)). Es weisen diese Erfahrungen aufs neue darauf hin, daß beim Menschen das Großhirn in weit vollkommenerer und rascherer Weise instande ist, die Kleinhirnstörungen zu kompensieren, als beim Hunde, daß hier vor allem die motorische Funktion in außerordentlich weitgehendem Maße der Kleinhirnpulse zu entbehren vermag.

Zusammenfassung.

Fassen wir zum Schluß noch einmal die über die Funktion der Kleinhirnrinde im Gebiet des Mittellappens auf Grund der Experimente am Hunde gewonnenen Erfahrungen zusammen, so ist es sicher, daß eine funktionelle Differenzierung auch in diesen Kleinhirnabschnitten vorhanden ist, entsprechend der auf vergleichend-anatomischem Boden gewonnenen Annahme *Bolks*. Zunächst bedingt die reine Ausschaltung des Lobus anterior ohne Mitläsion der vorderen Kleinhirnschenkel oder der Kleinhirnerkerne eine ausgesprochene Störung der Nacken- und Halsmuskulatur, anfangs mit Neigung des Kopfes nach hinten zu gehen und hochgradiger Kopfastasie, später mit Tiefhaltung und Schwebeweglichkeit des Kopfes nach den Seiten. Zugleich tritt eine Schwäche der Kiefer- und Zungenmuskulatur und eine eigenartige ataktische Störung der Stimmlippen mit lange Zeit aufgehobener Bellfähigkeit auf. Auch ist eine Ataxie der Rumpfmuskulatur und der Extremitäten mit vorwiegender Beteiligung des Schultergürtes vorhanden. Eine sich in den ersten Wochen entwickelnde Rumpfkrümmung ist eine Folge der abnormen Kopfhaltung. Weitere partielle Exstirpationen im Gebiet des Lobus anterior ergeben, daß die Innervation von Zunge, Kiefer und Kehlkopf lediglich in den ventralen, dem 4. Ventrikel zugewandten Abschnitten der Rinde, vor allem im Lobulus centralis, lokalisiert ist, während die Hals- und Nackeninnervation vorwiegend in den oberen Abschnitten, vor allem im Culmen, vertreten ist. Die Beeinflussung von Rumpf und Extremitäten scheint von dem gesamten Lobus anterior aus stattzufinden.

Reine Ausschaltung der Rinde des Lobus medianus posterior unter möglicher Schonung der Kleinhirnerkerne bedingt eine

Unsicherheit in der Haltung des Kopfes, der anfangs stark nach hinten geht, und eine hochgradige Rumpfmuskelschwäche, die vorwiegend den hinteren Körperabschnitt befällt, verbunden mit Ataxie aller 4 Extremitäten. Doch kommt es verhältnismäßig rasch zu weitgehender Kompensation. Wird nur der vordere Abschnitt des Lobus medianus posterior zerstört, so entwickelt sich ein ausgeprägter Kopftremor, wie ihn *van Ryuberk* zuerst beschrieben hat, während die abnorme Hebung eines Vorderbeins auf Mitläsion der hinteren Abschnitte des Lobus quadrangularis zu beziehen ist. Wird der hintere Abschnitt des Lobus medianus posterior allein zerstört, so kommt es zu ausgesprochener Schwäche und Ataxie des Hinterkörpers, die aber rasch kompensiert wird.

Endlich bedingt Totalzerstörung der Rinde des Mittelteils des Kleinhirns anfangs völlige Aufhebung der Lokomotion, die erst nach einem Monat wieder möglich wird und nicht vollkommen restituiert werden kann, in Verbindung mit hochgradiger Schwäche der Rumpfinnervation und starker Ataxie aller vier Extremitäten, die aber nicht nach den Seiten verstellbar sind. Hierzu kommen die Störungen von Zunge, Kiefer und Kehlkopf und die hochgradige Kopfastasie.

Es findet sich im Mittelteil des Kleinhirns eine Lokalisation, bei der die vorderen Körperabschnitte in den ventralen Rindengebieten, der hintere Rumpfabschnitt vorwiegend in den dorsalen Rindenpartien ihre Vertretung haben. Doch handelt es sich hier nicht um isolierte Extremitäten- oder Rumpflokalisationen, sondern um die Vertretung bestimmter Synergien, die zur Erhaltung des Statotonus von Bedeutung sind. Dabei ist der Schultergürtel vorwiegend in den vorderen Abschnitten, der Beckengürtel in den hinteren Abschnitten des Mittelteils lokalisiert. Für die isolierten Verrichtungen der Extremitäten, losgelöst von der Innervation der Stammuskulatur, kommt ausschließlich die Funktion der Rinde der Kleinhirnhemisphären in Betracht, die daher bis zum Menschen herauf eine immer steigende Ausbildung, parallel mit der Ausbildung der Rinde des Großhirns, erkennen lassen.

Beim Menschen ist die Ausbildung des Mittelteils des Kleinhirns durch die Annahme des aufrechten Ganges und die besondere Ausbildung der Arme zu Greiforganen wesentlich verändert. Vor allem die Zentren für die Hals- und Nackeninnervation dürften bei der aufrechten und freien Kopfhaltung weitgehende Ausbildung erfahren haben. Die Störungen der Rumpf- und Kopfhaltung, die Fallneigung nach bestimmten Richtungen, die Asynergien mit ihren verschiedenen Ausgestaltungen, endlich Störungen im Gebiet der Zunge, Kiefer- und Kehlkopfinnervation werden auch hier weitgehende Lokalisation gestatten, insoweit nicht einerseits die Nachbarschaftssymptome von seiten der Kleinhirnhemisphären, der Kleinhirnerne, von Pons und Medulla, andererseits die kompensierende Kraft der Großhirnrinde die reinen Krankheitsbilder bei Affektionen des Mittelteils der Kleinhirnrinde zu verwischen geeignet sind.

Literatur-Verzeichnis.

1. *L. Bolk*, Das Cerebellum der Säugetiere. 1906. 2. *van Rynberk*, Tentativi di localizzazioni funzionali nel cervello. Arch. di fisiologia. Vol. I u. II. 1904. 3. *G. Vincenzoni*, Arch. ital. de Biologie. T. 49. p. 385. 1908. 4. *G. Pagano*, Arch. ital. de Biologie. T. 43. p. 139. 1905. 5. *J. S. Risien Russell*, Phil. Transact. of the Roy. Soc. of London. Vol. 185. B. p. 819. 1894. 6. *Emerico Luna*, Anat. Anzeiger. Bd. 32. S. 617. 1908. 7. *A. Marzassini*, Arch. ital. de Biol. Bd. 47. p. 135. 1906. 8. *A. Loulié*, Pflügers Arch. Bd. 133. S. 282. 1910. 9. *M. Rothmann*, Demonstration zur Physiologie des Kleinhirnwurms. Neurol. Zentralbl. 1911. S. 168. 10. *R. Magnus* und *A. de Kleijn*, Die Abhängigkeit des Tonus der Extremitätenmuskeln von der Kopfstellung. Pflügers Arch. Bd. 145. S. 455. 11. *Fr. Goltz*, Pflügers Arch. Bd. 3. S. 172. 12. *J. R. Ewald*, Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des N. octavus. Wiesbaden 1892. 13. *J. Katzenstein* und *M. Rothmann*, Beiträge zur Anatomie, Physiologie, Pathologie und Therapie des Ohres etc. Bd. V. S. 380. 1912. 14. *Grabower*, Arch. f. Laryng. u. Rhin. Bd. 26. S. 17. 15. *A. Binnerts*, Over localisatie van functies in het cerebellum. Akad. Proefschrift. Amsterdam 1908. 16. *Max Rothmann*, Zur Kleinhirnlokalisation. Berl. klin. Woch. 1913. No. 8. 17. *L. Luciani*, Das Kleinhirn. Leipzig 1893. S. 34. 18. *André-Thomas*, La fonction cérébelleuse. Paris 1911. p. 101. 19. *M. Rothmann*, Anat. Demonstration zur Kleinhirnphysiologie. Neurol. Zentralbl. 1911. S. 1404. 20. *L. Edinger*, Zur Funktion des Kleinhirns. Dtsch. med. Woch. 1913. No. 14. 21. *R. H. Clarke* und *Sir V. Horsley*, Brain. Bd. 28. p. 13. 1905. 22. *Rob. Bárány*, Lokalisat. in der Rinde der Kleinhirnhemisphären. Dtsch. med. Woch. 1913. No. 14. 23. *T. Grainger Stewart* und *Gordon Holmes*, Brain. Bd. 27. p. 522. 1904. 24. *J. Babinski*, Soc. de Neur. 9. XI. 1899. — Rev. mens. de méd. int. et de therap. Mai 1909. 25. *K. Bonhoeffer*, Monatsschr. f. Psych. u. Neur. Bd. 24. S. 379. 26. *H. Oppenheim*, Berl. klin. Woch. 1912. No. 50. 27. *H. Oppenheim* und *F. Krause*, Berl. klin. Woch. 1913. No. 8.