

Einige Aufgaben der Nerven-anatomie und ihre Behandlung in den letzten 50 Jahren.

Von

Wallenberg-Danzig.

Verehrte Kollegen! Gern bin ich dem ebenso liebenswürdigen wie energischen Rufe gefolgt, an diesem Ehrentage, an diesem Urquell deutscher Nerven- und Seelenkunde, Ihnen von der Anatomie des letzten halben Jahrhunderts zu berichten. Die ungeheure Fülle dessen, was in diesen Jahren geleistet worden — waren doch hier in Baden allein mehr als 100 Vorträge der Anatomie des peripheren und zentralen Nervensystems gewidmet — zwingt mich zur Beschränkung. Ich werde von einigen Theorien und Methoden sprechen, nach denen in dieser Zeit gearbeitet worden ist, und prüfen, wieweit sie imstande gewesen sind, unser Wissen vom Bau des Nervensystems zu fördern.

M. D. u. H.! Das Gründungsjahr der Versammlung fiel gerade in eine Epoche fruchtbarster Arbeit auf allen Gebieten der Anatomie. Phylogenetische und ontogenetische Probleme beschäftigten deutsche und ausländische Forscher, Darwin-Haeckelsche Ideen beeinflussten einen großen Teil der Arbeiten. Der Rindenlokalisationsstreit zwischen Halle, Berlin und Straßburg mußte notgedrungen zur Revision über Bau und Verbindungen des Großhirn-Mantels führen. *Guddens* geniale Methode der sekundären Atrophie hatte ihm und seinen Mitarbeitern ein mächtiges Instrument zur Klärung des Zusammenhanges zwischen den Teilen des Zentralorgans geschaffen. Ich will in Einzelheiten über diese präbadensische Epoche nicht eintreten. Vergessen wir aber nie, was wir den Männern jener Zeit verdanken und daß wir auch heute noch auf dem Fundament weiterbauen, das jene gelegt haben. Ein großer Teil der Fragen, die uns in der Gegenwart bewegen, ist in den Monographien der 60er und 70er Jahre schon in gleicher Richtung behandelt, die Lösung im gleichen Sinne gesucht und zum Teil auch gefunden worden. Wir stellen uns gar nicht vor, was alles schon damals bekannt war, und *Edinger* beklagte immer wieder die sog. Neuentdeckungen, die lediglich Bestätigungen altbekannter Daten sind, die Nichtachtung der Ergebnisse eines *Stilling*, *Gudden*, *Meynert* u. a. Doch so anregend und befruchtend die Ergebnisse und Zusammenfassungen jener Männer

wirken mochten, ihre Lektüre war schwierig, namentlich für den Anfänger, der sich erst einleben wollte in die komplizierte Struktur des zentralen Nervensystems. Es fehlte der Ariadne-Faden, das verknüpfende Band, der zentrale Standpunkt, von dem aus eine vollständige Übersicht über alle Teile, ihre Elemente und ihre Verbindungen möglich war. Hier setzte nun *Edingers* Wirken ein, etwa 10 Jahre nach der Gründung der Badener Versammlung schrieb er seine Vorlesungen nieder, die durch ihre kristallklare Sprache, ihre instruktiven Zeichnungen mit einem Schlage das Verständnis der Anatomie des Nervensystems und damit auch die Grundlage für seine Funktion und die topische Diagnostik seiner Erkrankungen auch denen vermittelte, die sich bis dahin nie mit ihr beschäftigt hatten. Den beispiellosen Erfolg, der auch seinen allen anderen späteren Lehrbüchern und Schriften beschieden war, verdankte er nicht zum wenigsten seiner ausgesprochenen Eigenschaft als „Dichter“ im Sinne *Waldeyers*. Noch in seinen Erinnerungen sagt er: „Ohne den Schimmer der Poesie gedeiht eben auch die Wissenschaft nicht, es erlahmen ihre Flügel, wenn ihr ständig die Bleigewichte der Kritik angehängt werden.“ Es war mir daher schmerzlich genug, wenn ich zuweilen gezwungen war, als „Bibliothekar“ dem Schwunge seiner Gedanken Zügel anzulegen. Nicht minder groß war seine technische Begabung, die ihn bald zur Konstruktion von Hilfsmitteln für die anatomische Forschung führte. Seinen wundervollen Zeichenapparat brachte er hier in der Sitzung von 1891 vor. Hier beschrieb er seine Gelatine-Methode zur Ersparung von Deckgläschen, nachdem *Roller* bereits 1881 Glimmerplatten an deren Stelle angegeben hatte, hier zeigte er 1912 seine Wandtafeln für den Unterricht.

Alle die hohen und heute noch bewundernswerten Leistungen vor der Gründungszeit der Versammlung kamen zustande mit einer Technik, die wir heute als primitiv bezeichnen müssen: Alkohol und Müller als Fixierungsmittel, allenfalls noch *Flemmings* Chromosmium-essigsäure, Carmin und Hämatoxylin als Färbemittel, es waren im wesentlichen die Methoden der Wahl. Zeigte doch *Benedict Stilling* 1880 und 1881 hier in Baden, was mit der heute ganz obsoleten Zerfaserungstechnik erreicht werden konnte. Haben seine 10 Opticuswurzeln auch nicht alle der Kritik standgehalten, so konnte seine lange Zeit angefochtene *Radix Luysiana* des *Tractus opticus* 1910 in Danzig ihre Auferstehung feiern. Was ist auf der anderen Seite mit der so bequemen und bei richtiger Anwendung außerordentlich ertragreichen *Marchi*-Methode an Faserdegenerationen, was mit der *Nissl*-Methode an Zellveränderungen herausgebracht worden, daß sich uns die Haare sträuben: Es ist der Geist, der die Technik beherrschen soll, und nicht umgekehrt! Immerhin hatte sich das Bedürfnis herausgestellt, nach Methoden zu suchen, durch die einzelne Bestandteile des Gewebes von anderen durch den Grad oder durch die Art

ihrer Färbung herausgehoben werden konnten, sei es durch primäre „substantive“ Färbung im Sinne *Spielmeyers* oder durch adjektive Färbung mit Hilfe von Beizen. Mit einer solchen adjektiven Methode gelang es nun *Weigert*, die Markfasern elektiv bis in ihre feinsten Verästelungen hin darzustellen. War es auch schon vorher möglich, mit den alten Carmin-, Eosin- und Hämatoxylin-Methoden markhaltige von marklosen Fasern zu unterscheiden — ich erinnere nur an *Flechsigs* Abgrenzung zahlreicher spinaler Fasersysteme auf Grund der Markscheidenentwicklung — so schuf doch erst *Weigerts* geniale Färbung die Möglichkeit, dieser Entwicklung und Differenzierung überall, in den Zentralorganen, im peripheren Nervensystem bei Vertebraten und Evertrebraten in allen Stadien der Ontogenese nachzugehen. Die Badener Versammlung hatte den Vorzug, bereits vor der Veröffentlichung der Methode *Weigert*-Präparate durch *Tuszek* im Jahre 1884 zu sehen. Sie kennen den totalen Umschwung der Erforschung der normalen und pathologischen Anatomie im Gefolge der *Weigert*-Färbung, und ich will hier nur daran erinnern, daß sie besonders in *Palscher* Modifikation Negative der wahren Gewebefärbung herstellt, dadurch direkte Kopien ermöglicht und Photographieren überflüssig macht. Sie wissen, daß *Weigerts* Originalmethode weitgehend durch ihn selbst — 1891 hier demonstriert —, ferner durch *Pal*, *Kuschitzki*, *Wolter* u. a., vor allem aber durch *Spielmeyers* Gefrierschnittverfahren ausgebildet und verbessert worden ist. *Weigert* hat hier in Baden auch seine elektive Glia-Methode vorgeführt, die nur Gliafasern und Zellkerne färbt. In seinem Nachruf betont *Edinger* 1905 hier in Baden auch *Weigerts* Verdienste um die Entdeckung, Ausarbeitung und Sicherung von Methoden, die es uns ermöglichen, gut zu härten, sicher zu schneiden, große Schnitte serienweise zu behandeln, auf dem Objektträger bequem zu färben und Deckgläser zu sparen. Von anderen technischen Einzelheiten, die hier vorgeführt wurden, sei nur an *Goldmanns* Hirnrindenätzung mit Chromsäure oder Formalin 1904 und *Schreiber-Wenglers* Scharlachölinjektionen in die Retina 1908 erinnert, ferner an *Bethe's* färberische Differenzierung verschiedener Faserzüge mit neutraler Toluidinblaulösung. Zur Verfolgung von Markfasern, die durch Abtrennung von ihrer Ursprungszelle der Wallerschen Degeneration anheimfielen, konnte auf die Dauer das bloße Vacuum in *Weigertschen* Präparaten nicht genügen. Man wollte Positives sehen. Da gelang es im Anfang der 90er Jahre *Marchi-Alligheri*, durch Chromosmium-Gemische die Lipoid zerfallener Nervenscheiden schwarz zu färben und durch *Münzer* und *Singer* wurde diese herrliche Eigenschaft für das Studium der Faseranatomie nutzbar gemacht. Es gelingt jetzt mit Leichtigkeit, wenn man die von *Spielmeyer* in Baden 1903 angegebenen Fehlerquellen vermeidet, degenerierte Markfasern bis zu ihren letzten Verzweigungen, ja bis zu perizellulären Netzen oder

Geflechten zu verfolgen. Wie sollte man aber die zu den degenerierten Fasern zugehörigen Zellen finden? Uns diese notwendige Ergänzung des Marchi-Bildes zu schenken, war dem Genie *Nissls* vorbehalten. Seine Methode einer Seifenanilinfärbung hatte im Jahre 1893 zum ersten Male den Schleier vom Antlitz der Ganglienzellen gelüftet, und in deren Innern eine Struktur von einer Mannigfaltigkeit der Form, von einer Architektur bis in die feinsten Dendriten hin zutage gefördert, wie wir sie früher nie auch nur ahnen konnten, wenn auch *Flemming* mit seiner Chromosmium-Methode viele Einzelheiten in Kern und Plasma, namentlich auch Fibrillen gefunden hatte. Und nun zeigte *Nissl* uns hier in Baden 1894, daß jede Aufhebung der Verbindung der Nervenzellen mit ihrem Endorgan, ob Muskel- oder Sinnesepithelzellen, bei erwachsenen und halberwachsenen Tieren in den Nervenzellen eine rückläufige Veränderung hervorruft, daß auch nach Läsionen in den Zentralorganen diese regressive Veränderung nicht über das zunächst gelegene Zentrum hinausgreift, daß diese Veränderung verschieden verläuft, je nach dem Nervenzellentyp, und endlich in Bestätigung *Weigertscher* Resultate, daß mit der regressiven traumatischen oder toxischen Veränderung die Gliazellen der Umgebung eine progressive Alteration erfahren, gleichgültig, wie die Noxe beschaffen ist. Damit war die *Guddensche* Methode, die nur Massenatrophien herstellen konnte, weit überboten, und die erste und einzige Methode geschaffen, die imstande ist, für jeden einzelnen Muskel und für jeden Faserstrang die zugehörigen Ursprungszellen aufzudecken. Durch Marchi-Degeneration der abgetrennten Fasern und durch Nissl-Degeneration der Ursprungszellen konnten fortan kürzere und längere Bahnen nebst ihrem Zentrum festgelegt werden. Von dieser Gelegenheit ist denn auch bis auf die Gegenwart reichlich Gebrauch gemacht worden. Die früher hier fast alljährlich von *Kohnstamm* und seinen Schülern vorgetragenen wertvollen Ergebnisse beruhten alle auf der Anwendung dieser kombinierten Technik. Leider fehlt es immer noch an einer zuverlässigen Methode zur Darstellung degenerierter *markloser* Fasern.

Lange vor der Einführung der Nissl-Färbung wurde lebhaft die Frage diskutiert: wie verhalten sich die einzelnen Bestandteile des Nervensystems zueinander und wie sind sie verbunden? Das *Gerlach-sche* Netz und *Tuczeks* „Bierfilz der grauen Substanz“ verhinderten jede Einsicht, und noch in den 80er Jahren konnte *Nansen* die Theorie aufstellen, daß die Ganglienzellen vorwiegend der Ernährung der Leitungsbahnen dienen, indem sie mit ihren Dendriten an den Blutgefäßen haften und die ernährende Flüssigkeit ansaugen. Da trat *Golgi* mit seiner Chromsilberfärbung auf, die zwar nur wenige Nerveneinheiten im Gesichtsfeld zur Darstellung brachte, diese aber vollständig von der Ursprungszelle bis zu den feinsten Verzweigungen. Zellkörper und Fortsätze trugen eine schwarze Maske, hinter der die eigentliche Struktur

verborgen blieb. *Ramón y Cajal*, der die Methode weiter entwickelte, sah zwischen Endaufsplitterung der Fortsätze einer Zelle und benachbarten Zellkörpern nur lose Kontakte und schloß daraus: Zwischen den einzelnen Elementen des Nervensystems besteht keine Kontinuität, wie man sie bis dahin angenommen hatte, sondern lediglich eine Kontinuität. Daraus ergab sich denn naturgemäß die Theorie von der Selbstständigkeit dieser Elementargebilde der Zellen mit Dendriten und Nervenfortsatz, und *Waldeyer* gab diesen Einzelwesen den Namen Neuronen. Jahrelang blieb die Neuronentheorie unangetastet, obgleich schon von Beginn an *Golgi* energisch gegen die Kontaktlehre *Cajals* zu Felde zog und behauptete, *Cajal* sei durch eine fehlerhafte Beobachtung an den Korbzellen der Kleinhirnrinde zu diesem Schluß gekommen. Der Auffassung *Cajals* folgten die Nerven-anatomen nahezu in allen Ländern. War doch der Gedanke selbständiger, getrennter Elemente des Nervensystems schon lange vorher auf dem Wege, da nur auf diese Weise die Differenz zentraler und peripherer Lähmungen eine befriedigende Erklärung fand. Überall wurde von diesem Standpunkte aus, dem sich auch die entwicklungsgeschichtlichen Ergebnisse von *W. His* wundervoll anpaßten, gearbeitet, um das Gehirn der Menschen, der Säuger und der niederen Vertebraten mit der Silbermethode durchgearbeitet, für die übrigens *Liesegang* bei *Edinger* die physikalischen Bedingungen klärte. Aber schon 1896 bewölkte sich der Himmel des Neurons. Mit eisernen Krallen der *Held-Semi Meyerschen* Zellen wurden die Trapezellen umfassen, und wenn es auch nur eine Concreescenz war, so stimmte der Befund nicht mehr zur ursprünglichen Annahme einer Distanz zwischen Neuritenende und Nachbarzelle. Da nahte das Verhängnis. *Apáthy* sah bei Blutegeln und anderen Evertrebraten Neurofibrillen, die eigenen Nervenzellen entstammten, mehrere Ganglienzellen kontinuierlich durchquerten, es folgte *Bethe* mit seinen Methylenblau, Molybdänmethoden, mit seinen Krebsversuchen, die zeigten, daß der kernführende Teil der Ganglienzelle nicht notwendig zur Erhaltung der Reaktionsfähigkeit ist und mit seinen Vertebratenfibrillen. Aus pericellulären *Held-Auerbachschen* Endfüßen, aus *Golgi*- und *Betheschen* pericellulären Netzen und Gitterndrängen Fibrillen in den Zellkörper ein und verbanden sich mit dem intracellulären Fibrillenwerk — kurz, das Neuronendrama hatte begonnen. Sie kennen die einzelnen Akte. Sie wissen, wie nacheinander trotz *Edingerscher* Vermittlung die anatomische, entwicklungsgeschichtliche, biologische, die funktionelle und die pathologische Einheit mehr oder weniger in Frage gestellt wurde, wie auch die unicelluläre Genese der Nerven-faser aus der Ganglienzelle, von *His* besonders betont, einer pluricellulären, aus *Schwannschen* Zellen im Sinne von *Beard*, *Balfour*, *Dohrn*, *Kupffer* u. a. weichen sollte. Wie *Bethe* vom Neuronbegriff nichts übrig ließ wie die syncytiale Einheit. An Stelle der vom Willen gelenkten

Neurogliazelle, die bei ihrer Kontraktion den Bewußtseinskontakt zwischen den Neuronen auslöste und ihn bei ihrer schlafbringenden Diastole unterbrach, trat *Bethes* „Spiel der Reize im Fibrillengitter“. Die Hauptkämpfen gegen die Neuronenlehre *Bethe* und *Nissl* haben wiederholt hier in Baden ihre durch feinste Versuchsanordnung und unerbittliche Logik geschärften Waffen geschwungen, nachdrücklich bekämpft durch *Hoche*, *Edinger*, *Kohnstamm*, *Laquer*. Es ist Ihnen allen bekannt, eine wie eminent praktische Rolle die Frage der Nervenregeneration während der Kriegszeit gespielt hat: Gibt es eine Autoregeneration mit Hilfe der Schwannschen Zellen oder ist stets der Einfluß der zentralen Zelle nötig, damit eine wahre Regeneration zustande kommt? Sie erinnern sich der Diskussion, die 1917 hier zwischen *Edinger*, *Bethe* und *Spielmeyer* über diese Frage stattgefunden hat. Im übrigen sei daran erinnert, daß bereits 1893 *Ströbe* hier in Baden die Regenerations- und Degenerationsfrage behandelte, und es standen sich genau die gleichen Ansichten gegenüber wie 1917. *Ströbe* war schon damals der Ansicht, daß die Regeneration nur durch Auswachsen des alten Achsenzylinders erfolgt und daß die Schwannschen Zellen lediglich als Leitbahn dienen. Die Untersuchungen *Kolmers* haben auch jetzt noch die Lehre vom freien Auswachsen des Achsenzylinders bekräftigt, wie sie uns schon durch *His* und *Harrison* gegeben war. *Edinger* nahm 1917 den vermittelnden Standpunkt ein: Neue Nerven entstehen dadurch, daß aus den Ganglienzellen auswachsende Fibrillen im Zellmaterial des peripheren Stumpfes die Elemente finden, auf deren Kosten sie sich weiter verlängern können. Vermittelnd wirkten auch *Held* u. a. durch die Annahme einer von *Hensen* und *Gegenbaur* aufgestellten Theorie von der Entwicklung der Nerven auf der vorgeschriebenen Bahn einer von Anfang an vorhandenen plasmatischen Verbindung zwischen Ursprungszelle und Peripherie. *Doinikoffs* und *Bielschowskis* schöne Arbeiten über Degeneration und Regeneration peripherer Nerven im Verein mit den Resultaten der *Cajalschen* Schule zeigten dann die innige Verbindung degenerierender und regenerierender Prozesse und brachten uns wieder die Parole: „*Stirb und werde!*“ in Erinnerung.

Wie man aber auch zur Neuronenfrage stehen mochte, das eine mußten auch ihre schärfsten Gegner, das mußten auch *Nissl* und *Bethe* zugeben: sie hat sich als Arbeitshypothese glänzend bewährt, und aus dem Kampf um das Neuron sehen wir das Reich der feineren Strukturen des Nervensystems in neuem Gewande hervorgehen. Dank den Färbemethoden von *Nissl*, den Fibrillendarstellungen des Baden-Badeners *Becker*, von *Fajerstayn*, *Cajal* und seinen Mitarbeitern, *Bielschowski*, *Bethe*, *Held*, *Holmgren* und vielen anderen gelang es, innerhalb und außerhalb der Ganglienzelle eine geradezu stupende Fülle von strukturellen Einzelheiten darzustellen und nachzuweisen, daß auch mesodermale und glöse

Elemente in das Gefüge der Ganglienzelle eingehen können. Hier in Baden sprach *Wittkowski* 1882 über Nuclein und nucleinähnliche Substanzen in Kern und Zellplasma. *Nissl* über die biologische Bedeutung seiner Schollen, *Becker*, wohl dem ersten Fibrillendarsteller nächst *Flemming*, verdanken wir auch sehr brauchbare Methoden zur elektiven Färbung anderer Bestandteile der Ganglienzelle. *Leopold Auerbach* berichtete 1907 über das Wesen der Fibrillen, ihre Entstehung aus ursprünglich homogener kolloidaler Masse und ihre totale Unbrauchbarkeit zu physiologischer Leitung. Zur Gliafrage sprach außer *Weigert* noch besonders *Nissl*, damals ganz in *Weigerts* Sinne, *Becker* 1907 über das Verhältnis der Glia zum peripheren Nerven und über die gliöse Natur der Schwannschen Zellen, *Oppenheim* zeigte 1908 protoplasmatische Gliastrukturen, d. h. synzytiale Netze bildende Glia ohne abhängige Fasern, *Spielmeyer* demonstrierte 1906 Präparate, die *Helds* Angaben über den Bau und die Ontogenese der Neuroglia auch unter pathologischen Verhältnissen bestätigten. Außerdem sprach noch *De Montet* 1905 über Wanderungen lipoider Substanzen im Zentralnervensystem und *Goldmann* wies bereits 1912 an dieser Stelle nach, daß der Plexus choroideus nicht nur ein Sekretionsorgan, sondern ein Arretierungsorgan für schädliche Stoffe des Blutes, gegenüber dem Zentralnervensystem, ein Schutzorgan für das letztere ist — eine Feststellung, die sich in der Salvarsanära glänzend bewährt hat.

In den letzten Jahren haben sich unsere Vorstellungen von der Zellenlehre von Grund aus geändert. Unsere Annahme von spezifisch und örtlich gesonderten Zellkategorien, von Bindegewebsmuskel, Nerven- und Ganglienzellen kann nach *Boeke* in ihrer alten Form nicht mehr aufrecht erhalten werden. War schon in der ersten Zeit des Neuronenstreites das Eindringen von Neurofibrillen von einer Ganglienzelle in eine andere, die Beteiligung der Neuroglia an dem Aufbau der peritterminalen Netze und der *Holmgrenschens* Trophospongien nicht von der Hand zu weisen, konnte *Boeke* schon vor langen Jahren hier einen Übergang ultraterminaler Fibrillen in das Protoplasma der Muskelfasern darlegen, so bleibt nach den neueren Untersuchungen von *Boeke* und *Heringa* wohl kein Zweifel mehr übrig, daß ein inniger Zusammenhang zwischen den Nervenendverästelungen und dem Stroma der Hornhautkörperchen existiert, also eine Kontinuität von Nervenfasern und Bindegewebelementen, wie sie vor fast 50 Jahren bereits von *Kühne* und *Kohnheim* behauptet, von allen Nachuntersuchern aber geleugnet wurden. Auch für die quergestreifte und glatte Muskelfaser, an deren Aufbau Bindegewebe und Muskelgewebe beteiligt ist, zeigte *Boeke*, daß wir nicht mehr festhalten können an dem Nebeneinander von in sich abgeschlossenen Einzelzellen, sondern daß stets ein Syncytium vorhanden ist, daß wir eine höhere funktionelle Einheit annehmen müssen, die nach *Boeke* im

Rahmen der Cellulartheorie keinen Platz hat. Betrachten wir die kaum noch übersichtbare Fülle struktureller Einzelheiten, die sich uns mit dem neuen Methoden enthüllten, so wird es uns schwer, daran zu glauben, daß es eben nur tote Zellen sind, die diesen Reichtum an Einzelheiten bieten, der in Zahl sich jährlich vermehrt, daß wir nur Äquivalentbilder im Sinne von *Nissl* darstellen können. Die Untersuchungen der letzten Jahre haben ergeben, daß weder Nissl-Körper noch Fibrillen in der lebenden Zelle nachweisbar sind. Trotz der Konstanz der Form, der Größe und Lage, der physiologischen und pathologischen Veränderungen müssten wir uns diesen neuen Erkenntnissen anpassen, falls sie sich bestätigen. Bleibt doch die Ganglienzelle auch jetzt noch für uns ein komplizierter Organismus, wenn wir bedenken, was sie unter Umständen zu leisten hat. Denken Sie an die Purkinje-Zelle, an die Mauthner-Zelle in der Oblongata der Knochenfische, die mit ihrer dicken Faser den feinen Mechanismus der Schwanzbewegung reguliert. Denken Sie an die Müllerschen Zellen der Cyclostomen, an das von *Goldschmidt* untersuchte Nervensystem der Askariden, mit ihrer ganz konstanten Ganglienzellzahl, von denen eine jede ihre bestimmte Gestalt, ihre bestimmte Lage und ihre in Form, Länge und Richtung konstanten Ausläufer hat. Läßt sich angesichts dieser Tatsachen die lange Zeit von *Kronthal* vertretene Ansicht aufrecht erhalten, die Ganglienzellen seien nur Fibrillenbündel, um die sich eine kleinere oder größere Zahl von Leukocyten aus den Gefäßen der Zentralorgane gruppiert?

M. D. u. H.! Wir sahen die Neuronenlehre als Pfadfinderin auf dem Weg zur Erkenntnis der Elemente, die das Nervensystem zusammensetzen. Viel größer und nachhaltiger aber ist der Einfluß zu bewerten, den sie auf das Studium der einzelnen Abschnitte der Zentralorgane und ihrer Verbindungen ausgeübt hat und immer noch ausübt. Die Begrenzung des Machtbereiches des einzelnen Neurons ließ alle Teile sich aufbauen aus einer Kette voneinander unabhängiger Einheiten und trug auf diese Weise außerordentlich zum Verständnis auch der kompliziertesten Gebilde bei. Ihnen wird das kristallklare Schema der Sinnesleitungen in Erinnerung sein, das uns vor fast 30 Jahren *Jelgersma* geschenkt hat. Es bedurfte nur noch der feineren Analyse aller dieser einzelnen Bestandteile. Die Neuromerie der Entwicklungsgeschichte, die Wirbeltheorie des Kopfes, die Anneliden-Abstammungslehre der vergleichenden Anatomie, sie alle gaben der segmentalen Teilung des Zentralorgans eine willkommene Stütze, und so hat auch *Edinger* die einzelnen Abschnitte des Nervensystems als mehr weniger isolierbare Individuen betrachtet, die unter sich und mit dem Endhirn verbunden sind, aber auch nach ihrer Abtrennung unter Umständen selbständig zu funktionieren vermögen. Jedes Segment setzt sich zusammen aus zu- und abführenden peripherischen Bahnen, aus dem

Eigenapparat und aus den Verbindungen mit anderen Segmenten. Es begann nun eine lange Periode eifrigster Tätigkeit, die der Analyse aller dieser Strukturelemente der einzelnen Abschnitte und ihrer Verbindungen gewidmet war und die auch heute noch andauert.

Eine wesentliche Stütze fand *Edinger* bei seinen Untersuchungen in der vergleichenden Anatomie, und es sei auch mir gestattet, an dieser Stelle der festen Überzeugung Ausdruck zu geben, daß ohne vergleichende Anatomie nicht eine der mannigfachen Aufgaben gelöst werden könnte, die uns das Studium des menschlichen Zentralorgans aufgibt. *Edingers* Motto ist Ihnen bekannt: „Es gibt eine Anzahl anatomischer Anordnungen, die bei allen Wirbeltieren in gleicher Weise vorhanden sind, es gilt nur immer dasjenige Tier oder diejenige Entwicklungsstufe irgendeines Tieres ausfindig zu machen, bei dem dieser oder jener Mechanismus so einfach zutage tritt, daß er voll verstanden werden kann. Das Auffinden solcher Linien des Hirnbaues aber scheint die nächstliegende und wichtigste Aufgabe der Hirnanatomie zu sein.“ Damit harmonisiert in schönster Weise das Wort, was uns immer wieder aus dem Munde meines hochverehrten Lehrers *Gegenbaur* bei der Betrachtung der ungeheuren Mannigfaltigkeit der tierischen Organismen entgegenschallte: „Meine Herren, es ist nichts Besonderes.“ *Edinger* unterschied, wie Sie wissen, im Aufbau eines jeden Abschnittes des Zentralorganes einen in der ganzen Vertebratenreihe im wesentlichen gleichbleibenden, paläencephalen oder palingenetischen Faktor und eine von der variablen Einwirkung des Neuhirns abhängige neencephale Komponente, die dem ersten ihr spezielles Gepräge aufzudrücken vermag.

Der einzige Anteil des Nervensystems, der sich scheinbar nicht restlos dem segmentalen Schema anpassen wollte, war der Sympathicus. Untersuchungen seiner Zellen, seiner Ganglien, seiner Fasern hatten schon längst stattgefunden und die marklose Remak-Faser war zum Urtyp des sympathischen Leitungsweges geworden. Aber erst seit *Langley* auf Grund der Untersuchung nikotinvergifteter Tiere die Begriffe der präganglionären und postganglionären Fasern und Ursprungszellen geprägt hatte, konnten systematische Forschungen einsetzen. Über die Ontogenese des Sympathicus gingen und gehen die Ansichten weit auseinander. Während *Remak*, *Götte* und *Camus* einen mesodermalen Ursprung annehmen, glaubten *Held*, *Eric Müller*, *Ingvar* u. a., daß er lediglich aus der Spinalganglien-Anlage hervorgeht, *Marcus*, *Kunz* und seine Schüler dagegen lassen die Anlagezellen der Sympathicusstränge aus der Neuralleiste und aus dem Neuralrohr auswandern, während die Sympathicusgeflechte der Darmwände ebenso wie der Vagus dem Hinterhirn und den Vagusganglien entstammen. Einen großen Schritt vorwärts brachte uns dann die Einteilung des autonomen Systems in einen parasympathischen kranio-sakralen Anteil und einen

thorakolumbalen, dem allein der Name Sympathicus geblieben ist. Mit der Aufdeckung der intermediären Zone im Rückenmark als motorisches Spinalzentrum, dem sich paramediale Zellgruppen anschließen, der autonomen Zwischenhirnzentren, der allerdings noch nicht hypothesenfreien corticalen Zone an der Medialfläche der Großhirnhemisphären schien sich die Beweiskette zu schließen, durch die das vegetabile Nervensystem als gleichberechtigt dem animalischen sich anreihen durfte. Die Struktur autonomer Zellen und autonomer Mechanismen hatte schon vor mehr als 30 Jahren eine Reihe von Untersuchern gefunden, ich nenne hier nur *Cajal*, *Dogiel*, *Michailoff*, dann setzten die außerordentlich umfassenden und ergebnisreichen Studien *Müllers* ein. Er wußte mit seinen Mitarbeitern *Dahl*, *Greving*, *Glaser* u. a. ein einheitliches Gebäude zusammenzusetzen, das dann in zahllosen Publikationen aus den Laboratorien fast aller Herren Länder weiter ausgebaut werden konnte. Hier in Baden beschrieb *Waldeyer* bereits 1882 den Eintritt markloser sympathischer Fasern in die Muskelendplatten. Hier zeigte *Greving* seine herrlichen Zellbilder aus dem Ganglion cervicale supremum, aus dem Ganglion coeliacum und von intramuralen Ganglienzellen des Oesophagus, hier sprach *Müller* über die Innervation der Harnblase und anderer visceraler Automatismen.

In den Spinalganglien, die in den letzten 50 Jahren den Tummelplatz zahlloser Untersuchungen gebildet haben, konnte *Dogiel* mit *Cox*, *Dana*, *Lugaro*, *Cassierer* u. a. von den eigentlichen Spinalganglienzellen Elemente abtrennen, die den Bautyp sympathischer Zellen zeigten, und *Levi* fand Oberflächenvergrößerungen der Zelleiber, deren Zahl und Umfang mit der Größe der Tiere zunahm.

Unsere Kenntnis von dem Bau des Rückenmarkes ist während der letzten 50 Jahre so weit gefördert worden, daß heute wohl ein gewisser Abschluß angenommen werden kann. Ich will auf Einzelheiten, wie die Entdeckung der *Lissauerschen* Zone, des *Helweg-Bechterewschen* Bündels nicht eingehen. Daß die Hinterstränge im wesentlichen eine Fortsetzung der Hinterwurzeln sind und daß in ihnen eine Reihe von Strängen durch verschiedene Markreifung unterschieden werden können, das hat *Flechsig* schon lange vor dem Bekanntwerden der Weigert-Färbung gefunden. Das gilt nach *Bechterew* auch von fast allen anderen, später wieder neu entdeckten Fasersystemen. Das Verdienst, ein absteigendes Hinterstrangbündel zuerst nachgewiesen zu haben, gebührt *Friedrich Schultze*, der schon 1882 an dieser Stelle über sein Komma berichten konnte. Diesem folgten dann *Flechsig's* Ovalefeld, *Obersteiners* dorsomediales Sakralbündel, das ventrale Hinterstrangsfeld, *Hoches* dorsalperipheres Bündel mit seinem merkwürdig komplizierten und langen Verlauf, *Marburgs* dorsolateral absteigende Hinterstrangfasern. Die Topographie der Dorsalwurzeln begann im wesentlichen auch erst,

seit *Schultze* 1882 hier zeigte, daß die dem Ischiadicus dienenden Sakralfasern nur den dorsalen Abschnitt der *Goll*schen Stränge einnehmen. Die *Marchi*-Degeneration einzelner Wurzeln und ihre relative Lage in den verschiedenen Höhen folgt dem Gesetz von der exzentrischen Lage längster Bahnen, an dessen Urheberschaft sich *Schiefferdecker*, *Hoche*, *Münzer*, *Kahler*, *Sherrington*, *Auerbach* und *Flatau* beteiligt haben. Sein Machtbereich erstreckt sich auch auf alle anderen Bahnen, deren Ursprungsfasern aus verschiedenen Höhen einer grauen Längssäule stammen. Es gilt daher auch für die spinothalamischen und spinotectalen Bündel ebenso wie für die sekundäre Quintusbahn, die aus der frontalen Fortsetzung des Hinterhornes entspringt. *Hoche* konnte hier in Baden eine direkte Fortsetzung von Hinterstrangfasern zur medialen Schleife, *Bumke* eine solche zum Kleinhirn zeigen. Daß im Bereiche des *Gowers*schen anterolateralen Bündels sekundäre Leitungsbahnen aus dem gekreuzten Hinterhorn verlaufen, hatte bereits *Friedrich Schultze* 1882 vermutet, aber erst durch *Edingers* und *Schaffers* Untersuchungen an Reptilien wurde der Tractus spino-tectalis und spino-thalamicus in Ursprung, Verlauf und Endigung sichergestellt. Dem Vorderhorn, seinen Zellen und Wurzeln waren zahllose Arbeiten in der Berichtszeit gewidmet. *Hoche* sprach 1891 in Baden zum ersten Male über Ganglienzellen an der Austrittszelle vorderer Wurzeln im menschlichen Lumbo-sakralmark, die große Ähnlichkeit mit Spinalganglienzellen besaßen. Seit *Allen* in allen motorischen Hirnnervenwurzeln solche Ganglienzellen gefunden hat, kann wohl kein Zweifel darüber bestehen, daß es sich um Ursprungszellen proprioceptiver Fasern handelt.

Seit der Einführung der *Nissl*-Methode wurde die Chromatolyse gewisser Vorderhornzellgruppen nach Durchschneidung motorischer Nerven und nach Muskelläsionen ein bequemes Mittel zur Feststellung spinaler Muskelzentren, innerhalb des Vorderhorns. Als einem der ersten gelang es *Kohnstamm* schon 1898, auf diese Weise mit *Sano* den Phrenicusursprung in die zentrale Vorderhorngruppe des 4. und 5. Cervicalsegmentes zu verlegen. Die überaus zahlreichen Arbeiten der folgenden Jahre führten zunächst dazu, für einzelne Muskeln oder Muskelgruppen bestimmte Zellgruppen verantwortlich zu machen. Des Tractus intermediolateralis, dem sich eine parazentrale Zellgruppe angliedert als Innervationszentrum präganglionärer motorischer Sympathicusfasern ist bereits gedacht worden. Über den Eigenapparat des sakral-autonom eingestellten Conus terminalis hat uns hier in Baden 1897 *L. Müller* und 1914 *Gierlich* unterrichtet. In den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts waren die Autoren sich nicht einig über das, was eigentlich nun von den Vorderhornzellgruppen innerviert wurde. Während *Brissaud* glaubte, daß die Spinalnervenerne nach Gliedmaßensegmenten angeordnet seien, nahm *Sano* einzelne Muskelzentren an, *Marinesco* Zentren für Muskelnerven oder assoziierte

Muskelgruppen, ähnlich *Parhon-Goldstein* und *von Knappe* eine Gruppierung nach größeren funktionellen Gesichtspunkten. *Dejerine* und *Rynberk* nach Wurzeln, *van Gehuchten* und *de Buk* nach Segmenten. Da war die Feststellung *Wichmanns* von großem Wert, daß jeder Muskel von mehreren spinalen Segmenten innerviert wurde und daß umgekehrt jedes Segment eine ganze Anzahl von Muskeln versorgt. *Agduhr* konnte später den Nachweis einer plurisegmentalen Innervation sogar für einzelne quergestreifte Muskelfasern führen. *Lapinsky* wiederum trat unter dem Aufgebot eines überwältigenden Materials dafür ein, daß die Zellgruppen im Vorderhorn die Grundlage bilden für das Zustandekommen komplizierter Reflexbewegungen, an denen Muskeln aus verschiedenen Abschnitten der Extremität beteiligt sind. Die Willensimpulse finden also im Rückenmark bereits einen fertigen Synergismus vor. Später hat *Lapinsky* dann diesen Gedanken noch weiter verfolgt und kam zu dem für unsere Auffassung der spinalen Innervation grundlegenden Ergebnis: Die Verrichtung bestimmter Funktionen bleibt nicht mehr das Geschäft eines Metamers, sondern durchbricht sozusagen dessen Grenzen und wird von Muskelkomplexen versehen, deren Bestand um so komplizierter ist, je höher die Vollkommenheit des betreffenden Typs ist.

M. D. u. H.! Die Oblongata ist in den letzten 50 Jahren der Tummelplatz ontogenetischer und phylogenetischer Theorien gewesen. Ihr Werdegang ist unauflöslich verbunden mit der Kopfbildung. Die von *Göthe* und *Oken* inaugurierte, von *Gegenbaur* und *Fürbringer* weiter ausgebauten Wirbeltheorie des Schädels und die Annahme segmentaler Teilung des Urhirns wurde durch *Froriep* und seine Nachfolger, vor allem auch durch *Veit*, ersetzt durch die Vorstellung eines selbständig mit den Kopfsinnesorganen und Kiementaschen entstandenen Rostralendes des Körpers, das sich unter Zerstörung von Somiten und Nerven des vordersten Rumpfteils mit Chorda dorsalis- und Somitenresten zum Urkopf vereinigt. Eigene Wachstumszentren für Kopf und Rumpf, Verschiebung der ursprünglich auf das Schwanzende beschränkten Myomerie, die *Veit* an Stelle der Metamerie des Wirbeltierkörpers setzt, bis zur Kopfgrenze, Ableitung der allgemein somatisch-sensiblen und visceral-sensiblen Ganglien aus den Neuralleisten, die das Frontalende des Nervenrohrs begleiten, während die am Kopfe neu erworbenen spezifischen Sinnesorgane ihre Ganglien inklusive der Körpersensibilität des Rostralpoles aus besonderen dorsolateralen und epibranchialen Plakoden hervorgehen lassen. In dem Kampf zwischen Neuralleisten und Plakoden, an der Grenze der Anlagen von Rumpf und Kopf, siegen frontal die Plakoden, caudal die Neuralleisten, und den Schauplatz dieses Kampfes bildet die Oblongata. Hier in Baden hat *Wiedersheim* bereits 1881 vergleichend anatomische Fragen der Oblongata be-

handelt, die der Genese des Acusticus, den Variationen des Hirnbaues bei einer und derselben Tierspezies und der Beteiligung des Vagus an der Innervation der oberen Extremität bei *Protopterus* gewidmet waren. Er zeigte damals auch ventrale und dorsale Olfactoriuswurzeln bei Anuren, 1886 brachte er eine Darstellung der Kopfnervenentwicklung nach *Blaue*, *Beard* und *Froriep*, der Plakodenbildung dorsaler Hirnnerven, der Hypothese *Beards* von Urkiemenspalten im Bereiche des Olfactorius, Ciliaris, Trigeminus, Octavus und von einem diffusen Hautsinn als Ursprung des Geruchs, Geschmacks und Gehörs. Über *Edingers* grundlegende vergleichend anatomische Arbeiten zur Klärung der Oblongatastruktur brauche ich in diesem Kreise nicht Stellung zu nehmen. Sie wissen, was er für das Verständnis der Hirnnervenwurzelkerne und deren Verbindungen geleistet hat, daß die Festlegung des Ursprunges der medialen Schleife aus den Hinterstrangkernen, die Aufstellung des Begriffes des seitlichen Wurzelfeldes, der cerebello-nuclearen Faserung, des Eigenapparates der Oblongata unsere Kenntnisse mächtig gefördert haben. Ihm verdanken wir aber auch wertvolle Beiträge zur Anatomie der *menschlichen* Hirnnervenkerne. So hat er hier in Baden 1885 zuerst über seinen mit *Westphal* gleichzeitig gefundenen kleinzelligen Oculomotoriuskern und dessen Verhältnis zu *Guddens* dorsalem Oculomotoriuskern, ferner über Verbindung der Oculomotorius- und Trochleariskerne mit dem tiefen Mark der vorderen vier Hügel und über Kreuzung der Trochlearisfasern berichtet. Hier gab er auch Beschreibungen der Acusticuskerne und der direkten sensorischen Kleinhirnbahn 1886. *Stilling* sprach 1883 über ungekreuzte Trochleariswurzeln. Über die Lage des Trochleariskerns und sein Verhältnis zu dem ihm anliegenden Kern berichtete *Kausch* 1894 und *Siemerling* gab 1896 eine eingehende Schilderung der Oculomotorius- und Trochleariskerne, des gekreuzten und ungekreuzten Verlaufes ihrer Fasern und der Kerne im zentralen Höhlengrau. 1922 berichtete *Bartels* hier über Augenmuskeln und deren Kerne beim Uhu. Wegen der totalen Fixation des Bulbus oculi können sie bei diesem Tier ihre Funktion als Organe der Augenbewegung unmöglich ausüben. Im Anschluß an diese Tatsache sei es mir gestattet, daran zu erinnern, daß *Marinas* Transplantationsversuche an den Augenmuskeln von Affen und eigene Erfahrungen an einem einäugigen Forellenembryo lehren: Es kann eine vollkommene Änderung der Muskelfunktion zustande kommen, ohne daß der motorische Ursprungskern verändert wird, und eine solche Funktionsänderung, ja Umkehrung tritt ein, wenn der Organismus sie nötig hat, ohne Rücksicht auf die ursprüngliche Funktion. Diese Ergebnisse stimmen gut mit *Lapinskys* Theorie von der spinalen Muskelinnervation überein, lassen sich aber mit unseren bisherigen Vorstellungen kaum vereinigen. *Kohnstamms* Untersuchungen mit kombinierter *Nissl*- und *Marchi*-Me-

thode haben unsere Kenntnis der Trigeminus- und Vaguskerne erweitert. Er hat uns hier auch einen oberen Speicheldrüsenkern als Submaxillarkern und einen unteren als Parotiskern beschert. Dann sprach er über Ursprungskerne spinaler Bahnen im Hirnstamm und vor allem konnte er den Nachweis führen, daß es innerhalb einer Reihe von sog. motorischen Reflexkernen Zellen geben muß, deren Neurit frontalwärts in zentralen, sensiblen Stationen endigt, daß diese Reflexkerne demnach zugleich der sensiblen Leitung dienen.

In der Berichtszeit sind einige Theorien aufgestellt, die klärend auf vorhandene Resultate und richtunggebend auf künftige Forschungen einzuwirken bestimmt waren. *Kappers* war es aufgefallen, daß die Kerne gleicher Hirnnerven bei den einzelnen Vertebraten eine ganz verschiedene Lage besitzen, und daß sich auch der Vorderhirnmantel bald nach innen, bald nach außen krümmt, also evertiert oder invertiert erscheint. Im Anschluß an Gedankengänge *Forssmanns und Cajals* über neurotropische und chemotropische Einflüsse auf das Auswachsen von Neuriten und Dendriten suchte er diesen Lagewechsel zu erklären durch eine besondere Theorie der Neurobiotaxis, die er zum ersten Male hier in Baden im Jahre 1908 vortrug: Wenn im Nervensystem an verschiedenen Stellen Reize auftreten, dann erfolge das Auswachsen der Hauptdendriten und die Verlagerung des ganzen Leibes der betreffenden Ganglienzellen in der Richtung des maximalen Reizes. Nur zwischen gleichzeitig oder direkt sukzessiv gereizten Stellen findet diese Verlagerung statt. Verlauf und Endigung der sog. zentralmotorischen und sensiblen Bahnen werde primär nicht bedingt durch die motorische oder sensible Funktion gewisser Teile, sondern durch die synchronische Reizverwandtschaft ihres Anfangs- und Endgebietes. *Kappers* betonte dabei den Zusammenhang zwischen den Gesetzen, die bewußten psychischen Vorgängen zugrunde liegen und denen des Körperwachstums. Auch nach *Tello* ist das ontogenetische Auswachsen der Nervenfasern mit einer Ortsveränderung der Neuroblasten verbunden. Der Weg, den sie einschlagen, hängt von der Umgebung ab, und das Wachstum der Neuroblasten steht unter dem Einfluß von Tropismen oder Taxen. Neben chemischen und bioelektrischen Reizen nimmt er als richtunggebende Ursachen auch mechanische Hindernisse, Fernwirkungen und allgemeine Entwicklungsfaktoren des Embryo an. Diese geistreich erdachten Lehren haben dazu geführt, die relative Lage der Hirnnervenkerne, die Stellung der Großhirnteile gegeneinander bei allen Vertebratenklassen genauer kennenzulernen, zu vergleichen und somit zu einer sehr erfreulichen Erweiterung unserer Kenntnisse beigetragen. Die Zukunft wird zeigen, ob sie sich auch weiter als heuristische Arbeitshypothesen bewähren können. — Das Gesetz von der exzentrischen Lagerung längs der Bahnen hat bei der Festlegung sekundärer sensibler Wege segensreich gewirkt. Es

erklärt z. B. ganz ungezwungen, daß die sekundäre Quintusbahn aus dem Kern der spinalen Trigeminiwurzeln sich dorsomedial dem spinothalamischen System anschließt. *Edinger* hat die an der dorsolateralen Ecke der Oblongata bei allen Wirbeltieren absteigenden sensiblen Wurzelbündel als seitliches Wurzelfeld der Oblongata zusammengefaßt. An diesem Punkte vereinen sich nun entwicklungsgeschichtliche und vergleichend anatomische Gedankengänge, um die innere Struktur nicht nur der Oblongata, nein, des ganzen Zentralnervensystems bei allen Wirbeltieren in einer vorher nie gekannten Klarheit festzulegen. *Gaskell* und nach ihm amerikanische Autoren, namentlich *Kingsbury*, *Johnston* und *Herrick*, haben die von *Wilhelm His* inaugurierte Längsteilung des ganzen Nervenrohres in Boden-, Grund-, Flügel- und Dachplatten aufgenommen und daraus die Lehre von den funktionellen Komponenten geschaffen, die sich bis auf den heutigen Tag als äußerst ergiebige heuristische Theorie bewährt hat. Alle sensiblen und motorischen Endorgane lassen sich, so nehmen sie an, je nach ihrer Lage in 5 Kategorien teilen, somatisch-motorische und visceral-motorische, allgemeine somatisch-sensible Hautsinnesorgane, oktavolaterale, d. s. Organe des Seitenliniensystems in Gemeinschaft mit den Endorganen des Nervus octavus, schließlich visceral-sensible. Alle diese Organe sind durch gesonderte Leitungen mit gleichfalls gesonderten Kernen des Zentralorgans verbunden, die in ihrer Gesamtheit auf jeder Seite 5 Längszonen bilden. Auf diese 5 Längszonen führen *Johnston* und *Herrick* den Aufbau aller Teile des Zentralorgans vom Rückenmark bis zum Großhirn zurück und lehrten dadurch nicht nur Bekanntes besser verstehen, sondern vor allem auch Neues vermuten oder vorhersagen, was durch spätere Untersuchungen glänzend bestätigt wurde. Amerikanischen Forschungen verdanken wir auch die Feststellung, daß die Sonderung zentraler sensibler Bahnen und Endstätten ontogenetisch und phylogenetisch viel später erfolgt, als die der peripheren Anteile.

Einen wahren Triumph der Nerven-anatomie in den letzten 50 Jahren bedeutet die Festlegung der Kleinhirnstruktur, der Ontogenese aus Randverdickungen der Rautengrube, der Phylogenese aus dem Ganglion octavo-laterale niederster Vertebraten, die Aufklärung des anscheinend so verwickelten Zusammenhanges der Rindenelemente, die Klarlegung der Beziehungen zuführender Bahnen zur Rinde, der abführenden Fasern zu den Kleinhirnkernen und von diesen zum großen motorischen Haubenkern des Hirnstammes. Dazu gehört auch der Nachweis des Großhirneinflusses auf die cerebellare Differenzierung. *Edinger* hat diese gegenseitigen Beziehungen zum Verständnis der Formgestaltung des Kleinhirns benutzt. Nachdem er hier in Baden bereits mehrfach der engen Verbindungen gedacht hatte, in denen die Hinterstränge und ihre Kerne einerseits, die Hirnnervenkerne, insbesondere die des Nervus

octavus andererseits, mit dem Kleinhirn stehen, trug er in der Sitzung 1910 zum ersten Mal die Resultate seiner Untersuchungen mit *Comolli* vor, in der er ein vom Urhirn, Paläencephalon abhängiges Paläocerebellum, das im wesentlichen dem Wurm und der Flocke der Säuger entspricht, von einem Neocerebellum unterscheidet, das den größten Teil der Kleinhirnhemisphären enthält und erst bei Säugern auftritt, weil hier erst corticocerebellare Verbindungen auf dem Wege über das Brückenrau und den Brückenarm zustande kommen. Die Größe des Neocerebellum richtet sich nach dem Umfang dieser Verbindungen. Wenn auch spätere Untersuchungen ergaben, daß sich weder der Wurm plus Flocke vollständig mit dem Paläocerebellum deckt, noch die Hemisphären in ihrer Gesamtheit neocerebellaren Ursprungs sind, daß vielmehr in Wurm und Hemisphären ein neencephaler, dorsaler Abschnitt von einem paläencephalen ventralen Teil abgegrenzt werden muß — so kann das dem Verdienst *Edingers*, zum erstenmal auf die gegenseitigen Formbeziehungen hingewiesen zu haben, ebenso wenig Eintrag tun, wie *Bolks* neue Einteilung auf dem Boden einer einheitlichen Auffassung des Kleinhirns als Ganzes und gegen die alte Trennung von Wurm und Hemisphären. Die Markreifung im Kleinhirn, die gerade in den letzten Jahren viel studiert worden ist, scheint dem *Flechsig*schen Gesetz zu folgen und gleichzeitig die Notwendigkeit der Abtrennung eines neocerebellaren Anteils von einem paläocerebellaren zu stützen. Als *Edinger* hier über den Einfluß des Großhirns auf die Kleinhirnform sprach, machte er gleichzeitig aufmerksam auf die kolossale Kleinhirnentwicklung bei Mormyriden, die von *Franz* und später von dem leider als eines der ersten Opfer des Krieges gefallenem *Stendell* untersucht worden ist. Sie konnten nachweisen, daß es sich dabei lediglich um eine Hypertrophie lateraler Abschnitte der Valvula cerebelli handelt. Während *Franz* den sensiblen Facialis für diese Hypertrophie verantwortlich machte, hat sie *Stendell* mit dem Nerv der Seitenorgane in Verbindung gebracht, der merkwürdigerweise bei den Mormyriden Schnauzenorgane innerviert, die sonst in der Tierreihe nur vom viscerosensiblen Teile des Facialis versorgt werden. Wichtig für die Beurteilung der Kleinhirnfunktion ist die Tatsache, daß alle cerebellipetalen Bahnen vor ihrem Kleinhirneintritt Collateralen an die Haubenkerne des Hinterstamms abgeben und dadurch den Betrieb auch im Falle einer Zerstörung des Kleinhirns aufrechterhalten können. Nur wenige Worte über die Längsbahnen des Hirnstammes. Sie haben ausnahmslos während der letzten 50 Jahre eine weitgehende Klärung erfahren. So wie das laterale Längsbündel als Urform zentraler sensibler Leitung angesehen werden kann, so ist das hintere Längsbündel onto- und phylogenetisch die erste zentrale motorische Bahn. Sein Zusammenhang mit dem *Flechsig*schen Vorderstranggrundbündel wurde bereits in den 70er Jahren von *Stilling* er-

kannt, während *Meynert* seine ganz richtige Meinung über Verbindungen mit dem Vestibularis später zurücknahm. Hier in Baden hat *Roller* schon 1880 weit vorausschauend einen innigen Konnex des Bündels mit Kernen der Augenmuskeln, des Vestibularis und Hypoglossus angenommen und auch den Ursprung aus Hypothalamuskernen gesehen. *Edinger* wies dann in der Sitzung 1885 die Beziehungen des hinteren Längsbündels zu fast allen Hirnnervenkernen nach. Damals sprach er auch über den Verlauf der zentralen Hirnnervenbahnen zum Kleinhirn und zur *Formatio reticularis*. Ein großer Teil der zentralen sensiblen Systeme erleidet in der Haube der Oblongata und Brücke, wie *Kohnstamm* hier wiederholt bestätigt hat, Unterbrechungen, besitzt gewissermaßen Relaisstationen, in denen unter Umständen auch Fasern aus anderen Sinneszentren endigen. *Zacher* konnte uns in Baden 1890 über die innigen Beziehungen des Schläfenlappens zum *Corpus geniculatum mediale* und zum hinteren Vierhügel berichten. Er sprach damals auch über die Fasersysteme des Hirnschenkelfußes und fand bereits striäre und insuläre Bahnen im Areal des *Pes pedunculi*, daneben auch Fasern aus der *Substantia nigra* und Haubenbahn. Einen großen Fortschritt in unserer Kenntnis der im Hirnschenkel laufenden corticofugalen Bündel bedeutet dann der Befund, über den *Hoche* im Jahre 1896 hier berichtet hat. Er wies wohl als erster den Verlauf der zentralen Rindenbahnen für den motorischen Quintus, Facialis und Hypoglossus mittels der *Marchi-Methode* nach und konnte außerdem eine absteigende Bahn auf dem Wege über *Schlesingers* laterale pontine Bündel, *Weidenhammers* zerstreute Schleifenbündel und mediale Schleife ebenfalls zu den vorher genannten Kernen verfolgen. Er glaubte, sie als motorische Sprachbahn bezeichnen zu dürfen. *v. Monakow* berichtete hier in der Sitzung 1914, kurz vor Ausbruch des Krieges, über die merkwürdige Tatsache, daß der Pyramidenanteil aus der Beinregion der vorderen Zentralwindung viel größer ist als der aus Arm- und Kopfregion und daß die Pyramidenfasern auch aus anderen Hirnrindenteilen als aus der *Area gigantopyramidalis* kommen. *Gierlich* sprach in der Sitzung von 1916 über die relative Ausbildung der Großhirnbahnen bei Mensch und Tier nach vergleichenden Messungen in *Edingers* Institut.

Der Struktur des *Mittelhirns* und der *Epiphyse* waren hier in Baden eine ganze Anzahl von Vorträgen gewidmet, auf die ich im einzelnen nicht eingehen kann. Ich nenne nur die Namen *Wiedersheim*, *Ganser*, *Edinger*, *v. Monakow*, *Kohnstamm*, *Perlia*, *Bumke*. Speziell gedenken möchte ich des von *v. Hatschek* und später von *v. Monakow* gefundenen neencephalen Anteils des roten Haubenkerns, *Edingers* Ganglion *isthmi* als Endpunkt tektaler, bulbärer und kommissuraler Fasern und als Ursprungsort zentrifugaler Opticuselemente. Ich erwähne ferner eine bulbotektale Opticuswurzel, die schon von *Johnston* vorausgeahnt war,

weil er das Mittelhirndach als einen Teil der somatisch-sensiblen Längssäule ansah.

Daß der Opticus der Säuger nur partiell kreuzt, hat zuerst *v. Gudden* nachgewiesen, auch die laterale Lage des ungekreuzten und die mediale des gekreuzten Opticusbündels. Sie wissen, daß trotzdem noch viele Jahre hindurch namhafte Forscher, insbesondere *Michel*, *Köllicker* und *Lenhossek* von der totalen Kreuzung der Sehnerven überzeugt waren und sich auch durch embryologisch anatomische Präparate, wie sie *Bernheimer* 1889 hier vorzeigte, sowie durch die ganz unzweideutigen Ergebnisse experimenteller Degenerationen von *Singer* und *Münzer* nicht überzeugen ließen. *Grützner* wies dann 1896 hier an Chiasmamodellen nach, wie der irrige Anschein totaler Kreuzung entstehen kann, auch wenn ein Teil der Fasern auf der gleichen Seite bleibt. Der Meisterwerke der Zerfaserungstechnik von *Stilling*, die er 1880 und 1881 hier demonstrierte, habe ich bereits gedacht. *Bumm* zog 1880 hier aus dem Intaktbleiben der Retina inklusive Ganglienzellschicht bei *Guddenscher* Opticusatrophie den Schluß, daß noch andere wie optische Einflüsse auf die Retina wirken müssen. Daß wir *Cajal* erst das volle Verständnis für den Netzhautbau verdanken, wird immer noch nicht genügend gewürdigt. *Monakows* Untersuchungen über die zentralen Endstätten des Opticus im Zwischenhirn, über die von diesen ausgehenden Sehstrahlungen zur Rinde und die Variationen der Calcarinafurche nebst Sehrinde, über die er an dieser Stelle wiederholt berichtet hat, waren geeignet, unsere Kenntnis vom Aufbau des zentralen optischen Apparates wesentlich zu fördern. Durch seinen Schüler *Minkowski* sind diese Resultate, wie Sie wissen, mit neueren Methoden weiter ausgebaut worden. Über die corticale Vertretung der Macula sind wir aber trotz aller Fortschritte auch heute noch im unklaren.

Das Zwischenhirn niederer Vertebraten, über das *Edinger* hier wiederholt gesprochen hat, fand ausgezeichnete zahlreiche Bearbeitung, so daß wir über seine Struktur gut unterrichtet sind. Nur die Homologisierung der einzelnen Teile bei den verschiedenen Klassen läßt noch fast alles zu wünschen übrig. Der feinere Bau des dorsalen Zwischenhirnabschnitts, des Thalamus opticus im engeren Sinne war uns vor 50 Jahren noch ein Buch mit sieben Siegeln. Heute wissen wir, daß in seinen Kernen sekundäre, sensible und sensorische Bahnen aus dem ganzen Zentralorgan ihr Ende finden und daß von ihnen aus Strahlungen zur Großhirnrinde laufen. In welcher Weise die Endigung stattfindet, mit welchen Rindenfeldern die einzelnen Kerne in Verbindung stehen, das hat uns in erster Reihe *v. Monakow* gelehrt und wiederholt darüber hier vorgetragen. Durch die nachfolgenden Untersucher sind seine Ergebnisse bestätigt und ergänzt worden. *Nissl* sprach hier seinerzeit eingehend über seine Untersuchungen am Großhirn des Kaninchens und

dessen Beziehungen zum Thalamus. Das für die gegenseitige Lage sekundärer, sensibler Fasersysteme gültige Gesetz von der exzentrischen Lagerung längster Bahnen läßt sich *mutatis mutandis* auch auf die gegenseitige Lage thalamischer Endkerne dieser Bahnen anwenden. Es erklärt auch die Endigung sakraler Fasern im Corpus mammillare auf dem Wege des Pedunculus corporis mammillaris. Vergleichende Untersuchungen bei Säugern, Fischen und Vögeln führten zur Trennung eines phylogenetisch alten ventromedialen Abschnittes, eines Archithalamus von einem jüngeren dorsolateralen Neothalamus. Unter dem Frontalende des Ganglion habenulae verbirgt sich bei einigen Fischen und Amphibien bereits die Anlage zur Ammonshornformation, der beste Beweis für die Rolle des frontalen Zwischenhirns als Telencephalon medium. Dem Aufbau des Hypothalamus wurde gerade in den letzten Jahren großes Interesse entgegengebracht, sah man doch in ihm nach den klassischen Versuchen von *Karplus* und *Kreidl* das oberste Zentrum sympathischer und parasympathischer Bahnen, den Sammelort für Produkte endokriner Drüsen, aus denen Charakter und Konstitution mit zahllosen individuellen Differenzen sich aufbauen. Von einer anatomischen Begründung der physiologischen Ergebnisse und Theorien sind wir noch weit entfernt, selbst wenn wir die Hypophyse zu Hilfe nehmen, und ich möchte dieses negative Ergebnis mit allem Nachdruck betonen. Wichtig ist die Tatsache, daß bei Fischen ein veritabler, peripherischer Nerv die Wandung des dritten Ventrikels mit dem Saccus vasculosus in der kaudalen Fortsetzung des Hypothalamus verbindet — eine sanfte Warnung für diejenigen, welche im Hypothalamus den Urquell des blinden Willens und der Instinkte sehen. Bei niederen Vertebraten spielt der Hypothalamus eine überragend wichtige Rolle als Koordinationszentrum zwischen visceralen und olfactorischen Sinnesleitungen.

Wir kommen zum Endhirn. *Edinger* konnte bereits in der Sitzung 1888 von dem Ergebnis vergleichender Studien über die Entwicklung des Hirnmantels in der Tierreihe berichten, 1893 über den phylogenetischen Ursprung der Rindenzentren und über den Riechapparat. Schon damals war er der festen Überzeugung, daß die erste bei Vertebraten auftretende Rinde Riechrinde sei und daß auch auf höheren Stufen der Riechapparat bestimmend für die Gestaltung des Telencephalon einwirkt, wenn bereits corticale Verbindungen mit anderen Sinnesleitungen zur Bildung eines dorsolateralen und lateralen Neopalliums geführt haben. Seine ursprüngliche Ansicht, daß das häutige Dach des Teleostier-Endhirns der Rinde höherer Vertebraten entspreche, mußte er später aufgeben, da ihn *Studnicka* überzeugte, daß die Rindenanlage durch die gewaltige Ausstülpung des Vorderhirns in ganz ventrolaterale Lage geraten ist. *Edinger* konnte dann auch die allmähliche Entfaltung der Neurinde bei Vögeln 1895 hier demonstrieren und zeigte zugleich das

Scheidewandbündel der Vögel, von dem ein basaler Ast, für *Kalischer* ein Homologon der Pyramidenbahn, gleich dem Fornix der Säuger, bei verschiedenen Vögeln verschieden weit abwärts verfolgt werden kann. Um die Erforschung des Ursprungs der Großhirnhemisphären und des Riechapparates bei niederen Säugern haben sich auch *Elliot Smith* und *Bela Haller* große Verdienste erworben. Die zahlreichen ontogenetischen und phylogenetischen Untersuchungen der letzten Jahrzehnte, bei denen amerikanische Forscher besonders beteiligt waren, bewegen sich fast alle im Fahrwasser *Edingerscher* Gedanken und Theorien, wenn das auch nicht immer in den Publikationen zum Ausdruck kommt. An der Evagination der Hemisphären beteiligen sich in der aufsteigenden Vertebratenreihe immer weitere Teile des Telencephalon medium. Die amerikanischen Autoren halten die Hemisphären jetzt für eine Fortsetzung der sensiblen Endsäulen und teilen jede Hemisphäre in 4 onto- und phylogenetisch gut abgegrenzte Teile, einen medioventralen septalen, einen lateroventralen strioofactorischen, einen dorsolateralen somatisch-sensiblen, der Neuhirnrinde entsprechenden und einen dorso-medialen, das Primordium hippocampi bildenden Abschnitt. Ein jeder von diesen Teilen erfährt weitere Ausgestaltung und mannigfache Differenzierung, bis er zur Höhe des Säugergroßhirns und der Säugerrinde angelangt ist. Dem Riechnerv medial angelagert läuft ein visceral-sensibler, peripherer Nerv aus der Gegend des Jacobssohnschen Organs der Nasenscheidewand, der Nervus terminalis, dessen Existenz zuerst bei urodelen Amphibien von *Pinkus*, bei Selachiern von *Locy* festgestellt worden ist. Wir haben in ihm den 14. Hirnnerven zu suchen. Die Basalganglien waren lange als eine einheitliche, aus dem Bodengrau des Endhirns stammende Masse behandelt worden, *Mirto* glaubte aber schon 1896 den Globus pallidus als wesensverschieden vom Putamen und Nucleus caudatus abtrennen zu müssen und nahm seinen Ursprung im Zwischenhirn an. Die gleiche Ansicht vertritt jetzt wieder *Spatz*. *Kappers* teilt das Corpus striatum in ein Palaeostriatum, ein Archistriatum, das dem Epistriatum *Edingers* und dem Mandelkern der Säuger entspricht und ein Neostriatum, das ungefähr mit dem Striatum *Vogts* identisch ist. Um die Cytoarchitektonik und Myeloarchitektonik der Stammganglien und um die Erforschung ihrer Verbindungen hat sich dann das Ehepaar *Vogt* hochverdient gemacht. Sie fordern gleichfalls eine totale Trennung des phylogenetisch älteren Pallidum vom eigentlichen Striatum, unter dem sie das Putamen und den Nucleus caudatus verstehen. Weitere Fortschritte in der Kenntnis striärer und pallidärer Bahnen und Kerne verdanken wir der Wiener Schule unter *Marburg*, ferner *Edinger* und *Fischer*, die am großhirnlosen Kinde die Faserung aus den Basalganglien ohne Störung durch corticale Bahnen verfolgen konnten. *Edinger* zeigte hier 1913 Präparate von diesem Kinde und

Riese sprach 1923 über die vergleichende Anatomie der striofugalen Faserung.

Die vergleichende Anatomie des Großhirns hat, so kann man wohl sagen, begonnen mit *Edingers* Entdeckung des basalen Vorderhirnbündels, das hier 1887 das Licht der Welt erblickte, mit der Feststellung, daß aus dem Stammganglion bei allen Vertebraten eine starke Faserung in den Thalamus und zum Teil auch in die Oblongata vervolt werden kann. Sie wird spät markhaltig und ist bei Säugern normalerweise so unter der Rindenfaserung verborgen, daß sie nur dann zum Vorschein kommt, wenn die Rindenstrahlung ausgeschaltet werden kann. Dem basalen Vorderhirnbündel eng angeschlossen läuft bei Säugern, Reptilien und Vögeln das basale Riechbündel zum Zwischen-, Mittel- und Hinterhirn, eine anatomische Grundlage für motorische Riechreflexe. Bei Vögeln besteht auch eine Verbindung des frontalen sensiblen *Quintuskerns* mit basalen Vorderhirnteilen, die *Kappers* und *Edinger* zur Aufstellung eines eigenen Oralsinns führte. Als Beleg für diese Auffassung hat E. noch 1912 an dieser Stelle Schnitte durch den riesigen Lobus parolfactorius des Elefanten mit seinem großen Oralapparat gezeigt. 1902 berichtete er über das Vogelgehirn mit seiner enormen Ausbildung des Stammhirns und der von ihm ausgehenden Fasern. Von ganz anderen Gesichtspunkten betrachtete *Burckhard* das Wirbeltiergehirn bei seiner Demonstration hier im Jahre 1903. Er sprach über den Zusammenhang zwischen Augenstellung und Hirngestalt, zwischen Hirnbau und Stammverwandtschaft, zwischen Entfaltung der Seitenlinie und des Kleinhirns, über mechanische Wechselwirkung zwischen Hirnmassen und Kopfbildung, zwischen äußeren Sinnesreizen und dem Zentralnervensystem.

Die *Hirnrinde*, das *Pallium*, ist, wie Sie wissen, entgegen *Edingers* ursprünglicher Annahme kein Neuerwerb der Amphibien, sondern ihre Anlagen reichen zurück bis zu den Cyclostomen. Es kann auch die Ansicht nicht mehr aufrecht erhalten werden, daß die erste Rinde nur der Ammonsformation der Säuger entspricht — nein, es sind viele Gründe dafür vorhanden, daß bereits bei Fischen und Amphibien ein somatisch-sensibles Rindenprimordium sich dorsal vom olfactorischen Lobus piriformis aufbaut und dann in der Reihe der Vertebraten bis zu den Säugern und Menschen an Umfang, Kompliziertheit und Mannigfaltigkeit seiner Struktur und seiner Verbindungen zunimmt. Daß die Rinde an verschiedenen Stellen einen verschiedenen Bau besitzt, das wissen wir schon seit den Zeiten, da *Betz* seine Riesenpyramidenzellen sah und *Meynert* hat vor fast 60 Jahren eine umfangreiche Abhandlung über die Ortsverschiedenheit der menschlichen Großhirnrinde geschrieben. Einen wesentlichen Fortschritt in der Kenntnis der Rindenstruktur brachten uns erst die neueren Methoden der Darstellung, brachte uns Cajals Silberfärbung und

Nissls Methylenblautechnik. Schon 1897 zeigte uns *Nissl* hier seine herrlichen Präparate, aus denen die örtlichen Struktur differenzen klar hervorgingen. *Cajal* und *Nissl* legten damit die Grundlage zur Cytoarchitektonik der Großhirnrinde mit ihren wesentlichen und unwesentlichen Bauverschiedenheiten und ihrer Strukturänderung im vertikalen und im horizontalen Durchschnitt. Damit bereiteten sie den Boden für alle Nachuntersucher und vor allem auch für die herrlichen Arbeiten von *Brodmann*, über die hier zu sprechen Eulen nach Athen tragen hieße. *Brodmann* selbst hat hier in Baden 1912 noch über vergleichende Flächenmessungen der Großhirnrinde mit besonderer Berücksichtigung des Stirnhirns gesprochen und die Abtrennung einer caudalen in der Säugerreihe konstanten präzentralen Region von einem frontalen Abschnitt vorgenommen, der eigentlichen Stirnhirnrinde, der bei der Mehrzahl primitiver Sippen fehlt und nur bei Menschen zu einer der dritten Stirnbildung entsprechenden Ausbildung führt. Der von *Cajal* und *Brodmann* immer wieder betonte sechsschichtige Typ der homogenetischen Säugerrinde wurde von *Bela Haller* bestritten, der auch bei Säugern eine dreischichtige Urrinde für wahrscheinlicher hielt. Untersuchungen von *Kip*, *Jacob*, *Kappers*, *Nissl* und *Bielschowsky* ergaben, daß die tiefen Schichten der Rinde motorischen Charakter besitzen, die oberflächlichen als Endstätten zentripetaler Fasern aufzufassen sind und daß diese beiden Rindenbestandteile ursprünglich nicht übereinander, sondern nebeneinander lagen. Die Cytoarchitektonik wurde in den letzten 20 Jahren fast bei allen Säugerarten, später auch bei niederen Vertebraten von zahlreichen Untersuchern festgelegt und dabei auch der Frage nachgegangen, wie weit läßt sich die bei jeder Familie konstante Furchung mit dem Rindenbau in Einklang bringen? Die Antworten lauteten recht verschieden. Viele leugneten einen solchen Zusammenhang, nicht wenige nahmen ihn an. Soviel steht fest, daß Furchenreichtum bei mangelhafter Architektonik und umgekehrt vorkommt. Untersuchungen über die Variationen der Furchen bei verschiedenen menschlichen Rassen hat wohl *Elliot Smith* als einer der ersten unternommen, viele andere sind ihm gefolgt. In der Tat konnten bei außereuropäischen Rassen anscheinend wesentliche Differenzen von dem Hirnbau der Europäer festgelegt werden. *Klaatsch* unterschied 2 Haupttypen, aber es ist wohl zu weit gegangen, wenn *Kurz* auf Grund seiner Untersuchungen an Chinesengehirnen die geistige Minderwertigkeit der gelben Rasse folgert. Unsicher sind auch die Schlußfolgerungen, die aus dem Furchenbau besonders begabter und hervorragender Menschen gezogen werden. Daß der Windungsreichtum dabei keine ausschlaggebende Rolle spielt, beweist schon die Tatsache der glatten Gehirne einiger Insectivoren einerseits und der außerordentlich reich gefurchten Gehirne der im Wasser lebenden Säuger und des Elefanten andererseits. Wie kommt

die Furchung beim Embryo zustande? Gibt es in frühen Fetalperioden schon primitive Furchen? Während *His*, *Schaffer*, *Landau*, *Bielschowsky* und *Vignoli* solche embryonalen Furchungen anerkennen, halten sie *Hochstätter*, *Schaper*, *Goldstein*, *Retzius* und *Matt* für Kunstprodukte und *Hochstätter* sieht auch in dem gesamten übrigen Material, das *Schaffer*, *Landau* und *Bielschowsky* für ihre Erklärung der Furchenbildungen benutzten, lediglich Fäulnisprodukte. Daß die Stirnhirn- und Schläfenhirnfurchen sich an der Außenfläche menschlicher Schädel deutlich markieren, hat uns *Schwalbe* hier im Jahre 1902 gezeigt und *Edinger* berichtete über die von *Häberlein* im Frankfurter neurologischen Institut angestellten Untersuchungen, die die Lage der Hirnventrikel zum Schädel betrafen. Wie weit das Gesetz von der exzentrischen Lagerung längster Bahnen sich auch für die Lage motorischer und sensibler Hirnzentren gültig zeigt, können erst weitere Untersuchungen entscheiden. Das super- und interradiäre Flechtwerk der Großhirnrinde mit seinen *Baillargerschen* und *Gennarischen* Streifen war lange vor *Weigerts* Markscheidenfärbung Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Bald nach der Gründung der Badener Versammlung teilte *Flechsig* mit, daß nur bestimmte Teile der Großhirnrinde, und zwar diejenigen, in denen Sinnesleitungen ihr Ende finden, Stabkranzfasern entsenden, und daß der größere Teil durch mächtige Assoziationsbahnen in sich geschlossen ist, daß ferner die Projektionsfelder der Rinde ihr Mark früher erhalten, als die Assoziationsfelder, sowie die sensorischen zentripetalen Fasern eher als die zentrifugalen motorischen. Er proklamierte als myelogenetisches Grundgesetz: Gleichwertige Fasern erhalten annähernd gleichzeitig ihre Markscheiden. Folglich besitzen Fasersysteme, die sich zeitlich sehr verschieden entwickeln, verschiedene funktionelle Bedeutung. Diese Theorie wurde von vielen Seiten her mächtig bekämpft, hier in Baden besonders von *Monakow*, ferner von *Sachs*, *Siemerling*, *Vogt*, *Dejerine*. *Brodmann* u. a. wiesen nach, daß auch die Assoziationszentren mit subcorticalen Gebieten durch Projektionsfasern verknüpft sind und daß andererseits Assoziationsbahnen auch in Projektionszentren laufen. Die Reihenfolge der Markreifung wird nicht durch die Funktion bestimmt. Im weiteren Verlaufe des Kampfes machte *Flechsig* zwar einige Konzessionen, indessen löste die Erhebung des myelogenetischen Grundgesetzes zum allgemeinen hirnentwicklungsgeschichtlichen sowie die Nutzenanwendung auf die Genese psychischer Erscheinungen lebhaften Widerspruch aus, dem *Nissl* scharfen Ausdruck verliehen hat und *Vogt* kam zu dem Ergebnis, daß alle Großhirnabschnitte Projektionsfasern enthalten. *Döllkens* Versuch, die Fibrillogenie als Stütze des myelogenetischen Grundgesetzes heranzuziehen, wurde von *Brodmann* zurückgewiesen. Kurz: Die Markreifung ist ein noch ungelöstes Problem. Wir haben aber allen Grund, *Flechsig* als dem geistigen Urheber aller Untersuchungen über Mark-

gehalt und Markreifung der Rinde und des ganzen Zentralorgans dankbar zu sein. In seinem Sinne konnten auch die Ergebnisse der mühsamen Untersuchungen von *Kaes* und *Passow* über die Markreifung nach der Geburt gedeutet werden. Durch die unermüdliche Arbeit des Ehepaares *Vogt* hat dann die Erforschung der Markfaserstruktur der Rinde eine Höhe erreicht, die sich der Cytoarchitektonik gleichwertig zur Seite stellen kann.

Zahllose Arbeiten behandelten während der letzten 50 Jahre die *Commissuren-* und die *Assoziationsbündel* des Großhirns. Der Balken als neencephale Commissur fehlt *schon* den niederen Säugern, es laufen in ihm auch Projektionsfasern. Das Psalterium verbindet die beiden tertiären Riechzentren der Ammonsformation und ist daher bei niederen Säugern sehr stark ausgebildet. Die olfactorischen und striären Bestandteile der palaeencephalen Commissura anterior sind jetzt in allen ihren Einzelheiten festgelegt worden. Großer Anziehungskraft erfreute sich auch während der letzten 50 Jahre die Assoziationsfaserung. *v. Monakow* hat hier wiederholt über die Assoziationssysteme innerhalb der Sehstrahlung und über ein frontoparietales oder zentroparietales Assoziationsbündel gesprochen, das wohl mit einem von *Sachs* gefundenen identisch ist. *Flechsig* wies nach, daß der bis dahin für eine reine temporooccipitale Assoziationsfaserung gehaltene Fasciculus longitudinalis inferior lediglich Projektionsfasern enthält. Spätere Untersuchungen haben das bestätigt. In *Flechsig's* Fasciculus subcallosus dagegen, der lange als Verbindungsbahn zwischen frontaler Hirnrinde und Nucleus caudatus galt, laufen, wie neuere Untersuchungen lehren, nur Assoziationsfasern.

Meine Damen und Herren! Der Projektionsfaserung ist nahezu die Hälfte aller Arbeiten über die Struktur des Großhirns gewidmet, und auch hier in Baden hat besonders *v. Monakow* über die Sehstrahlungen wiederholt berichtet. Sie wissen, daß lange Zeit hindurch das Dogma galt, die Pyramidenbahn gehe aus beiden Zentralwindungen hervor, in den letzten Jahren beschränkte man ihren Ursprung auf die vordere Zentralwindung. Im Hirnschenkel legen sich frontopontine Bündel medial und occipitotemporale lateral an. Schon *Flechsig* machte auf das analoge Verhältnis des Tractus temporopontinus zur Hörsphäre und der Pyramidenbahn zur Körperfühlssphäre aufmerksam. Er zählte zu den Projektionsbahnen auch die cortico-quadrigenimalen zum Mittelhirndach, die cortico-geniculaten aus der Calcarinarinde zum Geniculatum laterale, die corticorubralen zum roten Haubenkern, vor allem auch die corticothalamischen Bündel. Lange Zeit war es strittig, ob diese letzteren nur aus Großhirnrindenteilen außerhalb der Zentralwindungen stammen. *Villa Verde* aber sah sie auch aus motorischen Rindenzentren hervorgehen. Wir können jetzt sagen, daß ziem-

lich von allen Teilen der Rinde neben Projektionsbahnen im früheren Sinne des Wortes auch corticothalamische entspringen, und es ist sogar wahrscheinlich, daß sie innerhalb des Windungsmarks einen gesonderten Verlauf nehmen. Wir sehen sie zu den Thalamuskernen ziehen, die wir als Endstätte sekundärer sensibler Leitungen und als Ursprungsstätte tertiärer Bahnen zur Großhirnrinde kennen gelernt haben. Welches ist ihre Funktion? Wir können heute diese cortico-thalamische Bahn wohl mit einiger Berechtigung einreihen in die Kategorie der zentrifugalen Sinnesbahnen. Sie wissen, daß der Opticus, der Olfactorius, der Cochlearis und Vestibularis zentrifugale Fasern enthält. Diese entspringen entweder im Bereiche sekundärer und tertiärer Zentren der gleichen Sinnernervenbahn wie die zentrifugalen Opticusbündel, sie können aber auch in anderen Sinneskernen und Zentren ihren Ursprung haben, wie z. B. die quintofrontale Bahn aus dem sensiblen Trigeminus zu olfactorischen Endstätten, an der Basis des Frontalpols bei Vögeln, so gibt es auch olfactooptische und bulbooptische Fasern bei Knochenfischen. Sie lassen sich entweder in periphere Abschnitte der Sinnesleitung verfolgen oder sie enden bereits unterwegs in dazwischenliegenden Kernen oder endlich in den zentralen Endstätten. Den zuletzt genannten Elementen gehören die corticothalamischen Bahnen an, denen die in letzter Zeit viel studierten Rindenfasern sich hinzugesellen, die den Thalamus nur durchqueren, um in der *Formatio reticularis* des Mittelhirns und der Brücke ihr Ende zu finden. Es ist Grund zur Annahme vorhanden, daß alle diese Fasern, auch die cortico-thalamischen, dazu bestimmt sind, primäre, sekundäre oder tertiäre Sinneszentren zu sensibilisieren, sie aufnahmefähiger zu machen für Reize, eine Art von Akkommodation zu bewirken, wie sie bei jedem Aufmerksamkeitsakt in die Erscheinung tritt. Wenden wir uns nun aber den *Projektionsfasern* im engeren Sinne zu. Was sehen wir da? Die corticopontine Faserung leitet über die Brückenkerne zur Kleinhirnrinde und hat das gleiche Endziel wie die proprioceptive Spino-cerebellar-Bahn und die Pyramidenbahn. Denken Sie an die von *Cajal* beschriebenerreichliche Kollateralverzweigung der Py-Fasern in den Brückenkernen, denken Sie an die vielen ganz fälschlich als abnorm bezeichneten Pyramidenbündel, die auf Umwegen und auch direkt über das Corpus restiforme hinweg die Kleinhirnrinde erreichen. Denken Sie ferner an die Hinterstrangpyramiden der Nagetiere, an den Verlauf innerhalb der Hinterhornbasis bei vielen anderen Säugern und an die weit dorsalwärts vorgeschobene Lage der Pyramidenseitenstrangbahn beim Menschen. Nehmen Sie dazu die merkwürdige Tatsache, daß kaum jemand eine Pyramidenfaserendigung an den motorischen Vorderhornzellen selbst gesehen hat. Das gleiche gilt für die Terminaläste der Hirnnervenpyramiden, die wohl an Zellen in der Nähe der motorischen Kerne aufsplintern, ja beim Hypoglossuskern vielleicht

in bestimmten Zellgruppen des Kernes selbst, aber wohl nie um Zellen, die nachweislich selbst motorische Wurzeln aussenden. Fassen wir alle diese Momente zusammen, dann müssen wir uns doch fragen: Besitzt die Pyramidenbahn in Wahrheit einen rein motorischen Charakter, der sie von allen anderen corticalen Strahlungen unterscheidet, oder bildet sie nur einen Teil, einen besonders ausgebildeten Abschnitt der großen zentrifugalen Rindenfaserung zu Zentren, die in bestimmte sensible und sensorische Bahnen eingelagert sind? Ähnliche Gedankengänge finden wir bereits in *Kappers* früheren Arbeiten. Wir können heute schon sagen, der Ausnahmecharakter der Pyramidenbahn besteht im alten Umfange nicht mehr zu Recht, es ist die Aufgabe der Zukunft, zu entscheiden, ob sie sich ebenbürtig den anderen Einstellapparaten der Rinde an die Seite stellen läßt.

Meine Damen und Herren! Überblicken wir zum Schlusse die gewaltige Arbeit der letzten 50 Jahre, so heben sich in ihr deutlich zwei Perioden anatomischer Forschung ab, wenn sie auch ohne scharfe Grenzen ineinander übergehen. Die eine, vorbereitet durch die Ergebnisse der letzten 60er und ersten 70er Jahre, gefördert durch die Neuronenlehre, mag als die analytische Epoche bezeichnet werden, charakterisiert durch die Zerlegung des zentralen und peripheren Nervensystems in eine Anzahl von mehr oder weniger selbständigen Einheiten, seien es Neuronen, seien es Segmente mit Eigenapparat und Verbindungswegen, ontogenetisch durch segmentale Anlage der Zentralorgane, phylogenetisch durch Ableitung der Vertebraten von den Anneliden mit ihrer Segmentstruktur. Die zweite Epoche, tief in der ersten wurzelnd und durch deren ungeheure Leistungen erst in ihrer Existenz begründet, tritt uns als synthetische entgegen: Kontinuität der Strukturelemente an Stelle der Neuronen, zusammengesetzte Bewegungsmechanismen an Stelle der einzelnen Muskelkerne, wesentliche Umbildung paläencephaler Eigenapparate durch neencephale Wirkungen, Ausdehnung corticofugaler Verbindungswege auf alle Teile der Rinde an Stelle isolierter Leitungen von bestimmten Rindenarealen aus, funktionelle Längssäulenkomponenten anstatt transversaler Segmentgliederung, Coelenteraten- und Tunicaten-Ursprung der Wirbeltiere an Stelle der Annelidentheorie. Wir sind noch mittendrin in dieser Periode, wir wissen nicht, wohin sie uns führt und ob sie nicht später wieder von einer anderen Anschauungsweise abgelöst wird. Das eine aber haben uns die Resultate der letzten Jahre und nicht zum wenigsten das gelehrt, was uns hier in Baden geboten wurde: alle Teile des Nervensystems bilden ein untrennbares Ganzes. Lassen Sie mich mit dem Wunsche schließen: Vergessen Sie nicht, auch die Anatomie bildet mit der Physiologie, Neurologie und Psychiatrie ein unteilbares Ganze, das feste Fundament, auf dem sich jene anderen Disziplinen erst aufbauen können!