

(Aus dem Institut für Geschichte der Medizin an der Universität München
[Dr. med. habil. Martin Müller].)

Die Verdienste Friedrich Tiedemanns um die Anatomie des Gehirns¹.

Von
Karlheinz Idelberger.

(Eingegegangen am 25. Juni 1936.)

I. Berechtigung einer Monographie der hirnanatomischen Arbeiten Tiedemanns.

Die Bedeutung *Friedrich Tiedemanns* für die Entwicklung der Medizin im 19. Jahrhundert ist unbestritten und von seinen Zeitgenossen ebenso sehr anerkannt wie von den nachfolgenden Generationen. In der Tat gibt es wohl kein Buch der medizinischen Geschichte dieser Epoche, das an seinem Werk vorübergeht. Zwar sind es vor allem die physiologischen Arbeiten, namentlich die in Gemeinschaft mit dem Chemiker *Gmelin* verfaßten späteren Schriften über die physiologische Chemie der Verdauung, die seinen Ruf sicherten; indes sind auch die früheren Untersuchungen, die besonders die vergleichende Anatomie und Embryologie bevorzugten, unvergessen. Welches Aufsehen seinerzeit das 1816 erschienene Hauptwerk des jungen Landshuter Professors „*Die Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns im Foetus des Menschen nebst einer vergleichenden Darstellung des Hirnbaues in den Thieren*“ (das in erster Linie unseren Betrachtungen zugrunde liegt) erregte, beweisen ebenso sehr die Übersetzungen in das Französische und Englische, wie der Beifall seiner medizinischen Kritiker.

Unsere Darstellung beschränkt sich mit Absicht ausschließlich auf *Tiedemanns* Verdienste um die Anatomie des Gehirns, denn hier ist wieder einmal die Möglichkeit gegeben, den Fortschritt einer Wissenschaft, der allzu häufig Schritt für Schritt erfolgt, unterbrochen von Rückfällen und Irrungen, um ein gut Stück Wegs darzustellen. Das ist um so interessanter, als *Tiedemann* sich in der Vorhut derjenigen Ärzte befindet, die aus dem romantischen Nebel naturphilosophischer Spekulationen zur voraussetzunglosen, exakten und damit modernen Forschung gelangt sind.

II. Biographische Notizen.

Der Vater des Forschers war der Philosoph und Professor dieser Disziplin in Kassel, wo *Friedrich Tiedemann* am 23. August 1781 geboren wurde. Mit 17 Jahren begann er sein medizinisches Studium in Marburg, das er 1802 mit Bamberg vertauschte, wo er unter anderem auch bei

¹ Als Dissertation angenommen von der medizinischen Fakultät der Universität München.

dem vorzüglichen Kliniker und Pathologen *Markus* hörte. Die Naturphilosophie *Schellings*, jene damals alle wissenschaftliche Geister faszinierende Lehre, die in dem bekannten Anatomen *Kaspar von Siebold* einen überzeugten Anhänger besaß, zog jedoch bald den interessierten jungen Studenten nach Würzburg.

Zum ersten Male seit *Descartes*, seitdem man eine „*physica speculativa*“ von einer „*physica empirica*“ unterschieden hatte, wurde hier wieder von *Schelling* der unglückliche Versuch unternommen (unglücklich, so lange das naturwissenschaftliche Tatsachenmaterial so gering war), Naturwissenschaft und Philosophie zu vereinen.

Schelling leugnete den Gegensatz von Natur und Geist. Vielmehr sah er in jener eine unbewußte Vernunft, mit der teleologischen Tendenz zur Bewußtheit, als der höchsten Stufe metaphysischer Entwicklungsmöglichkeiten, die im Menschen erreicht wird. Zwischen den physischen Realitäten bestehen nur quantitative Unterschiede, je nach ihrem Gehalt an Natur oder Geist. So entsteht eine Stufenfolge von „*Potenzen*“ immer höherer Grade. Das ganze war ein höchst spekulatives System, ein kühner Versuch, die kargen Tatsachen bisheriger Naturforschung in ein philosophisches Weltbild einzubauen; ein Versuch, der trotz aller Verwirrung, die er in den Köpfen der wissenschaftlichen Zeitgenossen dieser von romantischem Empfinden getragenen Epoche anstiftete, manche Anregung enthielt. Nur für die Anbahnung einer exakt gerichteten Forschung war er nicht eben förderlich.

Merkwürdigerweise war der Eindruck dieser alles in ihren Bann ziehenden geistvollen Theorie auf *Tiedemann* ein geradezu gegenteiliger. Er bekannte später: „Mit dieser brillanten, aber phantastischen Betrachtung der physischen Natur hat mich der große Philosoph selbst von der Versuchung geheilt, den Weg der empirischen Untersuchung und Beobachtung zu verlassen.“ — In der Tat hat *Tiedemann* auch in Zukunft seine ablehnende Haltung nicht wieder aufgegeben. Und bereits seine 1804 erschienene Marburger Dissertation „*De cordis polypis*“ ist ein erster Beweis für seine Bemühungen um eine voraussetzungslose Wissenschaft. Noch im gleichen Jahre erfolgte seine Habilitation für das Fach der Physiologie an der Universität Marburg. Zugleich hielt er auch Vorlesungen über vergleichende Osteologie und die *Galls*che Schädellehre, die heute noch als Phrenologie in manchen Kreisen eine gewisse Rolle spielt.

Nach seiner Rückkehr von einer größeren wissenschaftlichen Reise mit längerem Aufenthalt in Paris, wurde *Tiedemann* bereits 1805 zum ordentlichen Professor für Anatomie und Zoologie an die bayerische Universität *Landshut* — die Universität München existierte noch nicht — berufen, wo er fast 11 Jahre lang der glänzende Mittelpunkt der medizinischen Fakultät war.

Unter dem Einfluß *Galls* und *Cuviers*, der der vergleichenden Anatomie — namentlich in Hinblick auf die Deszendenz des Menschen — ungewohnten Aufschwung verlieh, begann sich auch *Tiedemann* stärker für diese ausbaufähige Forschungsrichtung zu interessieren. Es erschienen Arbeiten über die Anatomie der Strahlentiere, des Fischherzens, der kopflosen Mißgeburten, sowie vor allem 1816 jene ebenso exakte wie hervor-

ragende Darstellung der Embryologie und vergleichenden Anatomie des menschlichen Gehirns, die seinen Namen der wissenschaftlichen Welt bekanntmachte und der Anlaß zu seiner noch im gleichen Jahre erfolgenden Berufung nach *Heidelberg* wurde. Hier, wo *Tiedemann* außerdem noch die physiologischen Vorlesungen übertragen wurden, entstanden dann, zusammen mit dem Chemiker *Gmelin* die berühmt gewordenen Untersuchungen über die Verdauung und andere physiologisch-chemische Studien, die er in einem großen Werk über die Physiologie des Menschen zusammenfaßte.

Bereits 1822 hatte *Tiedemann* wegen Arbeitsüberlastung die Zoologie an den älteren *Leuckart* abgetreten, als ihn ein Augenleiden (Katarakt) zwang, mitten in der Glanzzeit seiner Lehrtätigkeit, auch die übrigen Vorlesungen an seinen Schwiegersohn *Theodor Bischoff* abzugeben. Dieser zeitweilige Verzicht scheint *Tiedemann*, der sich immer mehr Forscher denn als Lehrer fühlte, nicht besonders schmerzlich gewesen zu sein, nahm er doch auch nach der geglückten Operation durch den jüngeren *Chelius* seine Stellung als Dozent erst wieder ein, als *Bischoff* nach Gießen berufen wurde. Noch kurz vor seiner 1849 erfolgenden Eremitierung ließ er in Heidelberg, das er weder zugunsten eines Rufes nach Bonn noch nach Berlin hatte verlassen mögen, ein *Theatrum anatomicum* errichten. Vorübergehend siedelte *Tiedemann* dann nach Frankfurt a. M. über, um endlich seinen Wohnsitz in München zu nehmen, wo er am 22. Januar 1861 verschied.

Tiedemann war zweifellos eine der gefeiertsten wissenschaftlichen Persönlichkeiten seiner Zeit, und seine Kritiker stehen nicht an, ihn „zu den bedeutendsten Forschern der Neuzeit auf sämtlichen von ihm vertretenen Gebieten¹“ zu rechnen.

Ein ungemein anschauliches Bild von der Persönlichkeit *Tiedemanns* entwirft A. *Kussmaul* in seinen „Lebenserinnerungen eines alten Arztes“. „Wie ein Hohepriester der Wissenschaft“ erschien *Tiedemann* dem jungen Studenten, als er im schwarzen Talar die erste Vorlesung begann. Die Schlußworte dieser Vorlesung klangen dem berühmten Arzt sein ganzes Leben lang nach: „Ärzte ohne Anatomie gleichen den Maulwürfen. Sie arbeiten im Dunkeln, und ihrer Hände Tagewerk sind — Erdhügel.“

Am Ende seines Lebens wurde *Tiedemann* von schweren Schicksalsschlägen betroffen. Seine 3 Söhne nahmen am badischen Aufstand 1849 teil. Der Älteste Nikolaus *Tiedemann*, war der Kommandant der in der Festung Rastatt eingeschlossenen Aufständischen. In einem ergreifenden Brief beschwore der Vater den Sohn, den Kampf zu beenden. Nikolaus *Tiedemann* wurde am 11. 8. 1849 standrechtlich erschossen. Die beiden anderen Söhne wanderten nach Amerika aus.

III. Die Geschichte der Anatomie des Gehirns vor *Tiedemann*.

Die Geschichte der Anatomie des Gehirns vor *Tiedemann* ist ein anschaulicher Beweis für unsere eingangs gegebene Schilderung von einer Wissenschaft, die ihren Weg Schritt für Schritt geht, unterbrochen von

¹ Lexikon großer deutscher Ärzte: *Fr. Tiedemann*.

Rückfällen und Irrungen. Sie ist ein Mosaikbild, dessen wahre Gestalt erst nach Jahrtausenden überhaupt begann sichtbar zu werden, und immer noch sind wir mühsam dabei, Detail um Detail einzufügen, ohne zu wissen, wann und ob je die Arbeit vollendet sein wird. —

Das Interesse für die Hirnanatomie entstammt zutiefst der Frage nach dem Sitz der Seele. Es ist das uralte Problem der Lokalisation der geistigen Kräfte, das auch wesentlich noch an unseren modernen Forschungen beteiligt ist. Allein gleich die erste Beantwortung durch die Wissenschaft des antiken Ägypten und Indien war ein grundsätzlicher Irrtum. Mußte nicht der Sitz der Seele dasjenige Organ sein, das die Tätigkeit des Lebens am sichtbarsten unterhielt, das Herz? — Und im Gehirn, dessen Substanz mit der des Samens eine entfernte Ähnlichkeit besaß, sah man indes die Zubereitungsstätte dieser wichtigen Flüssigkeit. Selbst *Alkmaion* — ein Vorläufer des großen *Hippokrates* — vermochte sich von dieser merkwürdigen Vorstellung nicht freizumachen, obzwar er wohl zuerst das Cerebrum als Ort des seelischen Geschehens bezeichnet hat. Und nicht nur das, er erkannte es als die Zentralstelle, zu der alle Sinneseindrücke durch Kanäle von den rezipierenden Organen hinfließten sollten.

Sonderbarerweise wußte man schon zu *Hippokrates* Zeiten um eine ganze Reihe von Symptomen, die auf Erkrankungen des Gehirns schließen ließen, ohne daß man sich jedoch die Mühe gemacht hätte, es einer anatomischen Analyse zu unterwerfen, ein Verdienst, das — wenigstens soweit es sich um die Zerlegung tierischer Präparate handelt — dem bedeutenden griechischen Arzt zukommt.

Verständlicherweise war das Resultat eines solchen Erstlingsversuchs nicht sonderlich groß. Man fand: zwei Hemisphären, zwei Hirnhäute und eine größere Zahl von Gefäßen. Nerven und Sehnen wurden nicht unterschieden. Vor allem fehlte noch jede Einsicht in den wahren Zweck und besonders in den Zusammenhang des Gesamtnervensystems, eine Erkenntnis, zu der noch mehr als zwei Jahrtausende vergehen mußten. Einstweilen verlieh man den einzelnen Organen ihre Funktionen auf Grund der schöpferischen Machtvollkommenheit doktrinärer Philosophen. Somit sollte das Gehirn, abgesehen von seinen seelischen Leistungen, auch noch eine Art Gesundheitsregulator sein, galt es doch als das Sekretionsorgan von sieben „Flüssen“, unter denen sich wiederum der Samen, scharfe und salzige Säfte, Sehflüssigkeit und Schleim befanden, deren mangelhafte Absonderung die Ursache verschiedener Erkrankungen werden konnte. Ebenso hing der Haarausfall irgendwie mit einer Abnahme der Gehirnsubstanz zusammen.

Auch sonst war an uns Heutige grotesk anmutenden Gedanken kein Mangel. Manche mögen aus der Vorstellungswelt einer prähistorischen Menschheit überkommen sein, in der namentlich der Vorgang des Atmens eine bedeutsame Rolle spielte. So sollte Bewegung und geistige Aktion erst durch die eingeatmete Luft, die das Zentralorgan in Erregung

versetzte, ausgelöst werden. Die Seele selbst war ein hauchartiges, aus dem Weltall stammendes Fluidum. Übrigens ist es nicht ganz klar, wohin eigentlich *Hippokrates* die Seele lokalisierte. Seine frühen Schriften schreiben sie der linken Herz Kammer zu, wo die mit den Gefäßen zugeführte Luft, vermittels der sog. „Emanation“, in „Pneuma“ (d. i. der Träger der Intelligenz) umgewandelt wurde; während er in einem späteren Buche über die Epilepsie (das jedoch manche seiner Biographen — um nicht einen Widerspruch des großen Arztes annehmen zu müssen — einem anderen Autor zurechnen) Rezeption und Verstand einwandfrei in das Gehirn verlegte und im Herzen nur mehr den Sitz der Empfindung erkannte. Somit tritt uns hier, in primitiver Form, das Gleiche entgegen wie in den genialischen Konstruktionen *Schellings*: eine medizinische Metaphysik und in beiden Fällen ein Hemmnis für jede konkrete Forschung.

Es kann daher nicht weiter wundernehmen, wenn auch *Aristoteles* (384—322 v. Chr.), ein Schüler *Platons*, Begründer der wissenschaftlichen Logik, der in der Natur bereits (über 2000 Jahre blieb der Gedanke ungenutzt!) eine ununterbrochene Stufenfolge von niederen zu höheren Organisationen erkannte, ebenfalls das Herz als das Organ, das die Bewegung leite, als Substrat der Seele beanspruchte. Demnach nahmen auch die Neura von hier ihren Ursprung; und das Gehirn mußte sich mit der Rolle eines Ausgleichsventils und Reglers der Blutwärme begnügen. Dieser Aufgabe schien es um so eher gewachsen, als man es selbst für kalt und blutleer und nur die umhüllenden Häute für gefäßhaltig hielt.

Indes erkannte der scharfe realistische Verstand *Aristoteles'*, der ebenso wie *Hippokrates* seine Zergliederungskunst nur an Tieren betrieb, bald durchgehende morphologische Ähnlichkeiten bei den verschiedenen Klassen. Er gehört dadurch mit zu den Begründern der vergleichenden Anatomie. Beispielsweise fand er in den Hemisphären der meisten höheren Tiere eine Höhlung. Bei den Fischen sah er den Opticus und sein Chiasma. Von ihm stammt auch die Bemerkung des größeren Gewichts des männlichen Gehirns gegenüber dem der Frau, sowie die sonderbare Ansicht, daß das Hinterhaupt frei sei von Gehirn. Im ganzen betrachtet, war die *aristotelische Lokalisationstheorie zweifellos ein Rückschritt* und — bei dem Gewicht seiner wissenschaftlichen Meinung — ein schwerer Hemmschuh am Rad des Fortschrittes bis weit in das aufgeklärte Zeitalter eines *Descartes* hinein (der diese barocke Lehre noch durchaus bejahte), bis ihr *Harvey* durch seine Entdeckung der Blutzirkulation endgültig den Boden entzog.

Erst die alexandrinische Schule, deren glänzendste Erscheinungen *Erasistratos* und *Herophilos* waren, hat sich mit der Zergliederung auch menschlicher Hirne befaßt. Ihnen gelang eine ganze Reihe neuer Entdeckungen. *Herophilos* beschrieb die Ventrikel (in denen er die Seele vermutete) mit den Plexus chorioidei, den Confluens sinuum und den

Calamus scriptorius, während *Erasistratos* eine genaue Beschreibung des Kleinhirns gab, das er — neben den Meningen — als den Ort der Seelen-tätigkeit ansah. Auch unterschied er erstmalig zwischen Sehnen und Nerven, die er bereits in Bewegungs- und Empfindungsnerven einteilte, ohne jedoch damit wesentlich mehr als eine theoretische Definition gewonnen zu haben. Auch in ihnen kreiste natürlich noch das phantastische Pneuma, dessen Erneuerung durch die Aktion des Herzens geschah, in dem er eine niedere Form der Seele inkarniert glaubte. Völlig überraschend jedoch und hart an der Grenze eines tieferen Verständnisses der grauen Rinde, ist seine Meinung, daß eine unleugbare Korrelation bestehe, zwischen der Fülle der Windungen an der Gehirnoberfläche des Menschen und seiner überlegenen Intelligenz gegenüber dem gesamten Tierreich; eine Ansicht, die *Galen* — der die höhere psychische Organisation in erster Linie in qualitativen Eigenschaften des Substrates vermutete — später mit einem sarkastischen Hinweis auf die Anzahl der Gyri beim Esel für lange Zeit verschüttete.

Immerhin verdanken wir dem vorderasiatischen Griechen *Galen* von Pergamon (129—199 n. Chr., also fast ein halbes Jahrtausend nach *Erasistratos*) eine beträchtliche Erweiterung unserer Kenntnisse vom Bau des Zentralorgans. *Galens* Anatomie beruht indes wieder ausschließlich auf Erfahrungen am Tierkörper. Gelegentlich verstieg er sich sogar zum Experiment; so, wenn er zu beweisen versuchte, daß der Sitz der Seele, der Bewegung und Empfindung unmöglich in den Häuten zu suchen sei — wie inzwischen behauptet worden war — als hingegen im Gehirn selbst, und zwar dort, wo es den Hirnnerven den Ursprung gibt. Er sah endlich die Nerven sowohl im Cerebrum als auch im Rückenmark entspringen und erkannte damit den Zusammenhang des ganzen nervösen Systems. Wie *Erasistratos* unterschied er sensible und motorische, oder — wie er sie nannte — weiche und harte Nerven. Jedoch verrät er eine verblüffende Kenntnis der Gehirngefäße und Hirnnerven, von denen er sieben Paare, auch in ihrer Topographie, ziemlich eingehend beschrieb. Zu seinen Entdeckungen gehören unter anderem: die vier Ventrikel, der Fornix, das Corpus callosum, die Corpora quadrigemina, der später nach *Sylvius* genannte Aquädukt, Epi- und Hypophyse mit Infundibulum, sowie zwischen Hirn und knöcherner Schädelwand, der *sagenhafte Plexus retiformis*, dem die eigenartige Aufgabe zukommen sollte, die *Spiritus vitales* des Blutes in die *Spiritus animales*, die die Ventrikel anfüllen und deren Fluß man durch Bewegungen des Corpus pineale regulieren ließ, umzuwandeln — ein Theorem, das noch im späten Mittelalter auf Grund des Dogmas der Unfehlbarkeit *Galens* in medizinischen Dingen die skurrilsten Blüten trieb (Näheres über die Neurologie *Galens* siehe bei *Falk* und *W. Creutz*).

Mit dem Tode *Galens* hatte das Griechentum seine Rolle in der Entwicklung der Medizin ausgespielt, ohne daß sich im Laufe der nächsten

12 Jahrhunderte, in denen Christentum und Islam jede Sektion verboten, eine andere, ebenbürtige Nation gefunden hätte, um sie weiterzuführen.

So bleibt während dieser langen Zeit wenig genug zu erwähnen; höchstens, daß *Nemesios* die alte, vermutlich auf *Poseidonius* zurückgehende Lokalisationsidee erneuerte und eine Fabel erfand, nach der die vordere Hirnhöhle die Einbildung, die mittlere den Verstand und die hintere das Gedächtnis fixierte.

Erst mit dem Entstehen der Bologneser Schule um die Mitte des 12. Jahrhunderts, oder eigentlich erst, nachdem man im alten Gymnasio 1302 wieder begonnen hatte, menschliche Leichen zu sezieren — eine akademische Haupt- und Staatsaktion — erfuhr auch die Hirnanatomie gelegentlich eine Erweiterung. *Mundius* entdeckte die Sehhügel, *Berengar* gab eine genauere Beschreibung der Ventrikel, der Wasserleitung und der Fissura cerebri lateralis. Und etwas Unerhörtes: er widersprach *Galen*, indem er das Rete mirabile, beim Menschen zumindest, für eine Fiktion erklärte. Doch bereits *Etienne* brachte wieder Abbildungen, keine Kunstwerke übrigens, auf denen man sehen konnte, wie das Rete aus der Carotis gespeist wurde.

Der Generalangriff gegen *Galen* wurde hingegen von dem Brüsseler *Vesal* (1514—1564), den man in Padua, 23jährig, zum Professor der Anatomie und Chirurgie gemacht hatte, vorgetragen, und zwar auf Grund der Entdeckung, daß *Galen* wohl Ziegen, Schweine und Affen, aber nie einen Menschen zergliedert hatte. Die Kenntnisse des Hirnbaues, durch zahlreiche eigene Beobachtungen vermehrt, schildert er im 7. Band seines ebenso reich wie vorzüglich bebilderten großen Werkes „de humani corporis fabrica“ (das eben erst mit den alten Basler Drückstöcken in München neu verlegt wurde). Mit diesem Opus wurde er zum eigentlichen Begründer der deskriptiven Anatomie. Er unterschied zum ersten Male graue und weiße Substanz, wobei er die letztere auch allein in den Nerven wiederfand. Er kannte das Marklager des Großhirns, sah die Kreuzung der Hemisphärenfasern im Corpus callosum, dessen Name von ihm stammt und gab eine eingehende Schilderung der Ventrikelperipherie, des Fornix, des Arbor vitae cerebelli, sowie der Epiphyse — nach *Galen* das Exkretionsorgan des Gehirns. Das Wundernetz wird von ihm nochmals nachdrücklich verneint, wenn er auch die Möglichkeit seiner Existenz bei gewissen Tieren zugibt.

Das Verdienst, die deskriptive Anatomie der Hirnnerven entscheidend gefördert zu haben, hat der bedeutende italienische Anatom *Eustachius*, der in einem glanzvollen Tafelwerk, in dem er das gesamte Zentralnervensystem abbildete, die Nervi cerebrales bis zu ihren Ursprüngen darstellte. Er gab auch bereits eine Topographie der Corpora mamillaria, des dritten Ventrikels und der drei Hörner der vorderen Hirnhöhle. (Der heutige Name „Seitenventrikel“ stammt von *Winslow*.) Ebenso trennte er den Thalamus, den er als eine anatomische Einheit auffaßte, aus dem Gefüge

des Streifenkörpers. Eine Erweiterung der Forschungen des Italieners über die Hirnnerven gab sein Landsmann *Fallopious*, der ihre Einteilung und Bezeichnung nicht mehr — wie bisher üblich — nach den Eintrittsstellen in den knöchernen Schädelgrund vornahm, sondern nach ihrem Ursprung an der Hirnbasis selbst. *Fallopious*, der sich vorzüglich mit der Gefäßversorgung des Cerebrum beschäftigte, konnte auch *Vesal* berichtigen, der die Arterien noch in die Sinus einmünden ließ.

Vidus Vidius fand dann die, später von *Santorini* eingehend beschriebenen Emissarien. Allein, was schon *Vesal* ad absurdum geführt hatte, nämlich die weitverbreitete Meinung von der schleimigen Sekretion des Gehirns, bei *Vidius* feierte sie fröhliche Urständ.

Man gewinnt unschwer den Eindruck, daß die Geschichte der Hirnanatomie der geschilderten Epochen einen ungeheuren Umweg macht. Es fehlen zumeist alle leitenden Gedanken, jedes konkrete Ziel; und immer wieder fürchtet man, daß sie dabei ist, sich völlig im Gestrüpp der Theoreme und philosophischen Systeme zu verlieren. Wir stehen nicht an, die Philosophie im Verein mit dem Christentum als eines der schwerwiegendsten Hindernisse für die Entwicklung der Naturwissenschaften, wie insbesondere für die Medizin, zu betrachten. Nicht einmal „Schritt für Schritt“ errang der Fortschritt das Feld, kaum Fuß um Fuß. Eine unendliche Fülle von Namen — und fast ebenso viele Irrtümer!

Es war klar, daß unter solchen Umständen jedes einigermaßen vernünftige methodische Vorgehen bei der Sektion des Gehirns, wie es *Varoli* (1543—1575) einschlug, zu brauchbaren Ergebnissen führen mußte. Die bisherigen Anatomen hatten sich, soweit das Gehirn dabei in Frage kam, wenig Gedanken über eine solche Technik gemacht. Man benutzte entweder die Maceration im strömenden Wasser, oder legte wahllos, meist senkrechte Schnitte durch das auf seiner Basis ruhende Gehirn. Auch *Vesal* war so vorgegangen, *Varoli* nun, der der Meinung war, daß die wichtigsten Teile gerade an der Grundfläche lägen, die bei der Zerfließlichkeit des Gehirns leicht zerstört wurden, legte es während der Aufbewahrung und Präparation daher auf die Konvexität. Mit diesem Verfahren fand er die seinen Namen tragende Brücke, die Hirnschenkel, den Sehstreifen und den Verlauf des Opticus jenseits vom Chiasma. Doch auch die Windungen, deren Anatomie man bisher durchaus noch nicht kannte, vernachlässigte er nicht. Seiner Präparationsmethode verdankte er denn auch eine etwas weitergehende Kenntnis des Rückenmarkes, wobei er die hier verlaufenden Stränge jedoch bereits in den Ventrikeln endigen ließ. *Varoli* ist der eigentliche Entdecker des Liquors¹, den er allerdings als ein Exkrement des Hirns auffaßte,

¹ Näheres über die Geschichte des Liquors und der Ventrikel findet sich in der Arbeit von *H. Spatz u. Stroescu*: Zur Anatomie und Pathologie der äußeren Liquorräume des Gehirns. Nervenarzt 1934, H. 9. Man sehe ferner: *Sudhoff*: Die Lehre von den Hirnventrikeln.

das seinen Abfluß durch das Infundibulum fand. Die *Spiritus animales*, die man bisher in den Höhlen enthalten glaubte, verlegte er in die *Massa cerebri* selbst. Das Großhirn wurde dadurch zum Sitz der Empfindung, das Cerebellum zum Substrat der Bewegung, während die Gesamtseele nicht direkt an ein Organ gebunden sein sollte.

Auch *Sylvius*, eigentlich *Franz de le Boë*, Professor in Leiden, dessen Name heute noch mit einigen Hirnteilen, die er übrigens nicht selbst entdeckt, sondern nur eingehend beschrieben hat, verbunden ist, benutzte die Sektionstechnik *Varolis*, sie durch senkrecht geführte Schnitte sinnvoll ergänzend. Auf diese Weise fand er den Recessus triangularis und die Verbindung zwischen Zirbel und Vierhügelplatte, die er dann, merkwürdig genug, auch vergleichend anatomisch verfolgte.

In diese Epoche fallen eine ganze Reihe wichtiger wissenschaftlicher Entdeckungen, so die des Blutkreislaufs durch *Harvey* und vor allem die des Mikroskops, das eines Tages auch das enge Gebiet der Hirnforschung ungeahnt erweitern sollte.

Einstweilen jedoch war die Entwicklung der Anatomie des Zentralorgans einigermaßen zum Stillstand gekommen. Zwar bemühte sich der Deutsche *Schneider* einige der barocksten Irrtümer, die immer noch in Unzahl durch die Jahrhunderte geschleppt wurden, aufzulösen; beispielsweise die alte Lehre von den Hirnsekreten, die durch die Nase abfließen sollten, oder die uralte, schon beinahe zum Axiom gewordene Ansicht von der schleimigen Sekretion und der Entstehung des Stars durch Schleimabflüsse ins Auge. Allein, dieser brave Ritter Georg war noch weit entfernt davon den Drachen zu töten.

Auch der Engländer *Thomas Willis* (1622—1675), ein Freund des Holländers *Sylvius*, verdankte wie *Varoli* seine bedeutenden Entdeckungen in der Hauptsache seiner sorgfältigen und ingeniosen Präparationstechnik, die er vor allem um das Injektionsverfahren mit farbigen Flüssigkeiten bereicherte. Bei der Darstellung der Gefäßverhältnisse an der Hirnbasis fand er dann, daß die gesamte Rinde, in der er graue und weiße Substanz unterschied, ihr Blut aus der weichen Hirnhaut erhielt. *Willis* nahm eine Einteilung des Gehirns in drei Abschnitte vor, nämlich in das Großhirn, das Kleinhirn und in das verlängerte Mark, die er alle von einer gemeinsamen gefäßtragenden weichen Haut umhüllt fand.

Mit ihm, der gelegentlich auch vergleichend anatomisch arbeitete, beginnt die Forschung sich näher mit den Zusammenhängen der einzelnen Hirnbestandteile untereinander zu befassen, ein Bestreben, das seiner Verwirklichung, vor allem mangels einer erfolgversprechenden Methode, noch lange nicht entgegenging. Selbst *Tiedemann*, der in einer wissenschaftlich sehr viel glücklicheren Zeit lebte, wurde durch diesen Wunsch noch in erhebliche Irrtümer verstrickt.

Immerhin, *Willis* erkannte den Balken als eine Brücke der Hemisphären, er sah die beiden Wurzeln des Bogens mit dem sich zum Corpus

callosum spannenden Septum pellucidum und die vordere und hintere Commissur. Die Medulla oblongata faßte er als ein größeres System auf, zu dem sowohl die Sehhügel als auch die gestreiften Körper gehörten.

Ist es notwendig zu sagen, daß sich um diese Tatsachen wieder eine Fülle der verblüffendsten und sonderbarsten Anschauungen rankte? Schwieriger als das Entdecken der Objekte war beinahe die Enthaltsamkeit von spekulativen Deutungen. Allein diese Aszese ist ein Verdienst — es kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden! — einer Forschergeneration, zu der auch *Friedrich Tiedemann* gehört.

Willis ist Anhänger der alten Lokalisationstheorie, zu der sich immer mehr Freunde fanden, obwohl ihr wahrer Wert — wenigstens in jener Form — gleich Null war. Genau genommen brachte man die Hirnteile und die bekannten menschlichen Fähigkeiten in völlig willkürliche Verbindung. Beispielsweise, wenn *Willis* im Kleinhirn ein Musikzentrum feststellte, wobei die weichere oder härtere Konsistenz entscheidend sei für die Aufnahmefähigkeit für Melodien. Ferner: im Striatum glaubte er die Perzeption, im Corpus callosum die Vorstellung und in den Windungen das Gedächtnis. Wir sehen: eine skurrile Philosophie (und kaum das!), nichts weiter als Stoff zu Diskussionen und Polemiken.

Erst in *Stenson* fand sich wieder ein Mann, der sowohl den *Willisschen* Humor nervosus als auch die *Descartessche* Ansicht vom Sitz der Seele in der Zirbeldrüse ablehnte. Er fand auch die weiße Substanz aus Fasern bestehend, die dann *Malpighi* genauer im Mikroskop sah, wobei er ihren einseitig gerichteten Verlauf im Streifenkörper, sowie ihre zahlreichen Verbindungen mit der grauen Substanz feststellte. Indes, ohne das Hilfsmittel der genialen Färbemethoden war die feinere histologische Kenntnis dieses schwer zugänglichen Organs kaum zu erlangen. *Malpighi*, der die Gehirne meist im gekochten Zustand mikroskopierte, vermochte denn auch nicht, eine wirkliche Bresche in die chinesische Mauer phantastischer oder beschränkter Anschauungen zu legen, in denen die Hirnanatomie vor allem befangen waren. Auch er glaubte noch an den *Succus nutritivus*, der in den hohlen Nerven, durch Klappen reguliert, strömen sollte; oder an die alte hippokratische Ansicht vom drüsigen Bau des Gehirns. Und obwohl *Ruysch*, der im übrigen der Meinung war, daß die graue Substanz völlig aus Gefäßen bestehe, die Lehrsätze des *Bolognesers* entschieden bekämpfte, hielt doch auch später noch *Duverney*, Professor der Anatomie in Tübingen, seine Behauptungen durchaus für richtig und — entsprechend den Aufschlüssen *Malpighis* über die Niere — für ausbaufähig. Er sah demnach den Hauptteil der Drüse in der Rinde und das Mark als aus *Tubuli* bestehend an. Ebenso fand die Lokalisationsidee in ihm einen neuen Förderer. So verlegte er das Hungergefühl in die vorderen, den Durst in die hinteren Vierhügel; die Zirbel hingegen diente der Sekretion des Liquors. Andererseits war es derselbe *Duverney*, der sich erfolgreich um die Erforschung des Nervenverlaufes, namentlich

im Ohr, bemühte. Demnach sollten sich alle Nervi cerebrales in der Medulla oblongata vereinigen.

Man wird sich die Bestrebungen jener Epoche, eine weitergehende Kenntnis des nervösen Faserverlaufes zu erhalten, Bestrebungen, die nun nicht mehr aufhören werden, merken müssen; denn hier hatte man ja tatsächlich ein Ende des verschlungenen Ariadnefadens zum Verständnis in den Händen. Natürlich geht auch dieser Weg über viele Irrtümer. So, wenn der Holländer *Leeuwenhoek*, ein ehemaliger Glasschleifer, der im Alter, als berühmter Anatom, die fibrillären, zusammengesetzte Natur der Nerven erkannte, sie einstweilen mit winzigen Kugeln angefüllt sein ließ, deren durch Belichtung angeregte Bewegung sich bis ins Hirn fortsetzen sollte.

Schon *Ruysch* hatte die weißen Markzüge der Oliven und Pyramiden bis in die Rinde verfolgen können, und *Lancisi*, der wieder einmal die Seele im Corpus callosum internierte, sah neben den queren Fasern des Balkens die längsgerichteten des Bogens. Doch erst *Raymond Vieussens* kam hier wesentlich weiter. Er ging den Faserzügen des verlängerten Marks durch Brücke, Sehhügel, Streifenkörper, über das von ihm sogenannte Zentrum semiovale — das seiner Meinung nach ein Treffpunkt aller markigen Faszikel darstellte, ehe sie abwärts zogen — bis in die Rinde nach.

Wieder einmal verdankte er seine Ergebnisse einer verbesserten Präparationstechnik, die an die *Varolische* anknüpfte, sie aber sowohl um horizontale Schnittführungen, wie um das Schaben (wobei die graue Substanz mit einem Skalpell sorgsam entfernt wurde) bereicherte. *Santorini*, der eine Fülle guter Abbildungen brachte, entdeckte dann die von *Reil* später sog. Funiculi teretes, sowie die Decussatio pyramidum, die ihre ausführliche Beschreibung durch *Petit*, *Mistichelli* und *Winslow* fand.

Eine weite Lichtung in das Gestüpp der Lehrmeinungen schlug die von dem Berner *Haller* (1708–1777) und seiner Göttinger Schule begründete Experimentalphysiologie. Es war der ernsthafte Versuch eine konkrete Forschung aufzubauen, mit dem die heraufziehende Zeit der Aufklärung auch hier die Nebel zu durchbrechen trachtete, die sich nur noch einmal, in der romantischen Naturphilosophie *Schellings*, 100 Jahre später, wieder verdichten sollten. *Haller* war ein Feind des Lokalisationsgedankens, da er eingesehen hatte, daß verschiedene, durch Erkrankung ausgeschaltete Hirnteile durch andere vertreten werden könnten.

Ein weiterer Fortschritt dieser Epoche wurde in der Herstellung anatomischer Tafeln erzielt. Zwar ging das Kupferstichverfahren, in dem die meisten Abbildungen hergestellt wurden, bis in das erste Viertel des 15. Jahrhunderts zurück; doch hatte eben erst *Janinet* in Frankreich eine Methode ersonnen, nach der auch mehrfarbige Stiche unschwer herzustellen waren. Berühmt geworden sind vor allem die Bilder *Vicq*

d'Azyrs — des Leibarztes der Kaiserin Maria Theresia — der die Gehirne in einer Mischung von Alkohol und Salzsäure härtete, bevor er sie durch außerordentlich zahlreiche, vorzüglich horizontal geführte Schnitte zerlegte.

Vicq d'Azyrs Beitrag zur Kenntnis der Anatomie des Gehirns bestand in der Beschreibung der Substantia perforata anterior, des zwischen Thalamus und Corpus striatum eingeschalteten Hornblattes, der aufsteigenden Säulchen des Gewölbes, des Nucleus dentatus, den er nicht mehr wie noch *Vieussens* für drüsig hielt, sondern aus grauer Substanz bestehen ließ, sowie der nach ihm benannten weißen Faserzüge, die indes zum Teil schon von *Genari*, dem Erfinder der Gefrierhärtung, entdeckt waren. Auf seinen Tafeln findet man außerdem noch die von ihm nicht beschriebene Insel, die innere Kapsel und das Claustrum dargestellt.

Von nun an war die Entwicklung nicht mehr aufzuhalten; Entdeckung folgte auf Entdeckung. Und namentlich die deutschen Forscher setzten sich eilends an die Spitze der großen wissenschaftlichen Armee.

Sommerring (1755—1830), der eine einheitliche anatomische Terminologie entwarf, verfolgte den Oculomotorius bis zur Substantia nigra. Auch die Gefäßarmut des Markes fiel ihm auf. Er unterschied nicht nur wie bisher graue und weiße Substanz, sondern schuf die vier Kategorien: der grauen Rinde, des milchig-weißen Marks, der gelblichen Masse innerhalb der grauen und der schwarzen innerhalb der Markbündel des Großhirns halbmondförmig angeordneten Substanz. Faserstrukturen, die durch längeres Liegen der Hirne in Essig sichtbar wurden, hielt er für artifiziell. Das Sensorium commune, wie *Haller* die Seele genannt hatte, glaubte er wieder einmal (s. *Herophilos*!) im Liquor enthalten, dessen Menge ein Maßstab für die Intelligenz sein sollte. Diese merkwürdige Theorie hatte ihren Grund darin, daß eine ganze Anzahl wichtiger Hirnnerven ihren Ursprung in den ventrikelnahen Bezirken nahmen. Mußte mithin nicht der Liquor cerebri der Quell sein, aus dem die alle geistigen Leistungen bewirkenden Ströme gespeist wurden?! Übrigens waren die Brüder *Wenzel*, die sich gelegentlich auch mit embryologischen und vergleichend-anatomischen Studien befaßten, durchaus seiner Meinung. Diesen beiden Autoren sind weiter noch die Funde der Striae medullares, des Locus coeruleus und des Hippocampus mit seinem Uncus, den sie als eine bis zur Seitenhirnhöhle verlängerte Windung auffaßten, zu verdanken.

Franz Josef Gall nun, der Vater der Phrenologie, dem der berühmte *Burdach* ein glänzendes Zeugnis ausstellte, glaubte die Kenntnis der Hirnfunktionen durch unablässige Verfolgung des Faserverlaufes schließlich erzwingen zu können. Für ihn war die differente anatomische Struktur der verschiedenen Hirnteile eine absolute Gewißheit, ebenso sehr wie ihre von einander verschiedene Funktion. Sitz der Seele aber konnte nur das Zentralorgan in seiner Gesamtheit sein, trotzdem er von der überragenden

Bedeutung der Gyri, in denen er die „peripherischen Ausbreitungen der Hirnnervenbündel“ sah, überzeugt war. Obwohl ihm die ersehnte Darstellung der ununterbrochenen nervösen Leitung vom Rückenmark bis zu den Windungen nicht selbst gelang, wies er doch die Physiologen nachdrücklich auf jene Möglichkeit hin. Neben diesen großen Bahnen, den Fernfasern, unterschied er auch noch die benachbarte Teile verbindenden commissuralen Fasern. Den Sömmerringschen Kategorien stellte er seine Auffassung von der einheitlichen Struktur der gesamten grauen Substanz, die er als „Ur- und Nährstoff aller Nerven“ ansah, entgegen.

Seine Entdeckungen sind außerordentlich zahlreich. So fand er unter anderem, daß der Opticus nicht, wie man immer angenommen hatte, seinen Ursprung aus dem danach benannten Sehhügel nahm, als vielmehr von der grauen Substanz der vorderen Vierhügel sowie des Corpus geniculatum laterale. Ebenso verfolgte er die Radix descendens trigemini. Der Acusticus sollte aus den Striae medullares und der Taenia grisea entstehen. Den Pyramiden- und „Olivarbahnen“ ging er bis zum Striatum nach. Besonders interessant sind seine Studien am Hirn von Neugeborenen, wobei er ein Fortschreiten im Auftreten der Faserstrukturen vom mittleren und hinteren Lappen zum Kleinhirn entdeckt zu haben glaubte. Die vorderen und oberen Hirnanteile sollten sich erst mehrere Monate nach der Geburt stärker entwickeln.

Wesentlich — in Hinblick auf die Tiedemannschen Untersuchungen — erscheint uns die Kenntnis seiner Theorie der Fasersysteme. Er unterschied hierbei ausstrahlende Fasern, die vom Rückenmark durch den Hirnstamm und seine Ganglien zu den Windungen ziehen sollten und rücklaufende, die von der Rinde kommend, angeblich gegen die Commissuren zu konvergierten, um diese zu bilden.

Auch die Reilschen Fasersysteme sind durchaus ähnlich aufgebaut. Nach ihm gab es ein Hirnschenkelsystem, das sich von den Pyramiden bis zum Stabkranz erstreckte und das Balkensystem, das mit seinen queren Zügen das erstere durchkreuzte und sich an vier Stellen unmittelbar an jenes anschloß. Diese beiden Systeme glaubte er im sog. Kern enthalten, neben dem noch die Windungen und die grauen Ganglien existierten. Alles Übrige war nur Verbindungsmasse.

Sein Wissen um den Hirnbau war erstaunlich weitgehend. Die Fasciculi pyramidales verfolgte er erneut, zusammen mit den im Hirnschenkel enthaltenen Bahnen durch die Brücke. Er sah auch ihre Verbindungen zum Thalamus, die Berührung der Substantia nigra mit dem Nucleus ruber, beschrieb den Nucleus lentiformis, sowie die in der Vierhügelplatte enthaltenen Kerne. Auch das Kleinhirn unterwarf er einer ebenso eingehenden Analyse wie die Insel, die Sylvische Grube, die innere und äußere Kapsel, die von ihm entdeckt wurden. Allerdings vermutete er hier fälschlicherweise Querverbindungen vom vorderen zum Mittelhirn. Das

Corpus striatum vor allem, in dem er häufig pathologische Veränderungen fand, galt ihm nicht nur als Indicator der Gesundheit des Gesamtorgans, sondern auch als Quelle der Hemisphären.

Wenn man weiß, in welch hohem Maße die Methodik des Vorgehens entscheidend für die Resultate ist, so möchte man die Frage nach der Technik *Reils* nicht unbeantwortet lassen. Abgesehen von seiner glücklichen Beobachtungsgabe und einer überragenden Fertigkeit des Präparierens, war es das von ihm erfundene wirksame Härtungsverfahren in einer Mischung von Weingeist und Alkalien, oder auch in Terpentinöl und darauf in Alkohol, sowie eine sehr merkwürdig anmutende Technik, die Faserstrukturen zu erkennen. Er brach nämlich vom gehärteten Hirn Bruchstücke ab und schloß aus dem sich darbietenden Bild auf die hier vorhandene Organisation. Intimere Kenntnisse einzelner Gebilde erreichte er auch durch besondere Maceration in Salzsäure.

Allein *Reil*, der leider auch als Anhänger der *Schellingschen* Theorie, zahllosen Phantasmagorien das Wort redete, begnügte sich nicht mit der Deskription, sondern erweiterte sie durch vergleichend-anatomische und embryologische Studien, die er jedoch ausschließlich an Säugetierfeten betrieb.

Hier setzte *Ignaz Döllinger* mit seinen entwicklungsgeschichtlichen Forschungen am menschlichen Embryo ein, mit denen er hoffte das Rätsel Hirn zu erschließen. Zwar hatte schon *Kaspar Friedrich Wolf* vor langer Zeit Abbildungen embryonaler Gehirne gebracht; *Petsche* hatte die faserige Struktur auch des pränatalen Cerebrum entdeckt, indes ging der mächtigste Ansporn, besonders zu vergleichend-anatomischen Arbeiten erst von dem durch seine Desendenztheorie bekanntgewordenen französischen Zootomen *Cuvier* aus, dem auch *Friedrich Tiedemann* — neben *Gall* — Anregungen zu seinem nunmehr ausführlich zu betrachtenden Werk über die „Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns“ verdankt. —

In einem viel höheren Maße als Erfindungen sind gewöhnlich wissenschaftliche Entdeckungen das Ergebnis einer weitverzweigten und zuweilen bis in ferne Jahrtausende zurückreichenden Entwicklung. Am Anfang eines solchen Unternehmens stand wohl in den meisten Fällen — so seltsam das klingen mag — das intuitiv geschaute Resultat in seinen wesentlichsten Zügen; denn das Feld der Möglichkeiten ist ja beschränkt, und es laufen logische Ketten vom Vorhandenen, das als Ausgangsmaterial benutzt wird, zum Neuen.

Aus diesem Grunde hielten wir eine einigermaßen eingehende Darstellung der Hirnanatomie vor *Tiedemann*, namentlich aber die in manchen einschlägigen Werken häufig vermißte deutliche Kennzeichnung der Richtung, in der die Forschung einer bestimmten Epoche gerade verläuft, für unumgänglich notwendig, um sowohl die Wurzeln der angewandten Methoden (die, wie wir mehrfach zeigen konnten, einen nicht zu unter-

schätzenden Anteil an den Funden selbst haben), wie auch die Herkunft des jedem wissenschaftlichen Werk seinen Stempel aufdrückenden Zeitgeistes (der ebenfalls für die aus einer Tatsache gezogenen Folgerungen weit mehr verantwortlich ist als wir meist glauben) entsprechend zu charakterisieren. Wir halten demnach den vorausgehenden geschichtlichen Bericht auch nicht so sehr für eine notwendige Einleitung, als vielmehr für einen Teil unserer eigentlichen Aufgabe selbst.

IV. Die wissenschaftlichen Absichten Tiedemanns.

Es kann kein Zweifel sein, daß auch *Tiedemann* als Ideal aller Hirnanatomie und -physiologie die Kenntnis der Funktion des Organs, bzw. seiner Teile vorgeschwobt hat; allein er kannte die Grenzen der von ihm benutzten Disziplinen der vergleichenden Anatomie und Embryologie gut genug, als daß er von ihnen mehr erwartet hätte als die Schaffung wichtiger Grundlagen, auf denen man weiterbauen konnte, um dieses Ziel, das viele schon resignierend als hoffnungslos bezeichneten, zu erreichen. *Tiedemann* selbst hielt die vergleichende Psychologie für das einzig gegebene Verfahren, die Funktion des Cerebrum zu erkennen, wenn er schreibt¹:

„So wie wir durch die Untersuchung des Nervensystems und des Hirns der Tiere zur Kenntnis der allmäßlichen Bildung und Zusammensetzung des Hirns gelangen müssen, so bedürfen wir auch einer vergleichenden Psychologie, um die Bedeutung und die Aktion der Hirnteile zu erkennen. Nämlich man sollte die Äußerungen und Erscheinungen der Hirn- und Seelentätigkeiten der Tiere aufwärts von den niederen zu den höheren Tieren bis zum Menschen beobachten und verfolgen und endlich Parallelen dieser Äußerungen mit dem Bau des Hirnes ziehen. Durch eine Vergleichung der Seelentätigkeiten und des Hirnbaues der verschiedenen Tiere würden wir zur Kenntnis der Funktion der einzelnen Hirnteile gelangen, eine Kenntnis, die uns noch gänzlich mangelt, und die wir uns auf keinem anderen Wege, als auf dem eben angegebenen, erwerben können.“²

In dieser Bewußtheit der vorhandenen Möglichkeiten liegt denn auch der tiefere Grund zu seiner außerordentlichen Selbstbescheidung, die sich kaum je einmal auf den Versuch einer funktionellen Deutung einläßt; und wenn überhaupt, so sind es kurze Bemerkungen, etwa über die prinzipielle Wirkung der grauen Substanz (deren Sinn *Tiedemann* übrigens genau so wenig einsah wie seine Vorgänger). *Man muß sich völlig klar darüber sein, daß diese Zurückhaltung, die ebensosehr der wissenschaftlichen Kritik des Verfassers wie seinem starken und sicheren Empfinden für eine exakte Forschung entspringt, für jene Epoche, die bereit war, aus drei glücklichen Funden ein phantastisches Theorem zu ververtigen, etwas*

¹ *Tiedemann: Anatomie und Bildgeschichte*, S. 3.

² *Tiedemann: Anatomie und Bildgeschichte*.

unerhört Neues bedeutet. Das allein schon ist ein Verdienst, das keinesfalls zu gering bewertet werden sollte.

Indes hat die geschichtliche Entwicklung *Friedrich Tiedemann* in einem Punkt doch nicht recht gegeben. Es war nicht die vergleichende Psychologie, der wir unsere heutigen Kenntnisse von der Funktion mancher Teile des Zentralnervensystems verdanken, als vielmehr in erster Linie der Tierversuch (und zu seiner Bestätigung gelegentliche, im Verlaufe von Operationen vorgenommene Experimente am Menschen) sowie die Klinik im Verein mit der pathologisch-anatomischen Sektion.

Noch eins: *Tiedemann* spricht in sehr bestimmter Weise von der „Funktion der einzelnen Hirnteile“¹. Es ist die *Gallsche Auffassung*, die hier zum Ausdruck gelangt, *ein neues Bekennen zur Lokalisationsidee*, aber wie sehr verschieden von jeder früheren! Damals glaubte man bereits das ganze Geheimnis in den Händen zu halten — wobei es wenig ausmachte, daß man darüber in jeder neuen Veröffentlichung eine andere Ansicht las. Nun erst sah man, wie sehr man noch in den Anfängen steckte. Es war *eine Arbeitshypothese*, nichts weiter.

Tiedemanns Buch erschien außerdem zu einer Zeit, in der die rein beschreibende Anatomie — mit Ausnahme vielleicht der des Gehirns — zu einem gewissen Abschluß gekommen schien. Was war natürlicher, als daß man versuchte, nach irgendeiner Richtung die Basis zu verbreitern; und da man mit der Ergründung der kausalen Genese schon in den vergangenen Jahrhunderten so kläglich Schiffbruch erlitten hatte, so lag in der Tat nichts näher, als jenes Ziel durch die Erforschung der formalen Genese zu erreichen. Hinzu kam, daß die Deskription des Gehirns, bzw. der noch unbekannten Teile und namentlich des genaueren Faserverlaufes, ihren Stillstand den — je weiter man kam — immer größer werdenden Schwierigkeiten der Präparation verdankte. Wieder einmal war eine Methode am Ende ihrer Möglichkeiten, und man bedurfte dringend einer neuen.

Nun war zwar die vergleichende Anatomie nichts weniger als etwas Neues; gehen doch ihre Wurzeln bis in die fernen Tage der griechischen Naturphilosophen, bis auf *Demokrit* zurück, wie man den Berichten des *Aristoteles* entnehmen kann. Für das Gehirn hatte unlängst erst *Gall* derartige Studien veröffentlicht. Allein, alle diese Unternehmungen — die *Galls* nicht ausgenommen — waren völlig unsystematisch und daher von sehr fragwürdigem Wert. *Gall*, obgleich von der Bedeutung solcher Forschung innig überzeugt, hatte denn in der Tat auch nicht mehr getan, als das Nervensystem eines Huhnes, einiger Säuger und einer Raupe beschrieben.

Wollte man indes zu gültigen Schlüssen über die Morphologie des Gehirns gelangen, so war es unbedingt notwendig, ein großes Material nach ganz bestimmten Gesichtspunkten zu untersuchen.

¹ *Tiedemann*: Anatomie und Bildgeschichte, S. 3.

Mit der Embryologie stand es durchaus ähnlich. Man hatte schon viel früher gelegentlich fetale Gehirne untersucht. Und noch wenig vor dem Erscheinen des *Tiedemannschen* Buches war über diesen Gegenstand von *Döllinger* eine größere Arbeit unter dem Titel „Beiträge zur Entwicklung des menschlichen Gehirns“ herausgekommen, in der der Verfasser unter anderem eine ganze Reihe phantastischer Behauptungen aufstellte. Ebenso hatten die Brüder *Wenzel* sowie *Carus* Einiges in dieser Hinsicht veröffentlicht. *Die saubere, aprioristische Darstellung der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Hirns war auch hier Tiedemann vorbehalten.*

Das größte Verdienst dieses Werkes ist jedoch unbestreitbar die auch von seinen Zeitgenossen restlos anerkannte Synthese der beiden Verfahren, mit der er einwandfrei den außerordentlich wichtigen und weittragenden Nachweis erbrachte, daß zwischen den bleibenden Formen des erwachsenen Tierhirns und der embryonalen, werdenden des menschlichen gesetzmäßige Zusammenhänge bestehen, und zwar so, daß das Hirn einer gegebenen Tierart einer ganz bestimmten Stufe fetaler Entwicklung entspricht.

Dieses Ergebnis war für die Deszendenztheorie naturgemäß von überragender Bedeutung, denn es enthielt einen neuen brauchbaren Beweis für die Anschauung einer Entwicklung von niederen zu höher organisierten Lebewesen, an deren Spitze der Mensch stand¹.

Indes hat *Tiedemann*, trotz *Cuvier*, in dieser Beziehung keinerlei spekulative Absichten gehabt; und so enthält sein Buch auch über diesen Punkt nichts. Er sah in ihm vielmehr ausschließlich „einen kleinen Beitrag zur Bildungsgeschichte des menschlichen Körpers“², aus dem hervorging, „daß die Bildung des Hirns im Embryo und Fetus während den verschiedenen Monaten der Schwangerschaft die Haupt- und Bildungsstufen durchläuft, worauf das Hirn der Tiere das ganze Leben hindurch gehemmt erscheint“².

V. Zum Aufbau der *Tiedemannschen* Arbeit.

Die *Tiedemannsche* Arbeit teilt sich, dem Gesagten entsprechend, ganz zwangslös in zwei große Abschnitte: in die Embryologie und in die vergleichende Anatomie, die an den Fischen, Amphibien, Vögeln und Säugetieren zur Durchführung gelangt. (Die Reptilien wurden damals noch nicht als eine eigene Klasse gerechnet.) Doch während er im ersten Teil sich eingehend um die Darstellung des organischen Zusammenhangs der Teile innerhalb des Ganzen bemüht, mußte er im zweiten notwendig umgekehrt den Akzent auf die Teile selbst legen, um ihre Form in den verschiedenen Tierklassen zu untersuchen und die Möglichkeit morphologischer Analogien zu prüfen.

¹ *H. Spatz* hat das in seiner „Anatomie des Mittelhirns“ (Handbuch der Neurologie, Bd. I, S. 483) noch wesentlich schärfer zum Ausdruck gebracht, wenn er von einer Vorwegnahme des *Haeckelschen* biogenetischen Grundgesetzes durch *Tiedemann* spricht. — ² *Tiedemann*: Anatomie und Bildgeschichte, Vorrede S. VI.

Es ist durchaus kennzeichnend für die nüchterne Art *Tiedemanns*, wenn er seine Schilderung so einfach gestaltet wie nur angängig; und es spricht gleichzeitig für sein glänzendes didaktisches Können, denn wir sind uns bewußt, was es an Schwierigkeiten bedeutet, auf das Äußerste komplizierte Verhältnisse so darzustellen, daß sie einfach erscheinen. Seine Ausdrucksweise, die fast keine Fremdwörter verwendet, und selbst die Bezeichnungen der Organe zumeist in deutscher Sprache bringt, ist dabei von einer verblüffenden Treffsicherheit. Sie vermeidet — wie häufig wird dagegen gesündigt! — jedes Wort, das neben der gewünschten Bedeutung noch eine andere haben könnte. So gibt es denn keine Mißverständnisse, keine „Versionen“. Auch sonst ist seine Sprache, wenn nicht elegant, so doch durchwegs geschliffen, und wo es sein muß, entbehrt sie nicht der Plastizität. Der einigermaßen umfangreichen Arbeit sind eine Fülle außerordentlich zierlicher Abbildungen beigegeben, die von *Martin Münz* nach Angaben des Autors in halbschematischer Manier gezeichnet und gestochen wurden. Sie sind von einer erstaunlich liebevollen und genauen Ausführung; nur leiden sie zuweilen unter der Kleinheit ihres Formates.

Noch eines sei erwähnt, bevor wir die *Tiedemannschen* Untersuchungen näher betrachten (und zwar am besten in der gleichen logischen Reihenfolge, die auch der Verfasser anwendet): das Mikroskop war längst erfunden; die anatomische Wissenschaft seit *Morgagni* verdankte ihm bereits zahllose und wertvolle Bereicherungen. Doch werden wir vergeblich in *Tiedemanns* Arbeit nach histologischen Einzelheiten suchen, jedenfalls nach solchen, die mehr bedürfen als eines einfachen Vergrößerungsglases. Welche Möglichkeiten hätten hier bestanden! (Die Ganglienzelle war noch immer unentdeckt!) — Wurde mit Absicht darauf verzichtet, vielleicht, um die Veröffentlichung nicht allzu lange hinauszuzögern? War etwa für später eine solche Forschung geplant? — Die wahre Ursache für dieses eigenartige Verhalten dürfte vielmehr in dem gründlichen Mißtrauen zu suchen sein, das man zu Zeiten *Tiedemanns* jenem optischen Hilfsmittel entgegenbrachte. Man war über den phantastischen Resultaten einer gerade zu Ende gegangenen Epoche skeptisch geworden. Auch das Mikroskop, dem wir Heutigen so wesentliche Teile unseres naturwissenschaftlichen Weltbildes verdanken, mußte das erfahren.

VI. Embryologie.

Die *Tiedemannsche* Präparationstechnik unterscheidet sich in nichts von den bisher geschilderten Verfahren. In der Hauptsache macht er scharfe Schnitte in den ihm notwendig erscheinenden Richtungen; oder gelegentlich schabt er auch, etwa bei der Darstellung der von ihm so genannten „peripherischen“ Fasermassen unter der grauen Substanz der Hemisphärenwindungen. Die Härtung der Gehirne — ohne das wären die subtilen Untersuchungen an so winzigen und zerfließlichen Objekten überhaupt nicht möglich gewesen! — führt er im Weingeistbad nach *Reil* durch. Den üblichen Einwand, daß dadurch die Faserstrukturen entscheidend

verändert würden, begegnet er geschickt mit dem überzeugenden Argument, daß er — gleichgültig ob an gehärteten oder ungehärteten Gehirnen — die bekannten Faserungen immer als völlig gleichartig verlaufend gesehen habe.

Tiedemann schildert bereits fetale Verhältnisse des *Menschen aus dem ersten Lunarmonat*. Zwar ist der erhobene Befund, infolge der Mißachtung des Mikroskops, äußerst dürfsig. Er findet den Kopf von einer winzigen Anschwellung dargestellt, an der auch mit dem Vergrößerungsglas nur einen homogenen flüssigen Inhalt, doch keine Spur von nervöser Substanz zu entdecken vermag. Es ist die gleiche Entwicklungsstufe, die vom Hühnchen schon am Ende des zweiten Tages, vom Kaninchenembryo am 14. Tag erreicht wird.

Auch ein *menschlicher Fet vom Ende des zweiten Monats* ist nicht wesentlich aufschlußreicher. Der Kopf ist jetzt groß und gekrümmkt, die beiden Augenblasen sind deutlich sichtbar, und unter der dorsalen Haut läßt sich ein oberflächlicher Kanal darstellen, der sich kranialwärts zu einer ebenfalls mit einer weißlichen Flüssigkeit gefüllten Blase, der *Vesicula cerebralis*, erweitert, die die Tendenz zeigt, sich sowohl der Länge als auch der Quere nach einzusenken.

Viel ausgeprägter indes sind die Verhältnisse an einem *dreitägigen Hühnchenkeim*. Hier besteht die Hirnanlage zu dieser Zeit bereits aus einer ganzen Reihe von Bläschen, von denen sich zwei vordere als die Anfänge der Hemisphären, ein mittleres, das sich bald der Länge nach teilt und angeblich zur Entstehung der Sehhügel führt, sowie ein hinteres, das spätere Kleinhirn, unterscheiden lassen. Dabei ist das Ausgangsmaterial für die Substanz des Gehirns nicht etwa die Blasenwandung — vielmehr entstehen aus ihr die harten und weichen Hirnhäute — sondern die von ihr umschlossene, in Alkohol leicht härtbare Flüssigkeit. In direktem Zusammenhang mit diesem Kammersystem steht der von *Tiedemann* so genannte Rückenmarkskanal, der durch eine dorsal auftretende, eine Fortsetzung der Gefäßhaut enthaltende Spalte in dem auffallend dicken Mark gebildet wird. Im ventralen Anteil des Rückenmarks, das zugespitzt im Steißhöcker endigt, kann man zwei Faszikel ohne erkennbare Faserung heraussondern. Das Gebiet der *Medulla oblongata* ist durch den Nackenhöcker oberflächlich gekennzeichnet. Ebenso läßt sich der vierte Ventrikel, der als Fortsetzung und Erweiterung des geschilderten Kanals erscheint, darstellen. An seiner Seite entsteht je eine schmale Membran, die als die noch unvereinigten Blätter der Kleinhirnanlage erkennbar sind. (Doch sind die Verhältnisse von *Tiedemann* nicht völlig durchschaut worden, denn die Kleinhirnbildung geht in Wirklichkeit von einem zusammenhängenden Wulst der Rautenlippe aus, dessen laterale Anteile die Anlage der Hemisphären, dessen medianer unpaarer die des Wurms darstellt.) In analoger Weise ist auch die Vierhügelplatte gekennzeichnet. Der Kanal läßt sich auch unschwer noch über die vierte Hirnhöhle hinaus verfolgen, ohne daß seine lichte Weite zunächst, d. h. im Bereich der Wasserleitung, eingeschränkt würde. Erst weiter kranialwärts, dort wo das sich im Hirnstamm als *Pedunculi cerebri* fortsetzende Rückenmark zwei leichte Erhabenheiten, die späteren Sehhügel, trägt, tritt er als eine in ihrer Mitte verlaufende offene Rinne, als dritter Ventrikel nämlich, zutage; während die kolbigen Endigungen des Hirnschenkel durch die gestreiften Körper, an deren Außenränder die membranösen Auswüchse des *Pallium* sich zu erheben beginnen, dargestellt werden. Auch auf diesem verhältnismäßig weit fortgeschrittenem Stadium sind weder Nerven noch irgendwelche faserigen Strukturen zu sehen — wie *Tiedemann* annimmt — wegen der sehr großen Feinheit dieser Dinge. Vielmehr erscheint

ihm die Substanz des Gehirns, als besthe sie aus einer Unmenge von kleinsten Kugelchen.

Erst an einem *menschlichen Fet aus dem dritten Monat* lassen sich in höherem Maße Einzelheiten feststellen: das Rückenmark mit der cervicalen und lumbalen Intumeszenz, das dorsal eine Gefäßhaut enthaltende Spalte trägt, die mit dem zentralen Kanal auf weite Strecken in Verbindung steht, erhebt sich in der Gegend des vierten Ventrikels mit je zwei seitlich angeordneten schmalen Blättern, die als *Corpora restiformia* und *Processus medullae spinalis ad cerebellum* das auf dieser Stufe bandartige Kleinhirn bilden. Die „Vierhügelplatte“, die sich über die weite Höhlung des *Aquaeductus* spannt, trägt zwei längliche Erhabenheiten. Davor liegen die Thalami und die *Corpora striata*, die in der gleichen Weise wie beim Huhn den Hemisphären ihren Ursprung geben. Auch insofern sind die Verhältnisse hier wie dort durchaus ähnlich, als die, übrigens soliden, Sehhügel (die der Verfasser nicht müde wird die „vermeintlichen“ zu nennen, da der Opticus — wie *Gall* nachwies — nicht von hier, sondern aus dem *Corpus geniculatum laterale* und den oberen Vierhügeln entspringt) zwischen sich den Raum der mittleren Hirnkammer fassen. Sie sind wie die Streifenkörper deutlich als Answellungen der Hirnschenkel zu erkennen und werden durch eine hintere Commissur verbunden. Der dritte Ventrikel aber steht nach unten durch das Infundibulum mit der Hypophyse in Verbindung, in deren Nähe an der Hirnbasis die *Eminentiae candidantiae*, das *Chiasma opticorum*, sowie weiter nach vorne die kolbigen Endigungen des *Olfactorius* sichtbar werden.

Das Kleinhirn bildet als eine konkav gekrümmte Platte das Dach des vierten Ventrikels, ohne daß an ihm eine andere Besonderheit deutlich würde, als seine Verbindung mit den Vierhügeln durch die schon von *Reil* so genannte große Hirnklappe, oder besser: die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina*. — Daß die Bindegarme in Wirklichkeit zur Mittelhirnhaube, besonders zum gekreuzten roten Kern, ziehen, wird erst viel später erkannt.

Die Großhirnhemisphären, so wie sie sich gegen Ende des dritten Lunarmonats darbieten, sind noch sehr unbedeutend, und eigentlich nur im Vorderlappen überhaupt ausgebildet. Sie entstehen als fächerförmige Ausstrahlung der Hirnschenkel an den Außenflanken der Streifenkörper, krümmen sich um diese und die von ihnen durch eine Rinne getrennten Thalami in der Richtung von außen vorn nach innen und hinten, wie die Schale einer Frucht um ihren Kern und bilden dadurch die von den *Plexus chorioidei* erfüllten Seitenventrikel, deren Boden durch die genannten Ganglien gebildet wird.

Zwischen den dünnen Membranen der Hemisphären ragt von oben die zarte Sichel (auch das Zelt und die Sinus sind schon vorhanden). Wenn man sie auseinanderzieht, blickt man zwischen die Thalami in die

Höhlung des dritten Ventrikels hinab. Nur unmittelbar vor den Sehhügeln gewinnt die rechte Hemisphäre Anschluß an die linke. So entsteht die erste Anlage des Balkens, der bis jetzt allerdings bloß auf gewissen senkrecht geführten Schnitten gezeigt werden kann. Und von den Corpora mamillaria schieben sich allmählich die vorderen Säulchen des Bogens, der später — zusammen mit dem Balken — den mittleren Ventrikel zudecken wird, nach oben. Schon wird ihre Tendenz sichtbar, sich mit dem nach innen umgeschlagenen Rand der Hemisphärenmembran, die auch den Plexus trägt, zu verbinden. Zwischen den Crura fornici und den Thalami aber befinden sich die geräumigen Einstiege, durch die die mächtigen Gefäßgeflechte aus der Seitenhirnhöhle in die dritte eindringen.

Diese Darstellung *Tiedemanns* entspricht nicht ganz den Tatsächlichkeiten. Die Großhirnhemisphären entstehen bekanntlich durch eine entsprechende Faltung des Prosencephalon, während die Plexus chorioidei des Seitenventrikels durch eine horizontal gerichtete Einsenkung (*Fissura chorioidea*) des gefäßtragenden primitiven Bindegewebes in die mediale Wand des Pallium gebildet wird. Der zentrale Abschnitt schreitet zusammen mit der den mittleren Ventrikel zunächst deckenden *Tela chorioidea* zur Formation des *Plexus ventriculi tertii*. Selbst nach Auseinanderbiegen der Hemisphären ist also der Einblick in die mittlere Höhle nur nach Zerstörung dieser mit der *Lamina terminalis* — aus der später Balken und vordere Commissur hervorgehen — zusammenhängenden Deckplatte möglich.

Schon auf dieser Stufe sind alle *Nervi cerebrales* sichtbar, indes verbietet es ihre außerordentliche Zartheit sie weiter zu verfolgen. Nur die leistenartig gestalteten Olfactorii, die ihren Ursprung aus der *Sylvischen Grube* nehmen, und deren hohles Innere an dieser Stelle in unmittelbarer Verbindung mit dem Seitenventrikel steht, setzt dem keine besonderen Schwierigkeiten entgegen.

Der Fortschritt, den die Entwicklung des Zentralnervensystems von der geschilderten Stufe bis zum Ende des *vierten Monats* erfährt, ist erstaunlich genug. Bewundernswert sind die äußerst genauen Beschreibungen, die *Tiedemann* vom Hirnbau des zu dieser Zeit nicht mehr als zwei Zoll langen Embryo gibt, namentlich aber seine Untersuchungen über den Faserverlauf, der ja auch diesen Forscher über alles interessierte, da man hier den Schlüssel zum Verständnis der ganzen nervösen Organisation vermutete.

Die ersten faserigen Strukturen treten im ventralen und seitlichen Anteil des Rückenmarkes auf. Sie lassen sich mit einiger Mühe in zwei größere Stränge sondern, die bis zum verlängerten Mark reichen, wo sie sich jeweils in drei kleinere Faszikel aufteilen, von denen eines — und zwar das äußere — in den Schenkel zum Kleinhirn einbiegt, das in der Mitte liegende, die die Olive bildenden und später in die Pedunculi cerebri einstrahlenden Züge enthält, während das dritte, innere, die

Pyramidenfasern führt und weiter ebenfalls in Richtung auf die Hirnschenkel verläuft. Ein größerer Teil dieser Fasern — das bemerkte *Tiedemann* besonders deutlich, wenn er die Medulla von dorsal her auseinanderbog — kreuzt sich mit denen der Gegenseite.

An dieser Stelle sei zum besseren Verständnis gleich eine wichtige Anmerkung gemacht, auf die wir noch einmal zurückkommen werden: Auch *Tiedemann*, dem die Hirnanatomie so zahlreiche Aufschlüsse über den Bau des Nervensystems verdankt, ist einem *folgenschweren Irrtum zum Opfer gefallen, als er ausschließlich aufsteigende Fasersysteme annahm*. Er glaubte allerdings, gute Gründe dafür ins Feld führen zu können, Gründe, die in ihrer Folgerichtigkeit zweifellos imponieren, die aber dennoch nicht stichhaltig sind, denn die Wirklichkeit entspricht ihnen eben nicht. Aber diese Erkenntnisse konnte nur das Experiment bringen und auch erst dann, als man das Degenerationsgesetz kennengelernt hatte. Einstweilen, bei *Tiedemann*, gehören auch die Pyramidenbahnen in das einheitliche System der aufsteigenden Stränge, auf dessen Entdeckung der Verfasser sich Einiges zugute tat.

Im ganzen besteht das Hirn auf dieser Entwicklungsstufe aus einer Anzahl deutlich voneinander abgegrenzter Teile: das Kleinhirn, die beiden längsverlaufenden und von den Hemisphären gerade erreichten Erhebungen der Vierhügelplatte, sowie das Pallium selbst. An der Basis unterscheidet man die noch sehr schmale Brücke, die leicht divergierenden Hirnschenkel, zwischen denen, eingebettet in einen kleinen dreieckigen Raum, die Eminentiae canticantes liegen und schließlich die Hypophyse.

Auch die Hemisphären haben sich ihrer endgültigen Form entschieden genähert. Die *Sylvische Furche* teilt sie in einen Vorder- und einen gemeinsamen Mittel-Hinterlappen, der indes bereits eine Andeutung seiner späteren Grenzlinie enthält. In der Fissura cerebi lateralis liegt, als Fortsetzung der inneren Carotis, die besonders die Plexus versorgende mittlere Hirnschlagader.

Von den Hirnnerven fällt neben den schon besprochenen beiden ersten vor allem der Trigeminus auf, der aus dem Nodus encephali entspringt. Und auf dem Boden des vierten Ventrikels, „zu beiden Seiten der nach außen umgeschlagenen Rückenmarksstränge“, wird ein kleiner Vorsprung sichtbar, dem die Brüder *Wenzel* die Bezeichnung „*Taeniola cinerea*“ gegeben haben. Hier, nicht in den *Striae medullares*, sieht auch *Tiedemann* den möglichen Ursprung des *Acusticus* — eine Ansicht indes, die um einige Millimeter an der Wahrheit vorbeiglitt.

Das Cerebellum hat zwar inzwischen an Masse zugenommen, allein es sind weder Hemisphären noch Wurm unterschieden. Seine Unterfläche ist leicht ausgehöhlt und bildet das Dach des vierten Ventrikels, der mit einem mächtigen Gefäßgeflecht angefüllt ist. Hier bemerkte *Tiedemann*, dicht neben der Einmündung der *Corpora restiformia* eine

zarte, rundliche Anschwellung, die er für die Anlage des *Gallschen Kleinhirnganglion* oder des damit identischen „großen Markkerns“ *Reils* hält. Auf Schnitten erweist sich das Organ als noch weitgehend strukturlos. Nur einige quer verlaufende Faserungen sind zu sehen.

Auch die Brücke, die der Verfasser als „ringförmige Erhabenheit“ bezeichnet, besitzt solche Querfaserungen. Aus ihr geht — wie gesagt — der Trigeminus hervor, dessen innere Verzweigungen *Tiedemann* angeblich bis ins Rückenmark verfolgen konnte, wo sie an der Stelle, an der sich später die Olive darstellt, eine Anschwellung bilden sollen.

Immer noch ist, durch die mangelhafte Ausbildung des Balkens und des Gewölbes, der Einblick in die dritte Hirnhöhle, nach Auseinanderbiegen der beiden Großhirnhälften, unverwehrt. Dicht hinter dem entstehenden *Corpus callosum* — der queren Verbindung des *Pallium* — erheben sich die aufsteigenden *Crura forniciis anteriora*, die sich an dieser Stelle flüchtig berühren, um alsdann, im weiten Schwung über die *Thalami* hinweg, als *Crura posteriora* nach hinten und abwärts zu verlaufen, wo sie — zusammen mit einer frühzeitig auftretenden Furche an der Hemisphäreninnenfläche (der *Fissura hippocampi*) — innerhalb der Höhle des Seitenventrikels eine wulstige Erhebung, den *Hippocampus major*, verursachen. In die das große Ammonshorn bewirkende Rinne sowohl wie auch in die in nächster Nähe befindliche, den *Pes hippocampi minor* bildende, senken sich Fortsetzungen jenes *Plexus* ein, der zwischen der Oberfläche des Thalamus und dem freien scharfen Saum der *Crura* des *Fornix* — *Taenia* oder *Fimbria* genannt — aus dem Seitenventrikel hervorquillt.

Die soliden Sehhügel sind nun auch durch ihre hintere Commissur verbunden, während die *Massa intermedia*, jene die dritte Kammer wie eine Brücke überspannende Querverbindung, einstweilen noch fehlt. Doch sind die von der oberen Innenfläche ausgehenden Stielchen der Zirbel, wie auch diese selbst, inzwischen sichtbar geworden.

Besonderes Interesse beansprucht auch auf dieser Stufe wieder der *Faserverlauf*. Die längsziehenden markigen Organisationen der Hirnschenkel werden im Gebiet der Brücke noch ventral von queren überdeckt. Ein Teil von jenen erreicht die Vierhügelgegend und beteiligt sich an ihrer Bildung. Diese Verhältnisse werden allerdings erst sichtbar, wenn man die oberflächlich daraufliegende strukturmöglich dünne Schicht abschabt. Der übrige starke Faseranteil dringt sodann von unten her in die Substanz des Thalamus ein, auch hier wieder von nicht faserigem Material umgeben und überschichtet; während nun einige wenige Züge nach abwärts zu den *Eminentiae candidantiae* herabsteigen, erreichen die bedeutend zahlreicheren übriggebliebenen Portionen den Streifenkörper, in den sie teils eindringen, teils vorbeileiten, um sich unmittelbar darauf über eine große Strecke fächerförmig zu entfalten. Die sich mantelartig zusammenlegenden, dicht gedrängten Faserungen sind eben jene, die

die Hemisphärenmembran dadurch bilden, daß sie sich allmählich nach innen krümmen und schließlich gegen die Crura fornici zu einschlagen. Die so entstehende, verhältnismäßig weite Höhlung ist der Seitenventrikel. Allein damit hat der ununterbrochene Faserverlauf noch nicht sein Ende erreicht, vielmehr treten an zahlreichen Stellen die Hemisphärenzüge der einen Seite mit denen der anderen, eben im Balken, in Verbindung. Und auch die von den Sehhügeln zu den Mamillarkörpern herabsteigenden Fasern hören hier nicht auf, sondern gewinnen in den Eminentiae als vordere Bogensäulchen eine aufsteigende Richtung und strömen auf diesem Weg wieder, via Fornix, Hippocampus, der Markmasse der Hemisphären zu. *Tiedemann* meint hierzu abschließend¹: „Demnach also sind die Hemisphären des großen Hirns von außen nach innen und hinten umgeschlagene Membranen, welche durch die faserige Ausstrahlung der Hirnschenkel gebildet werden.“

Im verlängerten Mark haben sich während des folgenden, *fünften Monats* der embryonalen Entwicklung die Verhältnisse etwas weiter geklärt. Die Pyramidenstränge, die sich — gemäß der *Tiedemannschen* Auffassung von ihrem aufsteigenden Verlauf — unterhalb ihres Eintritts in die Pyramidenkörper selbst teilweise kreuzen, suchen durch die Brücke hindurch Anschluß an die Hirnschenkel. Das gleiche geschieht auch mit den benachbarten „Olivarfaszikeln“, in die die eigentlichen Oliven immer noch nicht sichtbar eingeschaltet sind. Nur die nach außen liegenden Verbindungen zum Cerebellum nehmen eine andere Richtung, nachdem sie die wulstigen Begrenzungen zu seiten des vierten Ventrikels gebildet haben.

Am Kleinhirn kann man nun deutlich Wurm und Hemisphären unterscheiden, auf deren Außenfläche vier Querfurchen, fünf Lappen abtrennend, zu sehen sind. Im Zusammenhang damit steht der innere, mit einem Vertikalschnitt darstellbare Befund, der die Äste des Arbor vitae zeigt, an dem indes, entsprechend dem Nichtvorhandensein der feineren Fissuren und Sulci auf der Oberfläche, alle Verzweigungen noch fehlen. Das Corpus ciliare, die *Tiedemannsche* Bezeichnung für Reils „großen Markkern“, ist in jeder Hemisphäre fast vollendet. Nun läßt sich auch erweisen, daß die queren Brückenfasern nichts anderes sind als eine Commissur, in der sich Züge aus den beiden Kleinhirnhälften aneinander anschließen. Die kraniale Verbindung geschieht vom vorderen, „halbmondförmigen“ Ausschnitt über die „große Hirnklappe“ oder dem „großen Marksegel“ Reils, Bezeichnungen, die *Tiedemann* zugunsten der wesentlich deutlicheren „Crura cerebelli ad corpora quadrigemina“ (die gleichzeitig die miteinander verbundenen Hirnteile kennzeichnet) fallen läßt. Das „hintere Marksegel“, das vom hinteren „beutelförmigen“ Ausschnitt ausgehend, das Dach des vierten Ventrikels vervollständigen hilft, ist indessen noch nicht ausgebildet.

Das Aussehen der Vierhügelplatte, die immer noch nicht ganz von den im Laufe der Entwicklung sich langsam nach hinten erstreckenden Großhirnhemisphären überdeckt ist; hat sich inzwischen nicht verändert. Ebenso ist das Wachstum von Balken und Gewölbe, die bald die

¹ *Tiedemann*: Anatomie und Bildgeschichte, S. 35.

Überdachung des dritten Ventrikels übernehmen werden, noch nicht entscheidend weiter gediehen. Allerdings ist zwischen den Crura fornicis anteriora und der Unterfläche des Corpus callosum in der Vertikale das durchscheinende zweiblättrige Septum lucidum entstanden, dessen Wände einen schmalen Hohlraum einschließen, der als eine Fortsetzung der mittleren Kammer betrachtet werden muß. Genau so übrigens, wie der kleine Recessus triangularis, der seine Entstehung der nach *Tiedemanns* Meinung die Streifenkörper verbindenden vorderen Commissur verdankt, die an einer Stelle, die aufwärts gebogenen Säulchen, die hinter ihr liegen, überkreuzt. (Die eigenartige Entstehung des Cavum septi lucidi ist erst 1919 von *Hochstetter* erkannt worden.)

Die Topographie des Streifenkörpers, die als endgültig zu betrachten ist, ist jetzt klar. Nach vorn sowohl wie nach hinten überragt er den an seiner medialen Seite liegenden Thalamus. Seine zusammengesetzte Natur wird allerdings von *Tiedemann* an keiner Stelle erwähnt. Zwischen Corpus striatum und dem Sehhügel befindet sich eine seichte Rinne, die später durch den Hornstreifen ausgefüllt wird. Der breite Kopf bildet die konvexe laterale Wand des Vorderhorns, während der hintere, weit schmälere Teil, bis in das Cornu posterius des Seitenventrikels reicht. Die Beziehungen zum Stabkranz und den Hemisphären, an deren Innenfläche außer den schon vorhandenen Fissurae hippocampi nun auch eine Anzahl anderer Furchen, die im Inneren der Seitenhirnkammer entsprechende Wülste bedingen, auftreten, sind bereits geschildert.

Es ist sehr auffallend, daß *Tiedemann* eine ganze Anzahl von wichtigen Funden, die in letzter Zeit namentlich von *Reil* gemacht worden waren, völlig übergeht. So beschreibt er weder die Insel, noch die innere und äußere Kapsel, noch sind ihm der Nucleus caudatus und lentiformis Begriffe. (Eine befriedigende Erklärung dafür vermögen wir nicht zu geben.) Aber während *Reil* sich vergeblich bemühte, die Faserungen im Gebiet des Thalamus zu entwirren, beschrieb *Tiedemann* schon den Verlauf der Faserzüge durch die Capsula externa und interna — die er selbst, wie gesagt, mit keinem Wort erwähnt — im Wesentlichen richtig. Falsch dagegen ist seine Ansicht von der Entstehung des Balkens, den er bekanntlich aus jenen gekrümmten Hemisphärenfasern hervor- gehen läßt, die Anschluß an die Gegenseite suchen. Er verkannte damit den sekundären Charakter der Commissur, der erst von *Hochstetter* aufgedeckt wurde. Allein das sind Fragen, die mit der Tendenz des Verfassers nach Systematisierung der von ihm, ähnlich wie von *Vieussens*, hinsichtlich ihrer Funktion ungeheuer überschätzten weißen Markmasse zusammenhängen und später noch eingehender betrachtet werden sollen.

Es bleibt also nur mehr nachzutragen, daß das Rückenmark in das Os sacrum endlich sein Filum terminale hinabgeschickt hat, daß der Zentralkanal geschlossen ist, und in der Fissura anterior, die jeweils zwei faserige Längsfaszikel voneinander trennt, die entsprechende Arteria spinalis liegt. Hier und da wird auch Arachnoidea sichtbar.

Bei Feten, aus dem *sechsten Monat*, ist auch die Spinnwebhaut überall deutlich; die Pia ist von erheblicher Dicke und steht durch penetrierende Gefäße in innigem Zusammenhang mit der nervösen Substanz, während die Dura, ebenfalls stärker gefäßhaltig, leicht am Knochen adhäriert. Das Rückenmark ist als eine vorwiegend faserige Organisation nun nicht mehr zu erkennen. Die Cauda equina ist vorhanden. Hart an der Grenze gegen das verlängerte Mark macht die Medulla spinalis eine kleine Beugung nach vorn.

Die hier entstehenden, bereits mehrfach genannten, drei Faszikel, lassen jetzt nähere Einzelheiten unterscheiden: die Pyramidenstränge, die in der Brücke unmittelbar unter der queren Commissur liegen, gehen hier teilweise Verflechtungen ein. Zusammen mit den sich nicht kreuzenden „Olivarfäsern“, in deren Verlauf die eigentlichen Oliven erst jetzt als zarte Anschwellungen sichtbar zu werden beginnen, bilden sie die Markmasse der Pedunculi cerebri. Doch während jene ihren komplizierten Weg schließlich bis in den Stabkranz und die Großhirnhemisphären fortsetzen, strömen diese einstweilen in den unteren Anteilen der Vierhügelplatte zusammen (die man auch im sechsten Monat immer noch kennzeichnender „Zweihügelplatte“ nennen sollte). Sie haben inzwischen jedoch merklich an Masse zugenommen und so den Raum unter sich, der früher fast einem Ventrikel glich, fühlbar verengert, wenn er auch seine endgültige Form noch bei weitem nicht erreicht hat. Aber nur eine kleine Faserportion der „Olivarstränge“¹ dürfte hier bereits endigen, die größere schlägt die Bahn weiter in Richtung auf den Thalamus ein.

An der Basis des Pons übrigens ist inzwischen der Sulcus der Arteria basilaris sichtbar geworden. In der Nähe erkennt man unschwer die Recessus laterales des vierten Ventrikels, aus denen die Plexus chorioidei herausquellen, ein Bild, das *Bochdalek* sehr poetisch mit dem Namen „Blumenkörbchen“ bezeichnet hat. — Das Kleinhirn besitzt um diese Zeit zahlreiche Furchen, ein Zuwachs, der auch für die Gestalt des Arbor vitae von Einfluß ist, dessen Äste Zweige bekommen haben. Auch der vierte Ventrikel hat sich durch denselben Vorgang der Massenzunahme, der hier zu fast hundert Prozent auf Konto des Cerebellum geht, dessen konkave Unterfläche dadurch nahezu plan geworden ist, einigermaßen verkleinert; und noch einmal geschieht das Gleiche im Gebiet der Seitenhirnhöhlen. Ein gewisser Teil der Zunahme der Hemisphärenwandlung erfolgt zu ungunsten der von ihnen umschlossenen Räume, in denen sich die bekannte Dreiteilung in ein Cornu anterius, descendens und posterius annähernd erkennen läßt.

Das Pallium hat jetzt nahezu das Ende seiner nach hinten gerichteten Ausdehnung erreicht, und sowohl die Vierhügel als auch das Kleinhirn sind von ihm bedeckt. Allein während hier die fetale Entwicklung sich

¹ Die von *Tiedemann* so genannten „Olivarstränge“ sollen nach ihm der *Reil*-schen „Schleife“ entsprechen (S. 96). — Offenbar sind hier mehrere der heute unterschiedenen Bahnen, deren Verlauf *Tiedemann* nicht kennen konnte, zusammengefaßt (laterale Schleife, die aber nur im caudalen Zweihügel endigt, mediale Schleife, zentrale Haubenbahn und seitliche Rückenmarkstränge).

ihrem schließlichen Zustand nähert, ist die Überdachung der dritten Kammer immer noch nicht viel weiter gediehen. Das in gleichem Sinne wie das der Hemisphären, nämlich von vorn nach hinten fortschreitende Wachstum des Balkens, hat bis hierher nur zur Bedeckung eines Teiles der Sehhügel geführt. Der Eingang in den Ventrikel ist demnach, nach Auseinanderbiegen der Hirnhälften, im wesentlichen frei. Dabei wird erkennbar, daß die Massa intermedia auch weiterhin noch fehlt, indes die Sehnerven an der äußeren Fläche der Thalamus sowie der Corpora quadrigemina je eine Anschwellung gebildet haben, das Corpus geniculatum laterale, das sich als aus faserloser Substanz bestehend erweist und sich unschwer, mitsamt dem Opticus ablösen läßt.

Damit sind wir zu einem merkwürdigen Abschnitt gelangt, in dem *Tiedemann* näher auf die Art und Weise eingeht, in der die Volumzunahme der Hemisphärenwandung geschieht. Der Verfasser schildert diesen Vorgang folgendermaßen¹: „Die Gefäße der die Hirnsubstanz umhüllenden Gefäßhaut, welche wohl ohne Widerrede als die Ernährungs- und Bildungsgefäß der Hirnsubstanz zu betrachten sind, sondern aus dem Blute, welches sie dem Hirn zuführen, durch die von der inneren Fläche der Gefäßhaut ausgehenden und in die Hirnsubstanz sich einenkenden Gefäßzweige, die neue Hirnsubstanz oder die Masse ab, woraus sich diese bildet und gestaltet. Diese wird also schichtenweise von innen nach außen abgesetzt oder aufgetragen und gestaltete sich oder kristallisiert sich, wenn ich mich so ausdrücken darf, in Form von Fasern, welche auf den zuerst gebildeten Fasern stehen. Durch das Wachstum der Gefäßhaut, sowie durch das allmähliche Absetzen und Anlegen von neuen Schichten werden die Wände der Hemisphären dicker. Für diese meine Ansicht spricht die Untersuchung der Hirnsubstanz. Wenn man die Gefäßhaut von dem Hirn abzieht, so blieben immer an der inneren Fläche der Gefäßhaut dünnere oder dickere Schichten der Hirnsubstanz hängen, offenbar daher, weil die äußere, zuletzt abgesetzte, weiche Hirnsubstanz den von der inneren Fläche der Gefäßhaut ausstrahlenden Gefäßen adhäriert. Sowohl die an den abgezogenen Stellen der Gefäßhaut adhärierende Schichte, als auch die obere Schichte des von der Gefäßhaut entblößten Hirns hat ein weiches, faserloses Ansehen. Unter dem Vergrößerungsglas erscheint die obere Schichte wie aus sehr kleinen Kugelchen gebildet. Bricht man das Hirn, so erscheinen die Fasern, auf welchen die dünne Schichte weicher, faserloser Substanz aufliegt. Diese zuletzt aus dem Blute abgesonderte, weiche Substanz hat sich noch nicht zu Fasern gestaltet. Man könnte hier einwenden, die weiche Substanz sei die aufgetragene graue Substanz. Diese Einwendung findet aber nicht statt, weil die graue Substanz erst nach der Geburt auf die Oberfläche des Hirns aufgetragen wird.“ Wir sind der Ansicht, auf dieses ausführliche Zitat um so weniger verzichten zu können, als es

¹ *Tiedemann*: Anatomie und Bildgeschichte, S. 54/55.

sich hier um eine originale Beschreibung *Tiedemanns* handelt, die — wie wir am Schluß des embryologischen Teiles in größerem Zusammenhang zu zeigen vermögen — einen wesentlichen Punkt seiner Auffassung von der grundsätzlichen Wirksamkeit des Zentralnervensystems behandelt. *Es kann dabei natürlich keinem Zweifel unterliegen, daß ein so guter Beobachter wie Tiedemann die anatomischen Verhältnisse richtig gesehen hat, allein er betrachtet sie aus dem Gesichtswinkel der Vorherrschaft der weißen Faserungen und gelangt so zu falschen Schlüssen;* abgesehen davon, daß man noch weit entfernt war von der Kenntnis des Gesetzes: „*Omnis cellula e cellula*“, kannte man doch nicht einmal den Begriff der Zelle, ganz zu schweigen von dem Wissen um den komplizierten Vorgang der Faser- und Achsenzyllinderentstehung. Aber schon ahnte *Tiedemann* den Zusammenhang zwischen dem Wachstum eines Gewebes und seinem Gefäßreichtum. Nur, daß das ohne Mikroskop unmöglich durchschaubare Bindeglied fehlte. Die Meinung allerdings, hier eine Vorstufe der Faserbildung vor sich zu haben, war ein Irrtum, denn diese weiche, faserlose Masse kann gar nichts anderes gewesen sein, als eben doch die graue Substanz, die nicht erst „nach der Geburt auf die Oberfläche des Gehirns aufgetragen wird“, sondern bereits die ersten Stadien der Entwicklung miterlebt und sich in gleichem Maße vermehrt wie die weiße Substanz. So mußte mit dem stärkeren Wachstum der Hemisphären auch ihr Anteil sich vergrößern, denn schließlich ist ja doch sie der Boden, aus der die markigen Bahnen — im wahren Sinne des Wortes — hervorsprießen; das aber wiederum konnte der Verfasser damals noch nicht wissen.

Vom Rückenmark ist im *siebten Fetalmonat* nur ergänzend zu berichten, daß sich der ursprünglich weite und nach dorsal geöffnete Zentralkanal inzwischen geschlossen bzw. bedeutend verengert hat. Seine Wände erscheinen mit einer dünnen faserlosen Substanz gleichsam austapeziert. In der Medulla oblongata treten die Oliven auch hier durch faserloses Material, das auf die „*Olivenstränge*“ aufgetragen ist, deutlich hervor.

Die Kleinhirnhemisphären haben — im Gegensatz zum Wurm, der im unteren Teil noch frei von Furchen ist — ihre Struktur innen und außen wesentlich vervollkommen.

Man unterscheidet auch leicht die von *Reil* schon beschriebenen Knötchen, Pyramiden, Zapfen und kurzen Querbänder, sowie das vom hinteren, einwärts gekrümmten Rand ausgehende dünne, kleine Marksegel, dessen platte, nach jeder Seite auslaufende Appendices die gleichfalls von *Reil* gefundenen Flocken darstellen. Nun wird denn auch klar, daß die „*großen Markkerne*“ dieses Autors von *Tiedemann*, wie erinnerlich als Corpora ciliaria bezeichnet, in inniger Verbindung mit den Strickkörpern stehen, ebenso wie die commissuralen Fasern der Brücke und die zum Pons und den Vierhügeln ziehenden hier ihren Ausgang nehmen. Zwischen den Schenkeln der diese letzteren Fasern führenden Crura cerebelli ad corpora quadrigemina liegt die Valvula Vieussens, mit ihrer heutigen Bezeichnung das Velum medullare anterius.

In gleicher Weise zeigt das Großhirn, das mit der Furchenbildung an der Hemisphäreninnenfläche bereits viel früher begonnen hatte, nun auch sonst hie und da Einsenkungen, in die die Pia hineindringt. Das wird vor allem im Gebiete der Fissura Sylvii, sowie an der Basis des Stirnhirns deutlich. Jetzt erst ist der dritte Ventrikel völlig geschlossen, die Ausbildung des Balkens demnach vollendet. Über dem Corpus callosum aber verlaufen von vorn nach hinten die begleitenden Arterien, die sich auch an der Versorgung der inneren Wand der Hemisphären beteiligen. Ihre Wandungen sind von sehr ungleicher Dicke, jedenfalls neben dem Streifenkörper am ansehnlichsten, während sie besonders nach hinten zu, rasch an Stärke verlieren. Die Hörner des Seitenventrikels sind vollkommen von Gefäßgeflechten erfüllt, wobei sich der Zugang zur mittleren Kammer sehr verengt hat. Der Wulst des Pes hippocampi major erscheint im Cornu descendens, im mittleren Horn also, während der des Pes hippocampi minor, der Calcar avis, im hinteren zutage tritt.

Endlich ist durch eine quere Furche auch das wahre Bild der Vierhügelplatte, von denen die vorderen größer als die hinteren sind, entstanden. Ihren Faserzstrom erhalten sie nach *Tiedemann* teils aus den „Olivensträngen“, teils aus den *Brachia conjunctiva*, wobei die Züge der erstenen die der letzteren überdecken. Durch die inzwischen erfolgte starke Volumzunahme ist der Raum des Aquaeducts auf sein bescheidenes Maß zurückgedrängt. Die Weiterleitung der Faszikel geschieht in der Hauptsache über den Thalamus. An der Oberfläche der Vierhügel sowohl, wie übrigens auch verstreut in der Tiefe, findet *Tiedemann* faserlose Substanz. Bis hierhin läßt sich denn auch der Weg zahlreicher Opticusfasern verfolgen; andere enden in der strukturlosen Deckmasse des äußeren Kniehöckers und in gleicher Weise im Thalamus, der mithin nicht den Ursprung, aber immerhin eine, wenn auch bescheidene Quelle des Sehnerven darstellt.

Im Pallidum findet der Verfasser zu dieser Zeit die schon früher kurz erwähnte „peripherische Strahlung“, die eine völlig andere Richtung als die aus dem Stabkranz stammende hat. Sie steht nämlich, von außen betrachtet, senkrecht auf ihr und ist von weicher, faserloser Substanz bedeckt, in die sich Falten der Pia ein senken.

Nun ist auch im Bereiche des Fornix die Entwicklung zur Reife gelangt, so daß sich die Verhältnisse etwa folgendermaßen darstellen: Von der Unterfläche des Thalamus ziehen einige Faserbündel, die schon *Vicq d'Azyr*, nach dem sie heute genannt werden, beschrieb, zu den Mamillarkörpern, wo ihre abwärtssteigende Richtung in eine aufwärtsstrebende verwandelt wird. So entstehen die Wurzeln des Bogens, eben die Crura anteriora, die schon *Gall* und *Reil* kannten. Unterhalb des Balkens, dem sie das Septum pellucidum entgegenschicken, erfolgt ihre Vereinigung zum eigentlichen Corpus fornicis. Indes weichen die beiden

Columnae nach kurzer gemeinsamer Strecke wieder auseinander, um sich zum Hippocampus hinabzusenken, an dessen Zustandekommen sie so wesentlich beteiligt sind. Der bisher unüberbrückte Zwischenraum zwischen den auseinanderstrebenden Crura posteriora wird auf dieser Stufe vom Psalterium, einem dünnen Markblatt, in dem *Tiedemann* quer verlaufende Fasern nachwies (womit er seine commissurale Bedeutung erkannte), überspannt und ausgefüllt. Das ganze Fornixsystem besteht — das ist ebenfalls ein *Tiedemannscher Fund* — nur aus Längsfaserungen. Der scharfe Saum ist Träger des Plexus chorioideus des Seitenventrikels bis in die Fissura hippocampi hinab.

Im *achten Monat* bereits ist das Gehirn in den hauptsächlichsten Teilen nach Form und Struktur ausgebildet und die zukünftige Entwicklung betrifft vor allem die Volumzunahme. Die Bildung der Gyri im Groß- und Kleinhirn ist ebenfalls abgeschlossen und durch das raschere Wachstum der Hemisphären des Cerebellum ist der Wurm deutlich von jenen unterschieden. Besonders schön konnte *Tiedemann* den Stabkranz darstellen, wenn er von der Fossa Sylvii aus die oberflächliche faserlose Substanz einschnitt und sie mit dem Stiel des Skalpells in Richtung von unten nach oben wegräumte.

Am *Ende der Embryonalzeit* bleibt nur noch wenig hinzuzufügen. Im Rückenmark findet sich Pia sowohl in der hinteren wie auch in der vorderen Längsfurche. Der Zentralkanal ist noch stärker verengt und zwar durch jene strukturlose Masse, die durch zahlreiche Gefäße ein rötliches Aussehen gewonnen hat. In den Gebieten der Intumeszenzen findet sie sich verstärkt. Der Ausbau der Lappen-Läppchenkonstruktion des Cerebellum ist bis ins kleinste vollendet. Endlich sind auch die Thalamus durch ihre Massa intermedia, eine noch sehr schmale weiche Brücke, commissural verbunden; und zwischen Schügel und Streifenkörper ist die hier früher sichtbare Rinne durch den stark gefäßhaltigen Hornstreifen ausgefüllt. Die Seitenventrikel sind zwar jetzt absolut größer als vorher, doch relativ zur Größe des Gesamtgehirns kleiner.

Die Arachnoidea, die nach *Bichat* zu den serösen Häuten gehört, überzieht nun alle Furchen des Gehirns und die Medulla spinalis. Selbst die Nerven werden von ihr eine Strecke weit — im Rückenmark bis zum Austritt aus dem Foramen intervertebrale — begleitet. Die Spinnwebhaut liegt also einsteils auf der Pia, die sie völlig überkleidet, andernteils jedoch bedeckt sie die gesamte Innenfläche der Dura. Die Arachnoidea stellt somit einen Sack dar, der vollkommen in sich geschlossen ist. Aber die Nerven sind nicht die einzigen Verbindungen zwischen ihren beiden Blättern, vielmehr gibt es noch in der Quere, die Hülle in einen vorderen und hinteren Abschnitt teilend, jederseits ein auffallend gezahntes Band, das eine Duplikatur der Arachnoidea darstellt, sowie in den Zwischenräumen dieses Ligaments derbe und feinere fibröse Züge.

Auffallenderweise hat Tiedemann in keinem einzigen der von ihm untersuchten und beschriebenen zahlreichen embryonalen Hirne und selbst nicht einmal beim Neugeborenen, die graue Substanz von der weißen unterscheiden können. Nur eine Besonderheit ließ sich in jenen Gebieten feststellen, in

denen sich beim Erwachsenen gesetzmäßig größere Lager grauer Substanz vorfinden: ein vermehrter Gefäßreichtum. Es gibt also, wie der Verfasser dazu bemerkt, beim Fet weder einen „gestreiften Körper“ noch einen Unterschied zwischen Rinde und Mark. —

Ein großes Verdienst Tiedemanns liegt unbestreitbar in der für seine Zeit sehr weitgehenden Verfolgung des nervösen Faserverlaufs, zu der ihn Gall angeregt hatte. Gall war völlig überzeugt von der Kontinuität der Faszikel des Rückenmarks bis zu den Großhirnhemisphären. Ja, er war geradezu besessen von diesem Gedanken, dem er manchen guten Fund verdankte. Auch Reil baute hier erfolgreich weiter. Indes konnte Tiedemann wichtige Zwischenglieder, die bislang noch fehlten, auffinden. Schon Gall hatte Pyramiden- und Olivenstränge bis zum Striatum verfolgt, Reil kannte die Beziehungen der Hirnschenkel zu den Thalamen; im Corpus striatum sah er die Quelle der Hemisphären und Rosenthal wußte um den Weg, den die Faserzüge vom Kleinhirn zum Großhirn nehmen. Auch der Balken als quere Commissur war längst bekannt. Dazwischen aber schalten sich nun die Tiedemannschen Entdeckungen, beispielsweise von der Brücke als einer vorwiegenden Querverbindung der grauen Lager der Kleinhirnhemisphären, vom Anschluß der „Olivenstränge“ an die Vierhügel, der Faserzüge des Septum lucidum und der Leier, des Verbleibens der Hirnschenkelfaserungen nach Eintritt in den Thalamus, sowie ihres Verlaufes in der inneren und äußeren Kapsel, des komplizierten Faserbezugs und Verlaufs des Fornix, vor allem aber der Faserverhältnisse in den Großhirnhemisphären selbst, die — nach seiner Ansicht — dem Ganzen erst zu einem geschlossenen System verhalfen. Ein System indes, das nur aufsteigende Bahnen enthält — wir sprachen bereits kurz davon. Zwar glaubten Gall und Reil im Grunde nichts anderes. Aber Gall ist der Wirklichkeit hier etwas näher als Tiedemann, wenn er wenigstens vom Balkensystem als einem aus der grauen Substanz der Hemisphären stammenden rückläufigen redet, eine Meinung, die Tiedemann scharf angriff. Es wird uns bei dieser Einstellung daher auch nicht wundern, wenn Gall sowohl wie unser Autor — im Gegensatz zu Galen — das Gehirn als einen Anhang des Rückenmarks erklären. Übrigens hatten sich schon Varoli und Vieussens sehr viel früher für die Pyramidenbahnen als absteigenden Faszikeln eingesetzt. Die tiefere Ursache dieser Mißverständnisse liegt in der geringen Bewertung der grauen Substanz, mit der man lange nichts Rechtes anzufangen wußte. Das anatomische Substrat der verschiedenen nervösen Funktionen sah man um diese Zeit ausschließlich in den markigen Faszikeln. Namentlich war es Gall, der hier der weißen Substanz jene Spezifität zugestand, während er von der grauen überall ein völlig analoges Verhalten annahm. So bedeutet es nicht allzuviel (mag er auch ein wenig weiter als Tiedemann gesehen haben), wenn er sie als „Ur- und Nährstoff aller Nerven“ bezeichnet. Die damit verknüpfte Vorstellung war doch reichlich mechanistisch,

denn sie überwies der grauen Substanz nicht mehr als die Rolle einer Art besonderen Stoffwechselzentrums, eine Rolle, die um so eher möglich erschien, als man in der grauen Masse zahllose Gefäße entdeckt hatte, die die Menge ihres Vorkommens im Mark erheblich überstiegen. Noch *Ruysch* hatte ja die graue Substanz ausschließlich aus Gefäßen bestehend angenommen. Und in der Tat war die Auffassung von ihrer Wirksamkeit — selbst bei *Tiedemann* — in der Hauptsache auf diesen Umstand zugeschnitten. Er schreibt dazu¹: „Es ist wohl nicht zu bezweifeln, daß das reichliche Vorhandensein der so gefäßreichen grauen Substanz im Leben einen großen Einfluß auf die Erhöhung und Verstärkung der Nervenaktion haben müsse, nach dem allgemeinen Gesetz, daß die Aktion eines Organes und Gebildes um so mehr erhöht ist, je mehr es arterielles Blut erhält.“ *Tiedemann* wurde in dieser Meinung umso eher bestärkt, als er während des ganzen Verlaufes der fetalen Entwicklung und sogar noch beim Neugeborenen niemals graue Substanz entdeckt hatte. Konnte sie indes die Ursprungsstätte der Fasersysteme — beispielsweise des Balkens (wie *Gall* es dargestellt hatte) — sein, wenn sie erst viel später als jene angelegt wurde? Der Verfasser unseres Buches folgert logisch:² „Ohnmöglich können also die vermeintlichen Fasern von Teilen entstehen, die selbst noch gar nicht existieren.“ Allein hier irrt eben *Tiedemann*. Zum mindest vom vierten Monat ab hätte er die graue Substanz entdecken müssen — wenn er seine Gehirne nicht ausschließlich in Alkohol konserviert hätte. Alkohol zerstört aber die zu dieser Zeit noch sehr zarten Unterschiede in der Farbtönung. Das, was er immer wieder als faserlose Masse beschreibt, war nichts anderes als graue Substanz. Aber das schmälert nicht die Verdienste, die sich *Tiedemann* mit seiner Darstellung der Embryologie des menschlichen Gehirns erworben hat. *Das Ausschlaggebende ist die Beobachtung der an ganz bestimmte Zeitpunkte gebundenen Entwicklung, die Erkenntnis der Gesetzmäßigkeit des Auftretens gewisser Teile an bestimmten, ein für allemal festgelegten Terminen, kurz der Reihenfolge und der Art des Aufbaues des Zentralnervensystems.* — Allerdings hatte schon *Ignaz Döllinger* wenig vor unserem Autor den gleichen Versuch unternommen; aber *Döllinger* war alles andere als ein Mann der neuen Ära exakter Forschung, vielmehr ist seine Arbeit erfüllt von sonderbaren und völlig hypothetischen Vorstellungen.

Endlich ist die Embryologie für Tiedemann, der mit seinem Buch ganz andere Absichten, nämlich die des Nachweises der Übereinstimmung tierischer Endzustände der Gehirnorganisation mit fetalen Entwicklungsstufen des Menschen verfolgte, nichts weiteres als eine Hilfswissenschaft, die ihm das Material für seine Vergleiche lieferte. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen enthalten in der Tat das größte geschichtliche Verdienst Tiedemanns, denn hier war er wahrhaft bahnbrechend.

¹ *Tiedemann:* Anatomie und Bildgeschichte, S. 89.

² *Tiedemann:* Anatomie und Bildgeschichte, S. 157.

VII. Vergleichende Anatomie.

Die interessante Frage, die sich *Tiedemann* vorlegte, lautete ungefähr folgendermaßen: Besitzen die verschiedenen Tierklassen eigene vom Menschen unabhängige Gesetze der Hirnbildung, oder gibt es möglicherweise einen *gemeinsamen Bauplan*, der im Menschen etwa seine höchste Vollendung erreicht, während das tierische Hirn auf irgendeiner Zwischenstation bereits Halt macht? Damit war ein ganzer großer Problemkreis angeschnitten, der die viel behauptete (und so selten konkret bewiesene!) Verwandtschaft des Menschen mit dem Tierreich zum Gegenstand hatte. *Hier liegen einige der bedeutsamsten Wurzeln der Deszendenztheorie, die dann bald fast ein volles Jahrhundert die Forscher in Atem halten sollte.* *Tiedemann* indes hütete sich, solche immerhin naheliegenden Folgerungen zu ziehen.

Die Methodik des Verfassers bei diesem Unternehmen ist dabei so, daß er in einzelnen Kapiteln, die er den Hauptbestandteilen des Hirnes widmet, zunächst noch einmal ausführlich den menschlichen Entwicklungsvorgang beschreibt, um erst dann die Verhältnisse bei den vier oberen Tierklassen darzustellen. Das Verfahren ist so einfach, daß auch wir ihm bei der Schilderung der Ergebnisse folgen wollen, allerdings unter Verzicht auf eine Wiederholung der menschlichen Embryologie.

Das Rückenmark. Den Zentralkanal, den *Tiedemann* als konstante Bildung während der ganzen Dauer der fetalen Entwicklung beobachten konnte, findet er bei Fischen, Amphibien, Vögeln und Säugern das ganze Leben hindurch, während er ihn beim Erwachsenen, trotz der gegenteiligen Berichte eines *Gall* (der häufig sogar zwei Kanäle gesehen haben will), nur äußerst selten und dann, wie er meint, als Hemmungsprodukt beobachtete. Der Grund für die *Gallsche* Behauptung liegt zweifellos in den zahlreichen Gängen und Höhlungen, die er durch seine Aufblasungsversuche am Nervensystem künstlich erzeugte.

Bei den Säugetieren endigt die Medulla spinalis (nicht etwa das Filum terminale) noch in der Mitte des Os sacrum, bei niederen Klassen sogar erst im Steißbein. Das Gleiche findet sich bekanntlich ja auch beim jungen menschlichen Embryo. Dann aber bleibt das Wachstum des Rückenmarks hinter dem der Wirbel erheblich zurück, was eine Verlegung seines eigentlichen Endes in die Vertebrae lumbales zur Folge hat. Entsprechend dem späten Auftreten der Cauda equina beim Menschen fehlt sie denn auch noch bei den Fischen.

Es war ein längst bekanntes Gesetz, daß die Masse des Rückenmarks im Verhältnis zu der des Gehirns um so geringer ist, je höher die Organisation der betreffenden Tierart ist. *Sömmerring* fand es auch für den Menschen bestätigt. *Tiedemann* konnte überraschenderweise demonstrieren, daß der Lehrsatz nur für den Erwachsenen Geltung besitzt, während beim Embryo — wie in der Stufenfolge der Tierklassen — das Gehirn um so kleiner ist, je jünger der Fet. Der Verfasser erweiterte daher die *Sömmerringsche* These und formulierte¹: „Der Mensch hat das größte Gehirn im Verhältnis zur Größe des Rückenmarks und im

¹ *Tiedemann*: Anatomie und Bildgeschichte, S. 93/94.

allgemeinen wird das Gehirn von den höheren zu den niederen Tieren im Verhältnis zum Rückenmark kleiner. Im Embryo und Fetus, bei dem wir unverkennbar ein Fortschreiten von einer einfachen zu einer höheren Bildung wahrnehmen, wird das Gehirn im Verhältnis zur Größe des Rückenmarks um so größer, je mehr es sich seiner vollendeten Ausbildung nähert.“ Wie bei den Tieren erscheint auch beim Fetus das Rückenmark nur deshalb so mächtig, weil das Cerebrum so klein ist.

Die Brücke, deren Vorhandensein erst beim drei Monate alten menschlichen Embryo auffällt, ist in den Hirnen selbst der Vögel noch überhaupt nicht angelegt. Die Medulla spinalis gewinnt hier also unmittelbaren Anschluß an die Hirnschenkel. Ebenso hält sich der Bau der Pyramidenfaszikel auf einer Stufe, die die eines viermonatlichen Fetus — bei dem auch die sichtbaren Anschwellungen (die ihnen den Namen gegeben haben) fehlen — nicht überschreitet. Auch die eigentlichen Oliven sind hier nicht vorhanden.

Besonders interessant ist die Erörterung der Frage nach der *Priorität von Gehirn oder Rückenmark*. Wir haben das Ergebnis bereits kurz gestreift. Tiedemann gab der Medulla spinalis den Vorrang und zwar, wie es schien, mit guten Gründen. Am Anfang der fetalen Entwicklung nämlich steht das Rückenmark, aus dessen kranialem Anteil die Gehirnblase aussproßt, ein Vorgang, der sich in der Embryologie der verschiedenen Tierklassen in gleicher Weise zeigen läßt. Wollte man, so meinte der Verfasser, nun behaupten, daß das Rückenmark ein Anhang des Gehirnes sei, so müsse man doch wohl in umgekehrter Weise wie es sich wirklich verhält, bei der Entwicklung zunächst die Anlage des Gehirns vorfinden und analog innerhalb der Tierreihe zunächst ein vollendet gestaltetes Zentralorgan. Das war zweifellos scharfsinnig gefolgert und hatte außerdem den gefälligen Vorteil, noch einmal einen Hinweis auf die Tendenz der Fasersysteme zu geben, von unten nach oben zu verlaufen. Indes war der Gedanke trotzdem nicht ganz richtig; vielmehr verstehen wir das primäre Vorherrschen des Rückenmarks beim menschlichen Fetus heute so, daß das Rückenmark ein phylogenetisch älterer Bezirk ist, dessen Befehlsgewalten auf höheren Stufen teilweise auf das Gehirn übergehen.

Kleinhirn. „Unverkennbar geht demnach die Bildung des Kleinhirns von den aus dem Rückenmark sich erhebenden Strängen oder Schenkeln zum kleinen Hirn aus.“ „Diese Teile . . . entwickeln sich zu allen übrigen peripherischen Gebilden, nachdem sie sich brückenartig über der vierten Hirnhöhle verbunden haben¹.“ So schildert Tiedemann den Entstehungsmodus des Cerebellum beim Menschen, der sich von dem der höheren Tiere nur graduell — wenn schon im erheblichen Maße — unterscheidet. Es ist trotzdem nichts weiter als ein „Thema mit Variationen“, ein Grundplan, der zahlreicher Modifikationen fähig ist.

¹ Tiedemann: Anatomie und Bildgeschichte, S. 104.

Wieder bleiben die Grätenfische, viele Knorpelfische und Amphibien im Ausbau ihres Kleinhirns auf einer Stufe stehen, die beim Menschen bereits im dritten Lunarmonat erreicht wird. Es sind zwei einfache, sich vom Rückenmark erhebende Stränge, die sich über dem vierten Ventrikel verbinden. Erst bei Krokodilen, Haien und Rochen finden sich einige wenige Einsenkungen der Oberfläche. Bei den Vögeln sind die vorhandenen Furchen zahlreicher und entsprechen dem blätterartigen Bau eines primitiven Arbor vitae, dessen markige Blätter mit grauer Substanz belegt sind. Auch fehlen noch die Verbindungen zur Brücke und den Vierhügeln. Erst die Säuger erreichen vollendetere Stufen. Namentlich die Furchung schreitet weiter fort. Indes wird der Mensch weder in der Größe der Hemisphären, noch der Brücke, noch des Markkerns von irgendeinem Säugetier übertroffen; eine Feststellung, die schon der Engländer *Willis* (1622—1675) gemacht hatte.

Bei allen Säugetieren finden sich schließlich die Bindearme und das Velum medullare anterius und posterius, das allerdings bei den Nagern noch fast saumartig ist, um dann bei den Carnivoren rasch ansehnliche Größe zu erreichen und somit eine Membran zu bilden, an der die Flocken befestigt sind.

4. Ventrikel. Nur der vierte Ventrikel (ein Grund, weswegen *Tiedemann* vorschlägt ihn den ersten zu nennen) findet sich als einziger bei sämtlichen Arten der Vertebratenreihe. Bloß, daß seine Geräumigkeit, die wie in der Frühzeit fetalnen Wachstums, bei den niederen Spezies lebhaft variiert, entsprechend größer ist. Hingegen kommen die Alae cinereae erst von den Vögeln ab vor. Die Bedeutung der Kammern sieht der Verfasser einheitlich darin, daß sie den (merkwürdigerweise nur höchst selten beschriebenen), Plexus chorioidei die Möglichkeit zur ungehinderten Entfaltung geben; eine Auffassung, die sich inzwischen nicht geändert hat.

Vierhügel. Beim Menschen erscheinen die Vierhügel nach *Tiedemann* gegen Ende des dritten Monats, in innigem Zusammenhang mit den „Olivensträngen“ stehend. Entsprechend diesem verhältnismäßig frühzeitigem Auftreten, finden sie sich denn auch durchgehend in allen vier Tierklassen. Das vordere Paar ist, außer durch die Lage vor dem Kleinhirn und durch den Zusammenhang seiner Hohlräume (bei Fischen und Amphibien ebenso wie bei jüngeren menschlichen Embryonen) mit der syloischen Wasserleitung daran erkennbar, daß hier gerade bei den niederen Formen die wesentlichsten Ursprünge des Opticus liegen. Da man jedoch den Beginn des Sehnerven vor *Gall* und *Tiedemann* ausschließlich in den Sehhügeln gesucht hatte, so war hier eine Richtigstellung notwendig, die die angeblichen Thalami der Vögel, Amphibien und Fische in „Corpora quadrigemina“ umwandelt. Eine Besonderheit bilden hier die Fische, bei denen die die Körper repräsentierenden Membranen überhaupt noch nicht miteinander verwachsen sind. Die hervorragende Beziehung, in der sie zum zweiten Hirnnervenpaar stehen, sieht der Verfasser vor allem auch in ihrer konformen Größenordnung, die sogar Übereinstimmungen mit der der Augen selbst zeigen soll. Gerade bei den Vierhügeln läßt sich „die große Ähnlichkeit und Übereinstimmung des Hirnbaues des Fetus mit den verschiedenen Tierstufen“ dartun (*Tiedemann*, S. 124). „Die Vierhügel sind im Verhältnis zum großen Hirn

offenbar um so größer, je weniger der ganze Hirnbau entwickelt ist. Die kleinsten Vierhügel im Verhältnis zum großen Hirn findet man im Menschen und in den Affen; dann folgen die Raubtiere, die Wiederkäuer und Einhufer. Die größten Vierhügel im Verhältnis zum großen Hirn besitzen die Nager und die Fledermäuse. Ganz so ist das Verhältnis der Vierhügel zum großen Hirn im Embryo und Fetus. Nämlich die Vierhügel sind relativ zum großen Hirn um so größer je jünger der Fetus und sie sind relativ um so kleiner, je weiter der Fetus in seiner Bildung vorgerückt ist“ (Tiedemann, S. 120). Diese eindrucksvolle Parallele zwischen Phylogenie und Ontogenese bei der Entwicklung der Vierhügel, die wir heute als Mittelhirndach bezeichnen können, hat neuerdings Spatz, unter Bezugnahme auf Tiedemann, wieder besonders hervorgehoben. Hier liegen auch die Unterlagen für Monakows Gesetz vom „Wandern der Funktionen zum Kopfende“.

Sehhügel. Auch nur annähernd übereinstimmende Größenverhältnisse des Thalamus mit den Optici ließen sich nicht entdecken. Tiedemann glaubt jedoch eine ganz andere zahlenmäßige Korrelation, nämlich zu den Großhirnhemisphären, aufgefunden zu haben, eine Ansicht, die für ihn an Wahrscheinlichkeit gewinnt, als er hier die Quelle sieht, aus der die Hemisphären gespeist werden. Allerdings sind sie für ihn bekanntlich nicht viel mehr als eine Durchgangsstation für die aus den Hirnschenkeln aufsteigenden Faserungen, die durch die reichlich vorhandene faserlose Substanz, infolge erhöhter Ernährung, möglicherweise eine Massenzunahme sowie Verstärkung ihrer Tätigkeit erfahren; während die Auffassung Galls, der in den Sehhügeln die großen unteren Ganglien der Hirnschenkel sieht, wenigstens formal einen kleinen Fortschritt bedeutet. Thalami finden sich sowohl bei den Säugern als auch bei den Vögeln und Amphibien; nur bei den Fischen konnte der Verfasser sie nicht mit Sicherheit zur Darstellung bringen. In allen diesen Klassen sind sie solide und nicht hohl wie die Corpora quadrigemina der fetalen Frühzeit und der niederen Vertebraten.

Zirbeldrüse. Die Bedeutung dieses Organs ist ja noch heute einigermaßen unbekannt. Gall entdeckte hier wieder ein Ganglion, aus dem „Nerven- oder Markstränge entspringen“, während Tiedemann sie „für eine Commissur der beiden Anschwellungen der Hirnschenkel“ (die Thalami sind gemeint) hält, „welche durch Absetzung von grauer Substanz an dieselbe, sowie durch das Eindringen zahlreicher Blutgefäße verstärkt wird“¹.

Gestreifte Körper. Sie werden „als Anschwellungen der Hirnschenkel“ erst im Embryo des vierten Monats sichtbar. Bei den Fischen fehlen sie wohl noch, aber schon in der folgenden Tierklasse sind sie vorhanden, um bei den Vögeln eine ungewöhnliche Größe — die auch von Vicq d’Azyr und Cuvier bereits erwähnt wird — zu erreichen. Ihre Beziehungen zur Umgebung sind dabei die gleichen wie beim Menschen. Auch im Hirn

¹ Tiedemann: Anatomie und Bildgeschichte, S. 133.

der Nager, wo sie den Hauptaum innerhalb der Hemisphären einnehmen, sind sie auffallend groß. Bei den Raubtieren, Wiederkäuern und Huf-tieren kommt der Hornstreifen hinzu.

Hier läßt sich nun auch einigermaßen eine Dreiteilung ihrer Masse vornehmen, in eine oberflächliche Schicht von grauer, stark gefäßhaltiger Substanz, in eine mittlere, die sowohl graue als auch weiße Lager enthält und in eine untere, die nur aus markigem Material besteht. Auch hier glaubt *Tiedemann* wieder annehmen zu dürfen, „daß die Hirnschenkel in den Amphibien, Vögeln und Säugern nach ihrem Austritt aus den vermeintlichen Sehnervenhügeln, von neuem in den gestreiften Körpern durch Beimischung und Belegung mit grauer Substanz verstärkt, vergrößert und der Masse nach vermehrt werden. Es ist daher wohl nicht zu bezweifeln“, fährt er fort, „daß die Hirnschenkel durch die mit der grauen Substanz so reichlich eingehenden Arterien stärker ernährt und vergrößert werden, denn unverkennbar ist die Zahl und Dicke der aus den gestreiften Körpern in die äußere Wand der Hemisphären des großen Hirns sich ausbreitenden und ausstrahlenden Markbündel und Fasern ungleich größer als vor ihrem Eintritt in dieselben. Dies haben auch *Gall* und *Reil* erkannt, und daher nennt ersterer den gestreiften Körper das große obere Hirnganglion, und letzterer legt ihm den Namen des gestreiften vorderen oder großen Hirnganglions bei“¹.

Vordere Commissur. Diese Querverbindung — um deren Charakter als Commissur der Streifenkörper schon *Willis* wußte — wurde vom Verfasser im dritten Monat der Embryonalentwicklung zuerst gesehen. Genau genommen würden sie also Ausstrahlungen der Hirnschenkel, der Striata und der beiden Mittellappen der Großhirnhemisphären führen, umsciedet von einer pialen Fortsetzung. *Gall* hatte in ihr einen Teil seines aus den Gyri des Großhirns zurücklaufenden Fasersystems gesehen. Allein *Tiedemann* fand diese Anschauung um so absurd, als sie nicht nur seiner Idee von einer einheitlichen aufsteigenden Organisation widersprach, sondern seiner Ansicht nach schon auf einer viel früheren Stufe als die Windungen (aus denen sie ja doch entspringen sollten) vorhanden waren; ein Beweis, der ihm ebenso schlagend für die *Gallsche* Auffassung schien wie der andere, daß die Commissura anterior auch im Gehirn der Fische (wo sie die Hügel verbindet, aus denen die Olfactorii hervorgehen), sowie dem der Amphibien und Vögeln vor kommt, obwohl deren Cerebrum noch keine Windungen zeigt. In diesen Tierklassen ermöglicht sie — da der Balken noch fehlt — den einzigen Faseraustausch der Hemisphären untereinander. *Cuvier* fand dann, daß solche Zusammenhänge mit den Riechkolben wie bei den Fischen auch bei größeren Säugern, namentlich Raubtieren, Wiederkäuern und Nagern möglich sind.

Großhirnhemisphären. Bekanntlich geht das Wachstum der Hemisphären, deren Anfänge beim Menschen etwa im zweiten Monat sichtbar werden, in der Richtung von vorn nach hinten. So werden langsam alle auf diesem Wege liegenden Organe bedeckt, als deren spätestes das Kleinhirn. Nirgends nun wird die Quintessenz des *Tiedemannschen* Werkes sichtbarer bestätigt als gerade in der vergleichenden Anatomie der Großhirnhemisphären: *Der erwachsene Mensch zeichnet sich — das war eine äußerst wichtige Entdeckung! — vor den Tieren nur durch die besondere Größe und Höhe seiner Hemisphären, sowie einer vermehrten Zahl von Furchen und Windungen aus.* Indes kommt das Hirn der Affen, vor allem das von Schimpanse und Gibbon, die, im Gegensatz zu allen übrigen, auch im hinteren Lappen Windungen aufweisen, dem mensch-

¹ *Tiedemann*: Anatomie und Bildgeschichte, S. 137/138.

lichen einigermaßen nahe. In absteigender Reihenfolge hat man die Raubtiere, Wiederkäuer und Huftiere zu nennen, deren Hemisphärenbau etwa dem eines Fetus aus dem sechsten oder siebten Monat entspricht und — als unterste Stufe der Säugetierskala, an der Grenze gegen die Vögel — die Nager und Fledermäuse, die überhaupt noch keine Gyri besitzen, und bei denen auch noch die Vierhügelplatte zum Teil unbedeckt bleibt. An gleicher Stelle liegt ungefähr auch der hintere Hemisphärenpol der Vögel.

Die Hemisphären der Amphibien entsprechen etwa dem Bilde eines dreimonatlichen menschlichen Fetus, denn auch hier reichen sie nur bis zu den Sehhügeln, während die Corpora quadrigemina noch offen zutage treten. Im Gegensatz zu den Fischen ist ihr Vorkommen — nach Ansicht des Verfassers — wenigstens regelmäßigt. *Vicq d'Azyr* konnte zu dieser Auffassung gar nicht gelangen, da er in ihnen irrigerweise die Riechnervenhügel sah. In der Tat stellt das Pallium bei den Wechselblüttern auch nichts weiter dar, als „zwei ziemlich große, ganz glatte, von der Gefäßhaut überzogene Massen, woraus nach vorne die Riechnerven entspringen“. Wie man zugeben muß, Verhältnisse, die mit den üblichen Vorstellungen vom Aussehen der Hemisphären nicht einmal von ferne übereinstimmen wollen. Und doch ist die *Tiedemannsche* Beschreibung völlig überzeugend: „Wenn man die Hemisphären von oben nach den Seiten auseinanderschlägt, so erblickt man die kleinen, vor den Vierhügelbildern, liegenden vermeintlichen Sehnervenhügel oder die Anschwellungen der Hirnschenkel, neben der auf derselben liegenden Zirbel; ferner sieht man die dritte Hirnhöhle und die die Hemisphären nach vorne verbindende vordere Commissur; und endlich bemerkt man an jeder Hemisphäre nach hinten und innen eine Öffnung, in welche sich die Gefäßhaut hineinzieht, um in den Seitenventrikeln den Plexus chorioideus zu bilden¹.“

Außerordentlich schwierig und teilweise undurchsichtig fand unser Autor die Topographie bei den Fischen. *Haller* und andere hatten vor den Hügeln, die den Optici zum Ursprung dienen — und in denen *Tiedemann* daher die Corpora quadrigemina anteriora wiedererkennet — zwei andere solide Hügel entdeckt, aus denen die Olfactorii entsprangen. *Arsaky* nun, der sie wie *Haller*, als Riechnervenknoten bezeichnet, hielt sie für die Hemisphären der Kaltblütler. Indes glaubt der Verfasser, der in ihnen vielmehr die gestreiften Körper vermutet, hier widersprechen zu müssen, obwohl die betreffenden Hügel in zahlreichen Fällen oberflächlich mit feinen Furchen und Erhabenheiten versehen sind, die von Windungen nicht sehr verschieden scheinen. Andererseits aber besitzen die soliden, aus einer grau-rötlichen Substanz bestehenden Gebilde, weitgehende Analogien mit den Corpora striata eines frühen menschlichen Embryos, sowohl in Hinblick auf ihre Verbindung untereinander durch die vordere Commissur, als auch durch den Ursprung der Riechnerven. Das erste Vorkommen der Hemisphären glaubt *Tiedemann* vielmehr für die Knorpelfische, namentlich den Rochen und Haien, anzusetzen zu dürfen, deren Gehirn zwei miteinander verbundene hohle Hügel aufweist. Ihre Wand enthält nämlich eine flächenhafte Ausbreitung der Hirnschenkel und umschließt eine Fortsetzung der Pia. Hier wurde also schon in großen Zügen der charakteristische Faserverlauf deutlich, der — auf höher organisierten Stufen — immer mehr dem des endgültigen menschlichen glich.

Nur dort, wo noch die Windungen, in denen *Tiedemann* die Endstationen aller in den Pedunculi cerebri enthaltenen Faszikel sieht, bei den Nagetieren beispielsweise nicht angelegt sind, fehlt die komplizierte, über besondere „peripherische Faserungen“ sich erstreckende terminale Ausbreitung, vielmehr liegt hier die sehr

¹ *Tiedemann*: Anatomie und Bildgeschichte, S. 145.

dünne graue Substanz unmittelbar auf den „gewölbten Faserungen“, auf denen die ersteren sonst senkrecht stehen sollen.

Balken. Die Erörterung der vergleichenden Anatomie der Fasersysteme — übrigens ein Lieblingsthema des Autors — gibt Anlaß zu zahlreichen Polemiken, in denen namentlich *Gall* und *Reil* wegen ihrer Auffassung, die sie über den Balken hatten, angegriffen werden. *Tiedemann* sah im Corpus callosum die „nach innen gegeneinander gerichteten und von beiden Seiten verbundenen tieferen Faserbündel der Hirnschenkel“. *Gall* und *Reil* jedoch erblickten hier mehr selbständige Organisationen, die nach ersterem (das war durchaus richtig gesehen) ihre Faserungen rückläufig von der grauen Substanz der Windungen bezogen, nach letztem weiter nichts waren, als zwischen den Stabkranz eingesenkte quere Commissuren. Allerdings gab *Reil* Berührungen mit dem Hirnschenkel-system zu. Er war dabei der Ansicht, daß Kontiguität zur Leitung genüge, während *Tiedemann* nachdrücklich auf Kontinuität bestand.

Bei Fischen, Amphibien und Vögeln gibt es noch keinen Balken, in Analogie mit sehr frühen fetalen Stufen des Menschen. Erst bei Nagern und Fledermäusen wird er als niedere und wenig nach hinten reichende Querleiste sichtbar, um bei Raubtieren, Wiederkäuern und Einhufern das endgültige Stadium der Ausbildung zu erreichen. Gelegentlich, das hat *Reil* gezeigt, fehlt jedoch auch beim Menschen das Corpus callosum, eine Tatsache, die im Sinne einer Hemmungsmissbildung aufgefaßt werden muß.

Seitenventrikel. Die Bildungsverhältnisse der Seitenventrikel sind natürlich eng an die der Großhirnhemisphären, von denen sie umschlossen werden, angelehnt. So ist es nur selbstverständlich, daß *Tiedemann* bei den Grätenfischen, wo er die Hemisphären vermißte, auch keine Seitenventrikel fand. Erst bei Rochen und Haien treten sie auf und bei Amphibien und Vögeln erreichen sie erheblichere Größe. Hier sind auch die Verbindungen mit den hohlen Riechnerven vorhanden. Eine Teilung in vorderes und mittleres Horn findet bloß bei den Säugern statt, und nur Affen und Menschen besitzen auch ein Hinterhorn. Bei allen Säugetieren — wie auch beim menschlichen Fetus — erscheinen sie wesentlich später als der Zentralkanal und selbst als die dritte und vierte Kammer. „Die Bestimmung der Seitenhirnhöhlen“, meint *Tiedemann*, „ist wohl wie die des Rückenmarkkanals und aller übrigen Höhlen des Hirns keine andere, als der Gefäßhaut eine größere Fläche zur Absetzung des Blutes in die Hirnsubstanz darzubieten und eine dunstförmige Flüssigkeit auszuhauchen“¹.

Mag diese Vorstellung, besonders im letzten Teil, auch nicht ganz durchsichtig sein, so müssen wir doch einräumen, daß sie ein Korn Wahrheit über die Funktion der *Plexus chorioidei* enthält.

Corpora mamillaria. Sie sind bekanntlich bei menschlichen Embryo bis zum Ende des dritten Monats eine einfache, d. h. ungeteilte Anschwellung an der Gehirnbasis. Ihre endgültige Gestalt erhalten sie erst durch Einsenkung einer Piafalte zu Beginn des siebten Monats. Ob sie bei den Fischen überhaupt vorkommen, scheint

¹ *Tiedemann*: Anatomie und Bildgeschichte, S. 162.

Tiedemann sehr fraglich, obwohl *Vicq d'Azyr* und *Arsaky* es glauben. Auch bei den Amphibien hat er sie nicht feststellen können. Dagegen zeigen sie sich bei den Vögeln, Nagern und Wiederkäuern und zwar in der ursprünglichen Form des menschlichen Fetus, mithin einfach; erst bei den Carnivoren erscheinen sie in ihrer endgültigen Form, also doppelt.

Fornix. Sowohl im Hirn der Fische, als auch der Amphibien und Vögeln fehlt der Bogen; indes zeigt die Carettschildkröte Verhältnisse, die als Beginn seiner Entwicklung gedeutet werden müssen, und die etwa dem eines menschlichen Embryos aus der 12. Woche gleichen. Vor den Thalami steigt nämlich ein dünnes Faszikel zur vorderen Commissur herab, umschlingt sie und läuft, in eine dünne Membran ausstrahlend, gegen den eingeschlagenen Rand der Hemisphäre. Der Vorgang wiederholt sich bei den Vögeln, nur sind hier inzwischen die Mamillarkörper angelegt, die zur Umschlagstelle der sich vom Sehhügel herabsenkenden Bogenfasern werden. Bei den Säugetieren hingegen — auch in ihren weniger hoch entwickelten Spezies — ist der endgültige menschliche Zustand nahezu erreicht. Es findet sich überdies neben dem Fornix das Septum pellucidum und der von diesem eingeschlossene kleine Ventrikel.

Ammonshorn. Übereinstimmend mit dem späten Auftreten im menschlichen Fetus — die erste Anlage wird im Laufe des vierten Monats sichtbar und zwar von vornherein im Zusammenhang mit dem Bogen — kommt das Ammonshorn nach *Tiedemann* ausschließlich bei den Säugern vor — nur daß es hier meist bedeutend größer ist als beim Menschen (was, wie wir heute wissen, mit der Ausbildung des Geruchsinnes zusammenhängt). Bei Durchschneidung des Hippocampus — das hatte schon *Vicq d'Azyr* abgebildet — wechseln Lagen von grauer mit solchen aus weißer Substanz ab. Der Calcar avis fehlt hingegen auch der gesamten Säugetierreihe, da ihr Hirn, mit alleiniger Ausnahme des Affen, weder einen Hinterlappen noch ein Cornu posterius besitzt. Über sein Vorkommen bei den Anthropoiden jedoch ist Verfasser nichts genaueres bekannt.

Hypophyse. Bis zum sechsten Monat, schreibt *Tiedemann* von der Entwicklung der Hypophyse, „stellt sie einen kegelförmig vorspringenden Körper dar, welcher innen hohl ist, indem sich die dritte Hirnhöhle als Trichter in ihn hinabsenkt“¹. Das Lumen schwindet jedoch in späterer Zeit, und sie besteht dann, wie beim Erwachsenen, „aus einer rötlichen, weichen und faserlosen, mit Gefäßen durchzogenen Masse“². Das Organ kommt durchgehend in allen vier oberen Tierklassen vor. Besondere Ausmaße erreicht es bei den Fischen, bei denen es auch völlig solide ist, während sonst, bis zu den Säugern hinauf, der Hohlraum gesetzmäßig vorkommt.

VIII. Von den Wirkungen der Tiedemannschen Arbeit.

Das sind die Resultate des *Tiedemannschen* Buches. Wir haben dem wenig mehr hinzuzufügen. Die Verdienste des Verfassers — hoffen wir — sind klar genug zum Ausdruck gekommen. Wir sind auch an seinen Irrtümern nicht achtlos vorbeigegangen. Es sind ihrer nicht wenige,

¹ u. ² *Tiedemann*: Anatomie und Bildgeschichte, S. 172.

allein, in welche Irrtümer mögen wir Heutigen mit unseren modernen und klugen Kenntnissen und Vorstellungen, gewonnen mit äußerst komplizierten und kostbaren Apparaturen und Maschinen, verstrickt sein ? !

Tiedemanns Embryologie und vergleichende Anatomie wurde auch ins Französische und Englische übersetzt. Sollte es nicht das Interesse von *Cuvier*, *Lamarck* und *Darwin* gefunden haben ? Es ist einigermaßen wahrscheinlich, und fast möchte man es glauben. Indes ist über die Wirkung eines Werkes, das häufig noch eine entlegene Zeit beeinflußt, meist wenig genug zu erfahren. Jedenfalls hat die Arbeit *Tiedemanns* die Kenntnis von der Anatomie des Gehirns — und nicht nur diese ! — wie wir zu Beginn unserer Ausführungen sagten, um ein gut Stück Wegs weitergeführt, und man wird vielleicht nicht einmal zuviel behaupten, wenn wir von ihren Ergebnissen als von einer weitreichenden Entdeckung sprechen.

Weitere Arbeiten Friedrich Tiedemanns.

1820, Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen- und Darmkanal ins Blut gelangen, über die Verrichtungen der Milz und die geheimen Harnwege (Heidelberg).

1821, *Icones cerebri simiarum et quorundam animalium variorum.*

1822, *Tabulae arteriarum corporis humani.*

1822, *Tabulae nervorum uteri.*

1825, Über das Hirn des Orang-Utangs und über das des Delphins, verglichen mit dem Gehirn des Menschen.

1826, Die Verdauung nach Versuchen. 2 Bände (Heidelberg).

1836, Physiologie des Menschen.

1837, Das Hirn des Negers verglichen mit dem des Europäers (Heidelberg).

1854, Geschichte des Tabaks und anderer ähnlicher Genußmittel (Frankfurt).

Ein vollständiges Schriftenverzeichnis *Tiedemanns* bis zum Jahre 1844 findet sich in *Callisens* medizinischem Schriftstellerlexikon.

Literaturverzeichnis zur vorliegenden Arbeit.

Allgemeine deutsche Biographie. — *Creutz, W.*: Die Neurologie des 1.—7. Jahrhunderts. Leipzig: Georg Thieme 1934. — *Falk, F.*: Galens Lehre vom gesunden und kranken Nervensystem. 1871. — *Hirsch, A.*: Geschichte der medizinischen Wissenschaften in Deutschland. — *Hochstetter, F.*: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Gehirns. Berlin-Wien: Franz Deutike 1919 u. 1923. — Lexikon großer deutscher Ärzte. — *Neuburger*: Die historische Entwicklung der experimentellen Gehirn- und Rückenmarksphysiologie vor Flourens. Stuttgart 1897. — *Neuburger u. Pagel*: Handbuch der Geschichte der Medizin, Bd. 2. — *Révész, Béla*: Geschichte des Seelenbegriffes und der Seelenlokalisation. — *Spatz u. Stroescu*: Nervenarzt 1934. — *Sudhoff*: Arch. Geschichte d. Med. 7, 149—205 1914. — *Tiedemann, Fr.*: Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns im Fetus des Menschen nebst einer vergleichenden Darstellung des Hirnbaues in den Tieren. Nürnberg 1816. — Über das Hirn des Orang-Utangs und über das des Delphins, verglichen mit dem Gehirn des Menschen. — *Weyermann, H.*: Geschichtliche Entwicklung der Anatomie des Gehirns. Würzb. Diss. 1901 reicht bis *Tiedemann*.