

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Berlin, Charitékrankenhaus
[Direktor: Prof. Dr. R. Rössle].)

Die Massen- und Oberflächen-Entwicklung des fetalen Gehirns.

Von

Dr. Hans-Hermann Meyer,

Assistent am Institut.

Mit 12 Tabellen und 6 Abbildungen im Text.

Seit über 100 Jahren hat sich die Wissenschaft mit der fetalen Entwicklung des menschlichen Gehirns beschäftigt. Aus dem umfangreichen Schrifttum ragen unter den älteren Arbeiten die von *Ecker*, *Cunningham* und *Retzius*, unter den jüngeren die von *Waldeyer*, *His* und *Hochstetter* heraus. Phylogenetische und ontogenetische, makroskopische und mikroskopische Studien haben einander ergänzt. Nachdem wir von *Retzius* (1896) eine glänzende Zusammenfassung der makroskopischen Entwicklung des menschlichen Gehirns erhalten hatten, wandte sich die Forschung einzelnen Teilgebieten zu. Man studierte die Entstehung und Ursachen der Windungs- und Furchenbildung, ihre Symmetrie und Variationen, den Einfluß von Geschlecht und Rasse und vieles andere mehr.

Das reiche Material an Früh- und Totgeborenen an unserem Institut und die Unterstützung der I. und II. Universitäts-Frauenklinik Berlin haben es uns ermöglicht, auf Anregung von Herrn Prof. Rössle das Problem der Hirnentwicklung erneut anzugreifen. 180 Gehirne menschlicher Feten und Neugeborenen (5. bis 10. Schwangerschaftsmonat) standen uns zum Studium zur Verfügung, eine Anzahl, die wohl von keinem anderen zu gleichem Zweck verarbeitet worden ist. Wir werden nun im folgenden die Entwicklung des Gehirns vom 5. bis 10. Schwangerschaftsmonat besprechen und dabei im besonderen unser Augenmerk darauf richten, inwieweit die allgemeine Körperentwicklung (Körperlänge, Körper- und Organgewichte) mit der Entwicklung des Gehirns (Gehirngewicht, Entwicklung der Furchen) parallel geht. Eine andere Frage, die uns beschäftigen wird, ist die Variabilität der Furchen. Hierbei werden wir nicht nur die Verschiedenheiten im zeitlichen Auftreten der Furchen besprechen, sondern sowohl die Häufigkeit der auftretenden Verbindungen der Furchen untereinander, als auch die Unterschiede der Entwicklung zwischen der rechten und linken Hemisphäre beachten. Schließlich werden wir auf die Verschiedenheiten zwischen männlichen und weiblichen Gehirnen zu sprechen kommen.

Die zu diesen Untersuchungen gesammelten Gehirne wurden von uns in der Weise vorbereitet, daß wir durch die große Fontanelle eine 10% ige Formalinlösung in den Sinus sagittalis einspritzten, bis aus den bei der Körpersektion eröffneten Halsgefäßen Formalin abfloß. Dann wurden einige Kubikzentimeter gleicher Lösung durch die große Fontanelle in den Subduralraum eingespritzt und durch Wenden des Schädels im Innern desselben verteilt. Schließlich injizierten wir noch wenige Kubikzentimeter durch die Lamina cribrosa von beiden Nasenlöchern aus, um so eine Vorfizierung dieser schlecht erreichbaren basalen Teile zu erreichen. Bei einigermaßen frischen Gehirnen erreichte diese einfache Methode eine ausreichende oberflächliche Vorfizierung und ermöglichte nach 2—3 Tagen die Gehirne herauszunehmen, ohne größere Verletzungen an der Oberfläche derselben zu setzen. Die Gehirne wurden weiter längere Zeit in 10% iger Formalinlösung fixiert, bevor sie verarbeitet wurden. Wir waren uns dabei im klaren, daß wir bei der Wägung der Gehirne nach vorheriger Fixierung mit einer Änderung des ursprünglichen Gewichtes rechnen mußten. Durch Untersuchungen von *Strecker* wissen wir, daß das Gehirn durch Einlegen in eine 10% ige Formalinlösung eine Gewichtszunahme mit dem Höhepunkt zwischen dem 5. und 8. Tag durch postmortale Quellung erfährt. Dann erfolgt eine geringe Gewichtsabnahme, die nach wenigen Tagen zum Stillstand kommt. Die Gehirne behalten von nun an ein durchschnittlich um 10% vermehrtes Gewicht. Daß unter anderem die Frische des Gehirns für die Quellungsfähigkeit von Bedeutung ist, soll nur erwähnt werden. Da diese Gewichtszunahme des Gehirns (etwa 10%) alle unsere Fälle nahezu in gleicher Weise betrifft, haben wir im Interesse einer möglichst gut erhaltenen Oberfläche diesen Fehler in Kauf genommen.

Nach vorsichtigem Entfernen der Pia, was sich besonders bei jungen, furchenarmen Gehirnen leicht bewerkstelligen läßt, wurde das Furchenrelief aller Feten bis zum 7. Monat in Schemata eingetragen, die wir uns für die verschiedenen Altersstufen angefertigt haben. Die Besonderheiten der Gehirne der höheren Schwangerschaftsmonate (8.—10.) haben wir in Tabellen eingetragen, ähnlich denen, die wir unten wiedergegeben haben, da ein genaues Abzeichnen des Furchenbildes große Schwierigkeiten bereitet. Natürlich war es notwendig, eine Auswahl der Furchen zu treffen. Wie wir später sehen werden, haben wir diejenigen ausgewählt, die die meisten Variationen und Besonderheiten aufweisen. Auf Messungen der Furchen (Länge und Tiefe), wie sie *Mingazzini* u. a. vorgenommen haben, haben wir verzichtet.

Jedem, der sich mit dem Studium der Gehirnentwicklung beschäftigt, treten große Schwierigkeiten hierbei entgegen. Einmal ist es die Schwierigkeit der Materialbeschaffung und Vorbereitung und zweitens die notwendige Altersbestimmung der Feten. Von den verschiedensten Methoden zur Altersbestimmung von Feten, die wir in großer Zahl im

Schrifttum angegeben finden, gibt keine von ihnen uns die Möglichkeit einer sicheren Altersbestimmung. Der allgemeine Entwicklungszustand, Gewicht, Körperlänge, Sitzhöhe, Kopfumfang und ihre Proportionen zueinander, ja selbst die erfragbare Schwangerschaftsdauer bieten nur einen Anhalt. Wir haben uns deshalb entschlossen, die Körperlänge als Grundlage der Altersbestimmung zu nehmen. In einer Reihe von Fällen verglichen wir die so gewonnenen Werte mit den zeitlichen Angaben über die Schwangerschaftsdauer und fanden eine weitgehende Übereinstimmung beider Resultate. An Hand der ausgezeichneten *Zangenmeisterschen* Kurven nahmen wir eine Einteilung in Schwangerschaftswochen vor. Die nachfolgenden Kurven und Tabellen zeigen, daß wir aus der Körperlänge noch am ehesten Rückschlüsse auf das Alter ziehen können. Die große Zahl der Gehirne (180) gab uns die Möglichkeit, eine lückenlose Entwicklungsreihe aufzustellen und für jede Schwangerschaftswoche (20.—40.) einige Beispiele zu finden. Die von jedem Feten gemachten Wägungen vom Gehirn, Herz, rechter und linker Lunge, Milz, Leber, Nieren, Thymus und Schilddrüse geben uns die zur Beantwortung unserer weiteren Fragen notwendigen Unterlagen.

Hier wird es notwendig sein, kurz etwas über den Entwicklungsmechanismus der Windungen und Furchen zu sagen. Das Problem der Hirnfurchung, sagt *Landau*, enthält 2 ganz verschiedene Probleme, einmal das rein histogenetische Problem der Furchung und andererseits das bio-physiologische Problem der Oberflächengestaltung. Die Lösung des 1. Problems wird uns erst der des 2. näherbringen. Die histologischen Untersuchungen haben nun dazu geführt, die Entstehung der Windungen aus innerer Ursache heraus als die wahrscheinlichste anzunehmen. Die Oberflächenspannung ist vielleicht als reizgebendes Moment von Wichtigkeit. Welche Rolle u. a. die „transitorische Körnerschicht“ (*Schaffer*) hier einnimmt, ist bis heute nicht entschieden. Ganz kann die Bedeutung der Furchen als Nährschlitze nicht geleugnet werden (*Seitz, Ries, Reichert* u. a.). Wir wissen heute, daß die Hirnrinde in Felder eingeteilt werden kann, die sich sowohl anatomisch, physiologisch als auch physikalisch voneinander trennen lassen und daß eine individuelle Anlage und Ausdehnung einzelner dieser Partien auf Kosten anderer eintreten kann. Daß dieses Verhalten nicht ohne Bedeutung für die grobe Formgebung der Hirnoberfläche sein kann, erscheint uns wahrscheinlich, wenn auch Untersuchungen von *Brodmann* und *C.* und *O. Vogt* zeigen, daß sich verschiedene Rindenfelder individuell ausbreiten können, ganz gleich, ob sie in einer Furche liegen oder nicht.

Die ausgezeichneten Arbeiten *Hochstetters* haben die Entwicklung des fetalen Gehirns in den ersten Monaten genau festgelegt und bis in die letzten Einzelheiten durchforscht. Er hat u. a. auch die viel umstrittenen sog. transitorischen Furchen (*Retzius, Mingazini, Cunningham* u. a.) an Hand lebensfrischer Gehirne als Zeichen postmortalen

Veränderungen erklären können. Auch wir fanden diese Veränderungen an Gehirnen bis zur 22. Schwangerschaftswoche.

Wir wollen im folgenden die Entwicklung des Oberflächenreliefs an 180 Gehirnen der 20.—40. Schwangerschaftswoche besprechen. Aus klinischen Gründen heraus ist es erklärlich, daß die Anzahl von Feten zwischen der 20. und 25. Woche geringer ist als die der späteren Monate. Am Anfang jeder Woche wollen wir die für jede Woche errechneten Durchschnittswerte für Körperlänge, Körpergewicht und Gehirngewicht angeben, um so eine leichtere Orientierung zu ermöglichen. Es sei weiterhin gleich am Anfang gesagt, daß wir in der nun folgenden Besprechung der Gehirnentwicklung in den einzelnen Schwangerschaftswochen nur eine kurze Schilderung der Hirnoberfläche geben wollen, ohne auf Einzelheiten einzugehen. Dieses geschieht nur, um beim Studium des dann folgenden, insbesondere der Tabellen, eine Vorstellung über den Zustand des Gehirns und über die Maße und Gewichte in den einzelnen Schwangerschaftsmonaten zu geben. Auf die Wiedergabe von Photographien haben wir aus Sparsamkeitsgründen verzichtet. Der Kürze halber werden wir in den einzelnen Wochen nur über die neu auftretenden Furchen berichten und uns in den Wochen, in denen keine neuen Furchen erscheinen, mit Zahlenangaben begnügen können.

20. Schwangerschaftswoche: Körperlänge (K'Länge) 21 cm, Körpergewicht (K'Gewicht) 157 g, Gehirngewicht (G'Gewicht) 25 g.

Die Hirnoberfläche ist glatt, die Fossa Sylvii eine seichte Mulde ohne scharfe Begrenzung. Als einzigste Furche an der Oberfläche findet man in einem Teil der Fälle den Sulcus occipitalis transversus. Die mediale Fläche zeigt schon eine Reihe wohl ausgebildeter Furchen. Die Fissura calcarina ist jetzt immer vorhanden, hört ungegabelt am Occipitalpol auf und nimmt die Fissura parieto-occipitalis auf, die eine seichte Furche darstellt und noch nicht die Mantelkante erreicht. Auch der Sulcus cinguli ist schon vorhanden, besteht aus 3 und mehr Stücken. Die Fissurae orbitales sind leicht angedeutet.

6. Schwangerschaftsmonat (21.—24. Schwangerschaftswoche).

21. Schwangerschaftswoche: K'Länge 23 cm, K'Gewicht 200 g, G'Gewicht 30 g.

An der Konvexität ist nur der Sulcus occipitalis transversus vorhanden, die mediale Hemisphärenseite zeigt das gleiche Bild.

22. Schwangerschaftswoche: K'Länge 26 cm, K'Gewicht 309 g, G'Gewicht 52 g.

Jetzt hat Körper- und Hirngewicht um ein Drittel des letzten Wertes zugenommen. In allen Fällen finden wir die erste Anlage des Sulcus centralis, der als eine seichte, meist stark schräg gestellte Furche imponiert. In weniger als der Hälfte der Fälle finden wir gleichzeitig die erste Anlage des Sulcus prae- und postcentralis auf der rechten Seite.

Auch der Sulcus frontalis sup. ist vorhanden, während der inf. nur in einem geringen Teil angedeutet ist. Die Frontalfurchen insbesondere bestehen noch aus einzelnen unzusammenhängenden Grübchen. Auch der Sulcus interparietalis erscheint in ungefähr der Hälfte der Fälle. Von den Temporalfurchen ist der Sulcus temporalis sup. fast immer, der medius weniger oft und der inferior nur einmal angedeutet. Die Furchen der medialen Seite zeigen ungefähr das gleiche Bild wie oben. Die Fossa Sylvii ist von wulstartigen Rändern umgeben.

23. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 26,8 cm, K'Gewicht 320 g, G'Gewicht 56,3 g.

In dieser Periode tritt nur eine geringe Weiterentwicklung ein (Körper- und Hirngewicht haben nur gering zugenommen). Neue Furchen sind nicht erschienen. Die Fossa Sylvii zeigt eine schärfere Begrenzung und zum erstenmal eine Ausbildung ihrer Äste. Die Zentralfurche ist regelmäßig vorhanden, während die hintere und vordere Zentralfurche nur einen geringen Teil der Fälle zu finden ist. Temporal- und Frontalfurchen zeigen das gleiche Bild. Auch die Furchen des Occipitalpols und der medianen Seite sind unverändert. Die orbitalen Furchen beginnen sich zu vertiefen.

24. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 28,5 cm, K'Gewicht 371 g, G'Gewicht 57,5 g.

Das Auftreten der vorderen und hinteren Zentralfurche ist auch jetzt noch sehr unbeständig. Die Zentralfurche selbst ist eine seichte Grube, die die Mantelkante oder die Fossa Sylvii noch nicht erreicht. Der Sulcus interparietalis besteht meist aus 2 Stücken, Temporal- und Frontalfurchen sind nahezu immer vorhanden, nur der Sulcus frontalis medialis fehlt noch. Am Occipitallappen und an der medialen Seite findet man geringe Weiterentwicklung der schon vorhandenen Furchen.

7. *Schwangerschaftsmonat (25.—28. Schwangerschaftswoche).*

25. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 30,2 cm, K'Gewicht 527 g, G'Gewicht 56,6 g.

Wir finden jetzt ein scheinbares Absinken des Gehirngewichtes. Dieser Befund ist aber ohne Bedeutung, er ist ein zufälliges Resultat, das aus einer zu geringen Zahl von Fällen zu deuten ist. Das Oberflächenrelief zeigt ungefähr das gleiche Bild, die Furchen werden tiefer und länger, ihre Konturen schärfer.

26. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 32,4 cm, K'Gewicht 619 g, G'Gewicht 91,4 g.

Wir finden jetzt wieder eine starke Gewichtszunahme. Hier treten nun schon deutliche Schwankungen unter den Gewichten dieses Zeitabschnittes auf. Man kann Gehirne beobachten, die ein großes Mißverhältnis zwischen der Entwicklung des Gehirnes und des übrigen Körpers aufweisen, worauf wir noch später zu sprechen kommen werden.

Die Furchen haben sich weiter vertieft. Als neue Furche tritt vereinzelt jetzt der Sulcus frontalis med. auf, die Fossa Sylvii zeigt eine scharfe Begrenzung, und häufig findet man den vorderen und hinteren Ast entwickelt und nicht selten geteilt. Sonst sind keine Besonderheiten an der Konvexität sichtbar. Verbindungen einzelner Furchen untereinander gehören noch zu den größten Seltenheiten. Die Furchen der medialen Hemisphärenseite, die zuerst entstanden sind, sind besonders tief. In manchen Fällen erreicht die Fissura parieto-occipitalis die Mantelkante.

27. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 33,9 cm, K'Gewicht 719 g, G'Gewicht 111 g.

Auch in dieser Periode fallen die großen Schwankungen der Entwicklung der Gehirne gleich großer Feten auf. Die vordere Zentralfurche erreicht in einzelnen Fällen die Mantelkante oder auch die Fossa Sylvii. Selten geht sie eine Verbindung mit der Zentralfurche selbst ein. Die hintere Zentralfurche ist kaum in der Hälfte der Beispiele vorhanden, zeigt einmal eine Verbindung mit dem Sulcus interparietalis. Frontal- und Temporallappen zeigen das gleiche Bild.

28. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 34,9 cm, K'Gewicht 837 g, G'Gewicht 124 g.

Nur langsam geht die Entwicklung jetzt weiter. Schon häufiger findet man Verbindungen der Furchen untereinander. Manchmal erreicht die Zentralfurche die Fossa Sylvii. Auch die mediale Hemisphärenseite zeigt keine Besonderheiten, ihre Furchen werden tiefer und setzen sich schärfer gegen die umgebenden Windungen ab.

8. *Schwangerschaftsmonat (29.—32. Schwangerschaftswoche).*

29. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 36,2 cm, K'Gewicht 894 g, G'Gewicht 139 g.

Die Furchen sind in der Mehrzahl vorhanden, nur in einzelnen Fällen fehlt diese oder jene Furche. Anastomosen werden häufiger.

30. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 37,4 cm, K'Gewicht 1050 g, G'Gewicht 155 g.

Alle Furchen sind jetzt wenigstens andeutungsweise vorhanden. Während diejenigen, die schon längere Zeit vorhanden waren, einheitliche, tief eingesenkte, zwischen den Windungen glatt begrenzte Furchen darstellen, zeigen sich die jüngst erschienenen als seichte Mulden oder bestehen aus einzelnen unzusammenhängenden Grübchen, die aber schon deutlich die endgültige Verlaufsrichtung der späteren Furche markieren. Hirngewicht, Körpergewicht und -länge zeigen in den letzten Wochen eine nahezu gleichmäßig ansteigende Entwicklungskurve. Die Fossa Sylvii zeigt eine schärfere Begrenzung, ist aber noch eine offene dreieckige Bucht. Man findet jetzt häufiger eine Ausbildung ihres vorderen und hinteren Astes, der wiederum in einzelnen Fällen eine Teilung aufweist.

31. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 39 cm, K'Gewicht 1143 g, G'Gewicht 176 g.

In diesem Zeitabschnitt sind keine Besonderheiten zu erwähnen. Die Ausbildung der Furchen in ihrer Form, Lage, Länge und Tiefe macht weiter Fortschritte.

32. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 40,1 cm, K'Gewicht 1355 g, G'Gewicht 183,7 g.

Alle wichtigen Arten von Anastomose zwischen den einzelnen Windungen sind bis zu diesem Zeitabschnitt ein oder mehrmals in Erscheinung getreten. Das Furchenrelief scheint auf der linken Seite im ganzen stärker entwickelt, worauf wir noch später zu sprechen kommen.

9. *Schwangerschaftsmonat (33.—36. Schwangerschaftswoche).*

33. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 41,1 cm, K'Gewicht 1355 g, G'Gewicht 215,5 g.

Dem Gewichtsstillstand in dieser Woche ist keine besondere Bedeutung zuzumessen. Die folgenden Werte der Kurve deuten eindeutig auf eine allmähliche Gewichtszunahme hin. Die Oberfläche der Hemisphären ist nun schon als gyriert zu bezeichnen, wenn auch noch ein großer Unterschied zwischen dem augenblicklichen Zustand und dem endgültigen Furchenrelief vorhanden ist. Bis auf die Furchen des Frontal- und Temporallappens, die noch häufig aus einzelnen Stücken bestehen, stellen die Furchen schon einheitliche Gebilde dar.

34. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 42,6 cm, K'Gewicht 1609 g, G'Gewicht 244 g und

35. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 43,8 cm, K'Gewicht 1667 g, G'Gewicht 298 g.

Die Furchen und Windungen sind nun schon deutlich scharf gegeneinander abgesetzt. Die Fossa Sylvii beginnt sich zu schließen. Die Gestalt der Furchen wird einfacher, glatter, man findet jetzt immer häufiger Anastomosen zu nachbarlichen Furchen. Das Auftreten von sekundären und tertiären Furchen beginnt den Überblick des einfachen Furchenreliefs zu verwirren (eine Einteilung der Furchen in primäre, sekundäre und tertiäre wird von manchen Autoren abgelehnt).

36. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 45,5 cm, K'Gewicht 2073 g, G'Gewicht 302 g.

10. *Schwangerschaftsmonat (37.—40. Schwangerschaftswoche).*

37. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 47 cm, K'Gewicht 2057 g, G'Gewicht 321 g.

38. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 48 cm, K'Gewicht 2362 g, G'Gewicht 324 g.

39. *Schwangerschaftswoche*: K'Länge 49 cm, K'Gewicht 2522 g, G'Gewicht 365 g.

40. Schwangerschaftswoche: K'Länge 53 cm, K'Gewicht 3488 g, G'Gewicht 418 g.

Die hohen Werte für Länge, Körpergewicht und Hirngewicht in der 40. Schwangerschaftswoche, die nicht unwesentlich über den für Neugeborene sonst angegebenen Zahlen liegen, lassen sich vielleicht daraus erklären, daß gerade die sehr großen und schweren Kinder am ehesten den Gefahren unter der Geburt ausgesetzt sind.

Schon in der 36. Woche sind alle Furchen vorhanden. Das Oberflächenrelief ist ähnlich dem eines erwachsenen Gehirns, wenn auch sekundäre und tertiäre Furchen noch nicht so stark ausgebildet sind, obwohl sie, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, an Zahl stark zugenommen haben. Eine Orientierung an der Hirnoberfläche ist in diesem Stadium schwieriger als an Gehirnen Erwachsener, da alle Furchen auf einem so engen Raum zusammengedrängt sind. Auch in diesem Zeitabschnitt findet man in jeder Woche eine fortschreitende Entwicklung des Gehirns nicht nur ein konstantes Zunehmen des Gewichtes, sondern auch eine Entwicklung der Furchen. Sie werden tiefer und länger. Die Fossa Sylvii hat sich fast geschlossen. Für die 40. Schwangerschaftswoche haben wir 25 männliche und 25 weibliche Gehirne, die wir später noch gesondert besprechen werden.

Nachdem wir im vorangegangenen versucht haben, ein Bild von der allgemeinen Beschaffenheit des Gehirns in den verschiedenen Schwangerschaftswochen zu geben, wollen wir nun im folgenden in Form von Tabellen die markantesten Furchen besprechen. Wir haben Tabellen zusammengestellt, die bis auf Gewichte und Maße, die aus dem vorhergegangenen ersichtlich sind, alles Wichtige enthalten. Dabei haben wir nicht nur das zeitliche Auftreten berücksichtigt, sondern auch Anastomosen und Varietäten vermerkt, und zwar rechts und links gesondert. Die erste Spalte gibt die Einteilung in Schwangerschaftswochen an, wobei wir die 40. Schwangerschaftswoche in männliche und weibliche Feten geteilt haben. Dann folgt die Zahl der Fälle, die wir angegeben haben, damit man aus den Zahlen, die in den übrigen Rubriken eingetragen sind und die angeben, wie oft wir in den einzelnen Wochen die jeweils oben angegebenen Besonderheiten gefunden haben, die Häufigkeit des Vorhandenseins im Verhältnis zur Zahl der Fälle ersehen kann. Wir haben absichtlich wegen der geringen Zahl der Fälle auf eine Darstellung in Prozenten verzichtet, da sie ein falsches Bild geben würde. Die kleinen Querstriche in den Tabellen bedeuten, daß keine positiven Befunde zu erheben waren. Die Schrägstriche in einzelnen Rubriken zeigen nur an, daß in diesen Wochen eine Nachprüfung nicht stattgehabt hat.

Wir haben diejenigen Furchen zur genauen tabellarischen Darstellung ausgewählt, die nach dem im Schrifttum Besprochenen und

Tabelle I. Sulcus centralis.

Alter in Schwanger- schafts- wochen	Zahl der Fälle	Vorhanden		Erreicht die Mantel- kante		Erreicht die Fossa Sylvii		Anastomosen mit Sulc. praecentral.		Anastomosen mit Sulc. postcentr.	
		re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
20	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	5	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—
23	3	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—
24	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—
25	3	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—
26	8	8	8	—	—	—	—	—	—	—	—
27	5	5	5	—	—	—	—	—	1	—	—
28	12	12	12	—	—	2	—	1	—	—	—
29	11	11	11	—	—	2	4	—	—	1	—
30	15	15	15	2	4	1	2	—	1	—	—
31	9	9	9	1	3	1	2	—	—	—	—
32	9	9	9	1	3	1	2	—	—	1	—
33	7	7	7	—	1	2	2	1	1	2	1
34	7	7	7	2	3	2	1	2	—	—	—
35	2	2	2	1	—	1	1	1	—	1	—
36	14	14	14	4	7	3	5	2	2	1	—
37	7	7	7	4	3	—	1	1	2	—	—
38	5	5	5	3	4	—	—	2	1	—	1
39	2	2	2	2	2	—	—	—	1	1	—
40	25 ♂	25	25	18	15	5	7	10	7	5	6
40	25 ♀	25	25	20	23	4	4	11	12	1	8

Tabelle 2. Sulcus praecentralis.

Alter in Schwanger- schafts- wochen	Zahl der Fälle	Vor- handen		Besteht aus 2 Stücke		Erreicht die Mantel- kante		Erreicht die Fossa Sylvii		Anasto- mosen mit Sulc. centr.		Anasto- mosen mit Sulc. front. sup.		Anasto- mosen mit Sulc. front. inf.		Anasto- mosen mit Sulc. front. med.	
		re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
20	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	3	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
26	8	7	6	2	1	—	—	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—
27	5	5	5	2	1	—	—	1	—	1	1	2	—	—	—	—	—
28	12	11	12	3	4	—	—	—	—	2	1	2	4	2	2	—	—
29	11	10	11	5	7	1	—	1	3	—	—	3	6	4	5	3	2
30	15	15	14	11	8	1	1	3	8	—	1	4	8	9	8	5	2
31	9	9	9	5	7	1	—	4	5	—	—	5	5	3	5	3	4
32	9	9	9	9	9	1	—	3	7	—	—	5	5	2	7	1	3
33	7	7	7	5	4	1	1	1	3	1	1	4	5	2	5	3	2
34	7	7	7	2	4	—	1	1	1	2	—	4	6	3	2	3	2
35	2	2	2	1	2	—	—	—	1	1	—	1	1	—	1	1	1
36	14	14	14	7	8	3	5	6	5	2	2	9	6	4	9	2	—
37	7	7	7	6	5	1	2	1	3	1	2	4	5	2	2	2	2
38	5	5	5	2	4	2	2	2	4	2	1	3	3	2	—	2	1
39	2	2	2	1	2	1	1	—	2	—	1	2	2	1	—	—	—
40	25 ♂	25	25	18	18	12	11	13	17	10	7	24	23	—	—	—	—
40	25 ♀	25	25	20	21	11	9	12	12	11	12	22	23	—	—	—	—

nach den eigenen Befunden die augenfälligsten und charakteristischsten Besonderheiten aufwiesen.

Als 1. Furche wollen wir den *Sulcus centralis* besprechen, der von der 22. Woche an regelmäßig vorhanden ist. Seine Charakteristica sind: Zahlreiche Anastomosen mit dem Sulc. praecentr. und postcentr. Sehr häufig erreicht er die Mantelkante, nur selten die Fossa Sylvii (Tabelle 1).

Es folgt nun der *Sulcus praecentralis*, dessen Auftreten nicht so regelmäßig ist, er beginnt von der 22. Woche. An 77 unter 100 Hemisphären besteht er aus 2 Stücken, d. h. in 23 unter 100 Fällen war er einheitlich (letzteren Befund findet bei Erwachsenen *Retzius* in 23%, *Eberstaller* in 24%, *Cunningham* in 32%). Er erreicht selten die Mantelkante, etwas häufiger die Fossa Sylvii. Oft findet man Anastomosen mit dem Sulc. frontalis sup. und inf. (Tabelle 2).

Der *Sulcus postcentralis* zeigt große Unregelmäßigkeit sowohl im zeitlichen Auftreten als auch in der Zahl seiner Stücke. Erst in der 40. Woche erreicht er häufiger die Fossa Sylvii. Nur selten fanden wir Anastomosen mit der Zentralfurche, während eine Verbindung mit dem Sulc. interparietalis sehr häufig vorhanden ist (Tabelle 3).

Tabelle 3. Sulcus postcentralis.

Alter in Schwanger- schafts- wochen	Zahl der Fälle	Vor- handen		Besteht aus						Er- reicht die Mantel- kante		Er- reicht die Fossa Sylvii		Anasto- mosen mit Sulc. centr.		Anasto- mosen mit Sulc. inter- parie- talis	
				1 Teil		2Teilen		3Teilen									
		re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
20	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
21	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
22	5	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
23	3	2	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
24	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
25	3	3	1	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
26	8	5	3	5	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27	5	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	
28	12	12	10	11	8	1	2	—	—	—	—	—	—	—	4	4	
29	11	11	9	10	7	1	2	—	—	—	—	2	1	—	4	5	
30	15	15	14	8	8	7	7	—	—	1	1	2	4	—	6	7	
31	9	9	9	3	4	5	5	1	—	1	2	1	2	—	4	4	
32	9	9	9	6	4	3	5	—	—	1	2	—	2	1	4	4	
33	7	7	7	5	4	2	3	—	—	—	1	1	2	2	5	5	
34	7	7	7	7	5	—	2	—	—	2	3	2	2	—	2	3	
35	2	2	2	2	1	—	1	—	—	1	1	1	1	1	1	—	
36	14	14	14	9	6	5	8	—	—	2	3	1	5	1	7	6	
37	7	7	7	5	2	2	4	—	1	1	3	2	2	—	1	6	
38	5	5	5	2	2	3	3	—	—	1	2	4	1	—	1	3	
39	2	2	2	—	2	2	—	—	—	—	1	1	1	1	1	2	
40	25	25	25	13	10	12	13	—	2	11	10	10	13	5	6	21	
40	25	25	25	20	14	5	8	1	3	12	13	14	16	1	8	23	

Der *Sulcus interparietalis* zeigt eine Zusammensetzung aus 1—3 und mehr Stücken, wobei zu bemerken ist, daß es oft schwer ist zu entscheiden, ob 2 deutlich ausgeprägte Furchenstücke, die durch eine furchenähnliche Einsenkung in Verbindung stehen, als eine einheitliche Furche zu deuten ist oder nicht. Nur selten finden wir Verbindungen mit den Temporalfurchen. Anastomosen mit dem Sulcus occip. transv. haben wir nur bis zur 35. Schwangerschaftswoche nachgeprüft (Tabelle 4).

Tabelle 4. Sulcus interparietalis.

Alter in Schwanger- schafts- wochen	Zahl der Fälle	Vor- handen		Besteht aus								Anasto- mosen mit Sulc. temp. sup.		Anasto- mosen mit Sulc. temp. med.		Anasto- mosen mit Ra. asc. post. der Fossa Sylvii		Anasto- mosen mit Sulc. occipit. transv.		Anasto- mosen mit Sulc. post- cent- ralis	
				1 Stück		2Stücke		3Stücke													
		re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.		
20	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
21	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
22	5	3	2	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
23	3	3	3	2	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
24	2	2	2	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
25	3	3	2	1	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
26	8	8	7	4	3	3	4	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—			
27	5	5	5	4	3	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—			
28	12	12	11	4	4	8	7	—	—	2	2	—	—	—	—	2	1	4			
29	11	11	11	4	4	7	6	—	1	—	—	—	1	—	—	3	4	4			
30	15	15	15	2	5	13	9	—	1	—	—	—	—	—	—	4	2	6			
31	9	9	9	1	2	8	7	—	1	1	3	2	1	—	—	4	1	4			
32	9	9	9	3	3	6	6	—	—	2	2	—	—	—	—	3	2	4			
33	7	7	7	2	2	3	5	2	—	2	1	1	—	—	—	3	3	5			
34	7	7	7	2	1	5	6	—	—	1	1	—	1	1	1	3	3	2			
35	2	2	2	—	—	2	2	—	—	1	1	1	—	—	—	1	1	1			
36	14	14	14	4	5	10	9	—	—	2	4	1	—	—	—	8	4	7			
37	7	7	7	2	—	5	7	—	—	1	1	1	—	—	—	—	1	6			
38	5	5	5	2	1	3	4	—	—	1	—	—	—	—	2	—	—	3			
39	2	2	2	2	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	2			
40	25	25	25	4	5	20	20	1	—	5	5	1	—	3	5	—	—	17			
40	25	25	25	4	5	20	20	—	—	5	7	—	1	4	1	—	—	23			

Der *Sulcus occipitalis transversus*, den wir nur bis zur 36. Schwangerschaftswoche aufgezeichnet haben, bildet häufig Anastomosen mit dem Sulc. interpar., nur selten erreicht er die Mantelkante (Tabelle 5).

Die Temporalfurchen: *Sulcus temporalis sup.*, *med.* und *inf.* zeigen sich schon in der 22. Schwangerschaftswoche in den allerersten Anfängen. Nur selten Ausbildung von Anastomosen (Tabelle 6).

Von den *Sulci frontales sup. med.* und *inf.* zeigt nur der erste ein regelmäßiges Auftreten und häufige Anastomosen mit dem Sulcus praecentr., während der *inf.* und besonders der *medius* große Unregelmäßigkeiten im Auftreten und nur wenig Verbindungen aufweisen (Tabelle 7).

Tabelle 5. Sulcus occipitalis transversus.

Alter m Schwanger- schafts- wochen	Zahl der Fälle	Vor- handen		Anastomosen mit Sulc. interparietalis		Erreicht die Mantelkante	
		re.	li.	re.	li.	re.	li.
20	3	2	2	—	—	—	—
21	1	1	1	—	—	—	—
22	5	2	3	—	—	—	—
23	3	3	3	—	—	—	—
24	2	2	2	—	—	—	—
25	3	3	3	—	—	—	1
26	8	8	8	—	—	2	4
27	5	5	5	—	—	1	1
28	12	12	12	2	1	2	1
29	11	11	11	3	4	5	5
30	15	15	15	4	2	1	—
31	9	9	9	4	1	2	1
32	9	7	8	3	2	—	—
33	7	6	6	3	3	1	1
34	7	7	5	3	3	1	3
35	2	2	2	—	1	—	—
36	14	14	14	8	4	7	3

Tabelle 6.

Alter in Schwanger- schafts- wochen	Zahl der Fälle	Sulc. temp. sup.				Sulc. temp. med.				Sulc. temp. inf.	
		Vorhanden		Anastomosen mit Sulc. interparie- talis		Vorhanden		Anastomosen mit Sulc. interparie- talis		Vorhanden	
		re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
20	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	5	4	2	—	—	3	3	—	—	1	1
23	3	3	3	—	—	3	2	—	—	1	1
24	2	2	2	—	—	2	—	—	—	2	2
25	3	3	3	—	—	1	2	—	—	2	2
26	8	8	7	1	—	7	7	—	—	6	5
27	5	5	5	—	—	4	3	—	—	3	4
28	12	11	12	2	2	11	10	—	—	11	10
29	11	10	11	—	—	10	10	—	1	10	10
30	15	15	15	—	—	14	15	—	—	15	15
31	9	9	9	1	3	9	9	2	1	9	9
32	9	9	9	—	2	9	9	—	—	9	9
33	7	7	7	2	1	7	7	1	—	7	7
34	7	7	7	1	1	7	7	—	1	7	7
35	2	2	2	1	1	2	2	—	—	2	2
36	14	14	14	2	4	14	14	1	—	14	14
37	7	7	7	1	1	7	7	—	—	7	7
38	5	5	5	1	—	5	5	—	—	5	5
39	2	2	2	—	—	2	2	1	—	2	2
40	25 $\frac{25}{25}$	25	25	—	—	25	25	—	—	25	25
40	25 $\frac{25}{25}$	25	25	—	—	25	25	—	—	2	5

Es folgt dann die *Fossa Sylvii*. Der hintere Ast, der von der 26. Woche an regelmäßig vorhanden ist, zeigt in ungefähr der Hälfte der Fälle eine

Tabelle 7.

Alter in Schwanger- schafts- wochen	Zahl der Fälle	Sulc. front. sup.				Sulc. front. med.				Sulc. front. ind.			
		Vor- handen		Ana- stomosen mit Sulc. prae- centralis		Vor- handen		Ana- stomosen mit Sulc. prae- centralis		Vor- handen		Ana- stomosen mit Sulc. prae- centralis	
		re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
20	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	5	5	5	—	—	—	—	—	—	2	3	—	—
23	3	2	3	—	—	—	—	—	—	2	3	—	—
24	2	2	2	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—
25	3	2	3	1	—	—	—	—	—	3	3	—	—
26	8	8	8	—	2	1	1	—	—	4	4	—	1
27	5	5	5	1	2	1	1	—	—	3	2	—	—
28	12	12	12	2	4	4	4	—	—	12	9	2	2
29	11	11	11	3	6	4	3	3	2	10	8	4	5
30	15	15	15	4	8	6	8	5	2	15	15	9	8
31	9	9	9	5	5	3	8	3	4	9	9	3	5
32	9	9	9	5	5	4	7	1	3	9	9	2	7
33	7	7	7	4	5	4	6	3	2	7	7	2	5
34	7	7	7	4	6	7	7	3	2	7	7	3	2
35	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	—	1
36	14	14	14	9	6	14	14	2	—	14	14	4	9
37	7	7	7	4	5	7	7	2	2	7	7	2	2
38	5	5	5	3	3	5	5	2	1	5	5	2	—
39	2	2	2	2	2	—	—	—	—	2	2	1	—
40	25 ♂	25	25	24	23	—	—	—	—	—	—	—	—
40	25 ♀	25	25	22	23	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle 8. Fossa Sylvii.

Alter in Schwanger- schafts- wochen	Zahl der Fälle	Hinterer Ast vorhanden		Hinterer Ast geheilt		Vorderer Ast vorhanden		Vorderer Ast geheilt		Ramus ant. horizont. und asc. haben ge- meinsamen Ursprung	
		re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
20	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	3	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
24	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
25	3	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—
26	8	5	5	1	—	2	5	—	4	—	1
27	5	4	5	1	—	2	—	1	—	—	—
28	12	12	12	3	3	6	6	3	2	1	—
29	11	11	11	5	6	6	4	4	2	—	—
30	15	15	15	5	6	11	11	6	4	1	—
31	9	9	9	5	6	7	6	3	3	2	1
32	9	9	9	3	3	9	5	3	3	1	2
33	7	7	7	3	4	5	3	1	1	—	1
34	7	7	7	2	4	4	5	3	1	—	1
35	2	2	2	1	1	1	1	—	—	—	—
36	14	14	14	7	5	8	10	4	4	2	2
37	7	7	7	3	3	4	4	4	2	2	2
38	5	5	5	2	3	5	5	2	2	2	2
39	2	2	2	1	—	2	2	2	1	1	—
40	25 ♂	25	25	9	10	25	25	16	19	7	8
40	25 ♀	25	25	11	13	25	25	19	21	10	6

Teilung. Der vordere Ast tritt erst später auf und teilt sich weitaus häufiger in einen Ramus ascendens und horizontalis. (Wir fanden eine solche Teilung an 100 Hemisphären 75mal, *Retzius* in 86%, *Eberstaller* in 76% und *Cunningham* in 70%.) Häufig haben diese beiden Äste einen gemeinsamen Ursprung (Tabelle 8).

Tabelle 9. Sulcus cinguli.

Alter in Schwanger- schafts- wochen	Zahl der Fälle	Vor- handen		Besteht aus								Ana- stomosen mit Sulc. sub- parietalis	
				1 Teil		2 Teilen		3 Teilen		und mehr Teilen			
		re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
20	3	3	3	—	—	—	—	2	1	1	2	—	—
21	1	1	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
22	5	5	5	—	—	1	1	2	—	2	4	—	—
23	3	3	3	—	—	1	1	—	—	2	2	—	—
24	2	2	2	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—
25	3	3	3	—	—	1	1	—	—	2	2	—	—
26	8	8	8	—	—	3	1	3	5	2	2	—	1
27	5	5	5	—	—	—	—	2	4	3	1	—	—
28	12	12	12	—	—	4	3	2	3	6	6	1	—
29	11	11	11	—	—	1	4	4	6	6	1	—	—
30	15	15	15	1	1	5	3	6	5	3	6	1	—
31	9	9	9	—	1	3	1	4	5	2	2	3	—
32	9	9	9	2	1	3	1	—	—	4	7	3	—
33	7	7	7	1	—	2	3	3	2	1	2	1	—
34	7	7	7	1	—	5	4	—	1	1	2	7	5
35	2	2	2	—	—	1	1	1	—	—	1	1	—
36	14	14	14	2	1	5	4	2	3	5	6	8	5
37	7	7	7	2	2	2	3	2	1	1	1	2	2
38	5	5	5	3	2	2	2	—	—	—	1	2	2
39	2	2	2	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—
40	25 ♂	25	25	11	4	12	17	2	4	—	1	12	10
40	25 ♀	25	25	15	11	7	12	3	4	—	—	14	9

Wir kommen nun zur medialen Hemisphärenhälfte. Der *Sulcus cinguli*, der schon von der 20. Schwangerschaftswoche vorhanden ist, besteht am Anfang aus 3 und mehr unzusammenhängenden Stücken, um sich während der Entwicklung zu 2 und 1 Stück zu vereinigen. Anastomosen mit dem Sulcus subparietalis treten von der 30. Schwangerschaftswoche häufiger in Erscheinung (Tabelle 9).

Die *Fissura parieto-occipitalis* ist schon in der 20. Schwangerschaftswoche stark entwickelt und geht fast immer in die *Fissura calcarina* über. In den späteren Schwangerschaftswochen erreicht sie häufig die Mantelkante (Tabelle 10).

Die *Fissura calcarina*, die in der 20. Schwangerschaftswoche ebenfalls regelmäßig wohl ausgebildet ist, weist mit zunehmender Entwicklung eine häufigere Gabelung auf (Tabelle 11).

Tabelle 10. Fissura parieto-occipitalis.

Alter in Schwanger- schafts- wochen	Zahl der Fälle	Vorhanden		Geht in die Fiss. calcarina über		Erreicht die Mantelkante	
		re.	li.	re.	li.	re.	li.
20	3	3	3	3	2	—	—
21	1	1	1	1	1	—	—
22	5	5	5	4	3	—	—
23	3	3	3	3	3	—	—
24	2	2	2	1	2	—	—
25	3	3	3	3	2	1	1
26	8	8	8	8	8	2	—
27	5	5	5	5	5	2	1
28	12	12	12	11	10	4	7
29	11	11	11	10	10	3	7
30	15	15	15	14	14	4	8
31	9	9	9	9	8	6	6
32	9	9	9	8	7	3	7
33	7	7	7	6	5	5	7
34	7	7	7	5	5	5	6
35	2	2	2	2	2	2	2
36	14	14	14	13	12	12	6
37	7	7	7	7	6	7	5
38	5	5	5	5	5	5	4
39	2	2	2	2	2	2	2
40	25 ♂	25	25	25	25	—	—
40	25 ♀	25	25	22	23	—	—

Tabelle 11. Fissura calcarina.

Alter in Schwanger- schafts- wochen	Zahl der Fälle	Vorhanden		Hört am Occipitalpol auf		Gabelt sich		Nimmt Fiss. parieto-occip. auf	
		re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
20	3	3	3	3	3	—	—	3	2
21	1	1	1	1	1	—	—	1	1
22	5	5	5	4	4	1	1	4	3
23	3	3	3	3	—	—	3	3	3
24	2	2	2	2	—	—	1	1	2
25	3	3	3	2	3	1	—	3	2
26	8	8	8	8	8	—	—	8	8
27	5	5	5	4	4	1	1	5	5
28	12	12	12	11	12	1	—	11	10
29	11	11	11	10	6	1	5	10	10
30	15	15	15	10	13	5	2	14	14
31	9	9	9	5	7	4	2	9	8
32	9	9	9	3	6	6	3	8	7
33	7	7	7	4	5	3	2	6	5
34	7	7	7	4	4	3	3	5	5
35	2	2	2	2	1	—	1	2	2
36	14	14	14	6	5	8	9	13	12
37	7	7	7	2	5	5	2	7	6
38	5	5	5	1	1	4	4	5	5
39	2	2	2	1	—	1	2	2	2
40	25 ♂	25	25	7	6	18	19	25	25
40	25 ♀	25	25	4	7	21	18	23	23

Nachdem wir die Entwicklung der einzelnen Furchen und ihre Besonderheiten besprochen haben, wenden wir uns nun der Frage zu, ob und welche *Unterschiede zwischen der rechten und linken Hemisphäre* bestehen. Es finden sich im Schrifttum hierüber schon zahlreiche Bemerkungen. Man fand z. B. unter 100 Gehirnen, daß die rechte Hemisphäre 47mal schwerer, die linke 52mal schwerer war als die andere Seite. Wägungen des Großhirns allein ergaben unter 92 Fällen 54mal ein höheres Gewicht der rechten, 37mal der linken Hemisphäre, 1mal war das Gewicht rechts gleich links. In den meisten Arbeiten jedoch wird das Gewicht der linken Hemisphäre um 5—10 g schwerer als das der rechten angegeben. Dagegen haben Rindenvolumenbestimmungen, vergleichende architektonische und histologische Untersuchungen keinen regelmäßigen Unterschied zwischen rechter und linker Hemisphäre ergeben, so daß *Jakob* 1927 den Begriff einer anatomischen Superiorität der linken Großhirnhemisphäre für durchaus unbewiesen betrachtet. Auch unsere an einer Reihe von Gehirnen vorgenommenen Wägungen ergaben in einem Teil von ihnen ein geringes Übergewicht der linken Hemisphäre. Jedoch waren diese Befunde nicht beständig und zahlenmäßig zu gering, als daß wir ihnen eine größere Bedeutung zumessen wollen. Um eine genaue Halbierung des Gehirnes vorzunehmen, sind Vorsichtsmaßregeln notwendig, ohne die ein wirkliches Halbieren des Gehirns unmöglich ist. Hierzu kommt in unserem Fall hinzu, daß bei der Formolfixierung bei nicht genauer symmetrischer Lagerung der Gehirnes ein Unterschied in der Quellungsfähigkeit eintreten muß, so daß eine Verschiebung des Gehirngewichtes eintreten muß.

Wir waren deshalb auf den *Vergleich des Furchenbildes* zwischen rechter und linker Seite angewiesen. Wir können sowohl die Unterschiede im zeitlichen Auftreten der Furchen auf der rechten und linken Hemisphäre verfolgen, als auch die Anzahl der Besonderheiten miteinander vergleichen, und zwar hier nicht an einzelnen Beispielen, sondern durch Gegenüberstellung der Zahlen für jede Woche oder für die ganze Entwicklungsreihe. Wir wollen im folgenden nur die Ergebnisse erwähnen, die eine auffallende Abweichung zwischen rechts und links teils in den einzelnen Wochen, teils im Vergleich der Summe aller Einzelergebnisse aufweisen.

Der *Sulcus centralis* erreicht in allen Wochen zusammengerechnet häufiger links als rechts die Mantelkante und die Fossa Sylvii, dabei fällt auf, daß dies insbesondere in den jüngeren Wochen auftritt, während sich der Unterschied mit zunehmender Reife zu verwischen scheint. Dabei bewerten wir die beiden Werte in der 40. Schwangerschaftswoche, die wir für männliche und weibliche getrennt haben, zusammen. Unter den Verbindungen der Zentralfurche mit den Sulci prae- und post-centrales, die in der Entwicklungsreihe keine eindeutigen Verschiedenheiten aufweisen, fällt nur auf, daß in der 40. Woche der Sulcus

centralis mit dem Sulcus praecentralis links über doppelt so häufig eine Verbindung eingeht als rechts (unter 50 Fällen links 14-, rechts 6mal).

Der *Sulcus praecentralis* erreicht häufiger links als rechts die Fossa Sylvii, und zwar unter 180 Gehirnen links 72-, rechts 49mal. Bis zur 30. Woche anastomosiert er häufiger mit dem Sulcus frontalis sup. (links 22-, rechts 11mal). In den späteren Wochen ist der Unterschied nicht so stark, jedoch ergibt die Gesamtsumme des Auftretens dieser Verbindung ein Überwiegen auf der linken Seite (rechts 94-, links 108mal). Auch die Anastomosen mit dem Sulcus frontalis inf. sind im ganzen von uns häufiger links beobachtet worden (rechts 34-, links 47mal), während der Sulcus praecentralis mit dem Sulcus frontalis medius öfter rechts als links eine Verbindung eingeht.

Der *Sulcus retrocentralis* entwickelt sich schneller rechts, erreicht aber links häufiger die Fossa Sylvii und die Mantelkante, und zwar in einem sehr ähnlichen Verhältnis (die Fossa Sylvii rechts 39-, links 53-, die Mantelkante rechts 33-, links 52mal). Anastomosen mit dem Sulcus interparietalis und occipitalis transversus findet man rechts etwas häufiger als links.

Die *Temporal-* und *Frontalfurchen* zeigen bis auf die schon im Zusammenhang mit anderen Furchen oben besprochenen Besonderheiten keine eindeutigen Asymmetrien. Im ganzen scheinen sich die Frontalfurchen etwas rascher links zu entwickeln und häufiger Anastomosen daselbst zu bilden.

Die *Fossa Sylvii* zeigt etwas häufiger links eine Teilung ihrer Äste. Dieses ergibt sich erst in der 40. Woche. Alle Teilungen des vorderen Astes zusammen sind rechts etwas häufiger. Die im Schrifttum angegebene Beobachtung, daß die linke Fossa Sylvii länger sei als die rechte, glauben wir, nach dem Augenmaß bestätigen zu können.

Wir kommen nun zu der medialen Hemisphärenseite. Der *Sulcus cinguli* entwickelt sich rechts etwas schneller und anastomosiert in weitaus größerer Zahl auf der rechten Seite mit dem Sulcus subparietalis (rechts 55-, links 34mal). Die *Fissura calcarina* nimmt rechts etwas häufiger die parieto-occipitalis auf (rechts 167-, links 160mal), auch gabelt sie sich rechts öfter (rechts 83-, links 78mal).

Die *Fissura parieto-occipitalis* erreicht in allen Wochen zusammen, links häufiger als rechts, die Mantelkante (rechts 63-, links 69mal). Bis zur 34. Woche erreicht sie häufiger links die Mantelkante (rechts 35-, links 50mal), von da bis zur 40. Woche rechts häufiger (rechts 28-, links 19mal).

Betrachten wir diese Befunde zurückblickend, so können wir feststellen, daß gewisse Unterschiede zwischen rechter und linker Hemisphäre feststellbar sind. Wir haben diese Tatsachen berichtet, obwohl wir uns bewußt sind, daß die Unterschiede oft nahe an der Grenze der üblichen Schwankungen liegen. Jedoch waren unsere Befunde so auffällig, als daß wir sie nicht kurz besprechen mußten. Bemerkenswert

ist es weiter, daß gerade links die Furchen nahe der Fossa Sylvii sich schneller entwickeln und mit Variationen ausgestattet sind. Suchen wir nach einer Erklärung für diese Befunde, so erscheint es nicht ausgeschlossen, daß gerade die linke Hemisphäre als Sitz wichtiger physiologischer Zentren in der Entwicklung den übrigen Hemisphärenanteilen voraneilt. Daß eine gewisse stärkere Entwicklung der medialen rechten Hemisphärenseite gefunden wurde, muß ebenfalls erwähnt werden, ohne daß es uns möglich ist, hierfür eine Begründung zu sagen. Wir haben eine

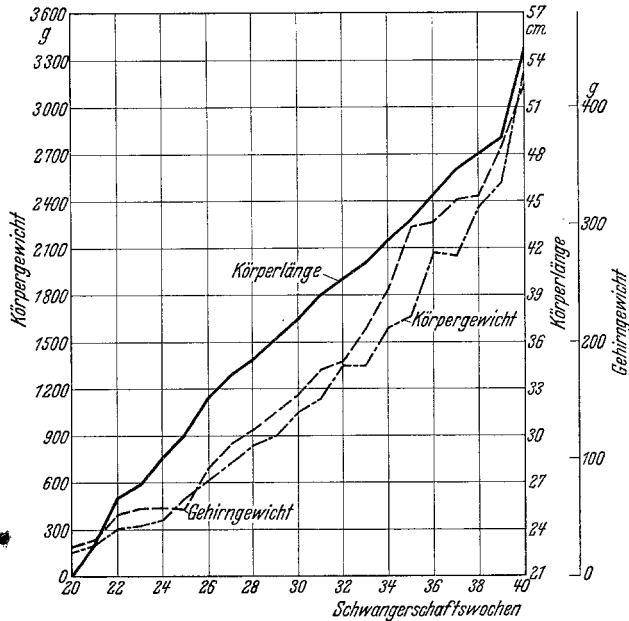


Abb. 1. Entwicklung von Körperlänge, Körpergewicht, Gehirngewicht.

Reihe von Unterschieden zwischen der rechten und linken Hemisphäre gefunden, bei denen es sich um Verschiedenheit in der zeitlichen Entwicklung, um Häufigkeit von Anastomosen usw. handelt. Daneben zeigen aber unsere Untersuchungen, an der Entwicklung des Gehirnes, daß die Annahme einer bilateralen Symmetrie der Furchen zu Recht besteht, zumindest in ihrer ursprünglichen Anlage.

Wir kommen nun zu einer neuen Fragengruppe. Wie verhält sich die *allgemeine Körperentwicklung* (Länge, Körper- und Organgewichte) zur Entwicklung des Gehirns, insbesondere zum Gewicht desselben. Es ist selbstverständlich, daß sich gerade hierbei Fehler der Altersbestimmung bemerkbar machen müssen, und dies bei uns um so mehr, da wir eine Einteilung in Schwangerschaftswochen und nicht in Monate, wie es sonst üblich war, gewählt haben. Stellen wir nun die Werte für Körperlänge, Körpergewicht und Hirngewicht graphisch dar, so erhalten wir 3 Kurven, die zwar nicht einen gleichmäßig ansteigenden

Verlauf zeigen, so doch eine dauernde Aufwärtsbewegung (mit wenigen Ausnahmen) (Kurve 1). Zuerst haben wir die Gewichtszunahme des

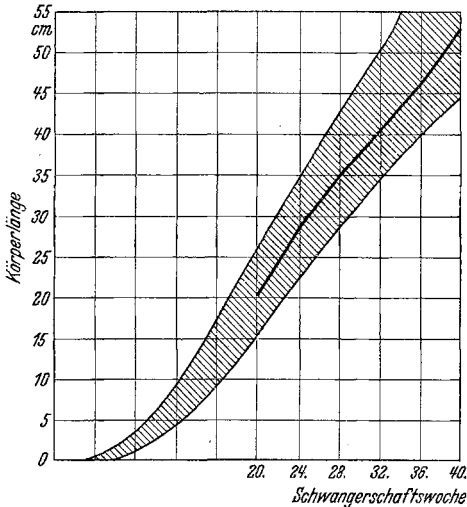


Abb. 2. Körperlänge (und Variationsbreite nach Zangemeister).

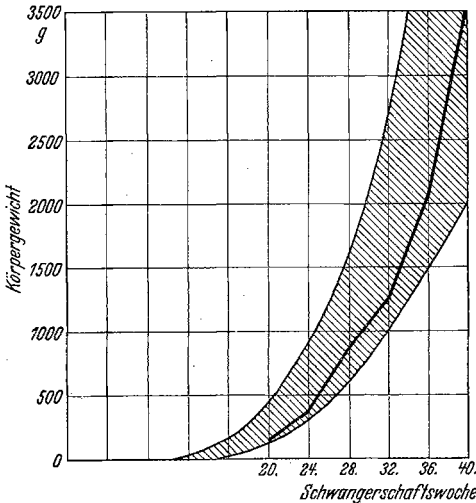


Abb. 3. Körpergewicht (und Variationsbreite nach Zangemeister).

Gehirns und des Körpers sowie die Längenzunahme graphisch dargestellt. Dabei erhalten wir Kurven, die, wie wir noch sehen werden, den von Zangemeister u. a. gefundenen entsprechen. Wir wollen an ihnen nur die Verlaufsrichtung zueinander betrachten. Während die Längenzunahme eine nach oben schwach konvexe Kurve darstellt, entwickeln sich Hirn- und Körpergewicht in konkaven Kurven, und zwar beschreiben diese beiden letzten einen sehr ähnlichen Bogen. Die Werte, aus deren Verbindung wir diese Kurve erhalten haben, stellen die Durchschnittswerte jeder einzelnen Woche dar. Zangemeister baute auf Grund größerer eigener Untersuchungsreihen und unter Berücksichtigung nahezu aller bis dahin im Schrifttum angegebenen Zahlen Kurven auf, die auch durch Verwertung von Extremwerten Grenzwerte, d. h. den jeweiligen Schwankungsbereich (Variationsbereich) ersehen lassen. Zeichnen wir unsere Werte in die Zangemeistersche Variationsbreite ein, so zeigt sich, daß unsere Angaben für Länge, Hirn- und Körpergewicht fast in der

Mitte des Variationsbereiches verlaufen (Kurve 2, 3, 4). Unsere in das Zangemeistersche quadratische System zusammengestellten Kurven ergeben noch klarer die besondere Verlaufsrichtung in konvexen und konkaven Kurven (Abb. 5). Aus dieser Verlaufsrichtung kann man weiterhin ersehen, daß sich das Verhältnis von Hirngewicht zu Körpergewicht, wenn auch

in mäßigem Grade, verschiebt. Es ist im 6. Schwangerschaftsmonat 1:6,18, im 7. 1:7,35, im 8. 1:6,78, im 9. 1:6,45 und im 10. 1:7,18. Bei Erwachsenen ist das Verhältnis zwischen Hirngewicht und Körpergewicht ungefähr 1:41.

Da wir die Körperlänge der Altersbestimmung zugrunde gelegt haben, müssen wir diese Frage des Zusammenhanges zwischen Hirn- und Körperentwicklung an Hand der Gewichte vornehmen. Dabei zeigt es sich, daß wir eine Reihe von Abweichungen finden, die uns eine Beantwortung ermöglichen. Wir fanden in den verschiedenen Wochen Feten, die gegenüber den Durchschnittswerten starke Abweichungen

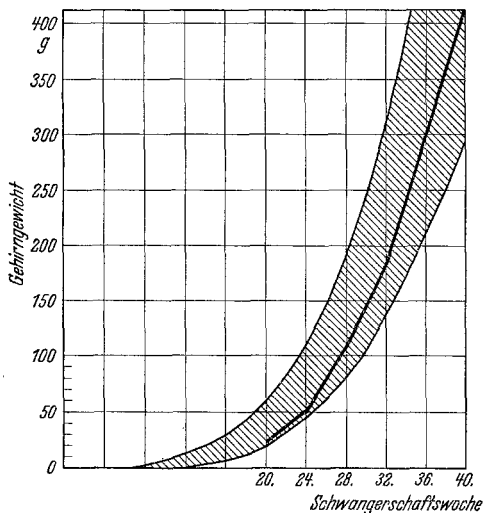


Abb. 4. Gehirngewicht (und Variationsbreite nach Zangemeister).

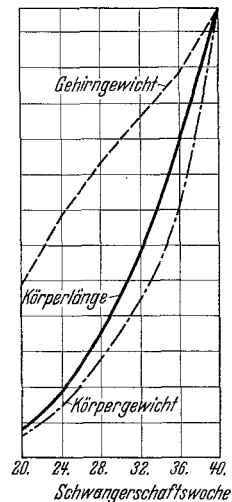


Abb. 5.

boten, wie sie aus der Tabelle ersichtlich sind. Wir treffen Feten gleicher Länge, die ein über dem Durchschnitt liegendes Hirngewicht und unter dem Durchschnitt liegende Organgewichte zeigen und umgekehrt, weiter solche, die bei durchschnittlichem Hirngewicht niedrige bzw. hohe Organgewichte hatten und schließlich solche, die bei durchschnittlichen Organgewichten ein hohes bzw. niedriges Hirngewicht zeigten und dies alles bei gleicher Körperlänge. Wir haben in der beistehenden Tabelle (Tabelle 12) die eindeutigsten Fälle dieser Art zusammengestellt, wobei wir die Zahl 100 als Durchschnittswert angenommen und die Abweichung in Prozenten hierzu errechnet haben. Schwieriger ist es schon, an Hand des Entwicklungszustandes der Furchen dieser Frage näherzukommen. Wissen wir doch aus dem vorher Gesagten, daß große Schwankungen im zeitlichen Auftreten sowie im Grad der Ausbildung der Furchen in den einzelnen Wochen sich bemerkbar machen. Da fast immer die Gewichtszunahme des Gehirns mit einer stärkeren

Tabelle 12.

	Gehirn	Körper- gewicht	Herz	Lungen	Milz	Leber	Nieren	Thymus	Schild- drüse
Hohes Hirngewicht	110,16	78,4	83,2	76,7	76,9	70,15	64,4	62,5	50,0
Niedrige Organgewichte									
Niedriges Hirngewicht	81,6	108	120,8	110,7	118,75	135,2	190,5	130,5	128
Hohe Organgewichte									
Durchschnittl. Hirn- gewicht	97,98	88	79,8	75,6	50	90,3	82,2	62,6	96,1
Niedrige Organgewichte	105,8	124,7	110	106,3	143	127,8	131,3	129,8	166,6
Durchschnittl. Hirn- gewicht									
Hohe Organgewichte	191,1	65,3	85,8	74,8	110,4	94	82,4	67,5	110
Durchschnittl. Organ- gewichte									
Hohes Hirngewicht	82,75	100,49	93,9	108,1	92,5	102	100,4	121,5	—
Durchschnittl. Organ- gewicht									
Niedriges Hirngewicht									

Ausbildung des Furchenreliefs einhergeht, so konnten wir hierbei Befunde erheben, die denen der Gewichte entsprachen, d. h. wir fanden bei hochgewichtigen Gehirnen ein vorgeschrittenes Furchenrelief, bei niedriggewichtigen Gehirnen gering entwickelte Furchen usf. Mitunter trafen wir aber auch Gehirne an, die bei hohen Gewichten gering entwickelte, bei niedrigen Gewichten ein weit entwickeltes Furchenrelief darbieten und ähnlichen mehr. Wir glauben hierdurch zeigen zu können, daß *kein direkter Zusammenhang zwischen Hirnentwicklung und Körperentwicklung besteht*.

Die Frage, ob ein *geschlechtlicher Unterschied an Gehirnen und ihrer Entwicklung* feststellbar ist, ist schon häufig bearbeitet worden, ohne daß es gelungen wäre, eine Lösung dieses Problems herbeizuführen. Hierzu wollen wir die Fälle der 40. Schwangerschaftswoche (25 männliche und 25 weibliche) betrachten. Das durchschnittliche Körpergewicht betrug bei den männlichen 3765 g, bei den weiblichen 3210 g.

Die durchschnittliche Länge bei den männlichen 54 cm, bei den weiblichen 52,1 cm. Das durchschnittliche Hirngewicht betrug bei den männlichen 445 g, bei den weiblichen 392 g. Das Verhältnis von Hirngewicht zu Körpergewicht beträgt bei den männlichen 1:8,5, bei den weiblichen 1:8,2.

Bei Erwachsenen beträgt das Verhältnis bei männlichen 1:42, bei weiblichen 1:40. Das bedeutet, daß das Gehirn weiblicher relativ schwerer ist als das männlicher Feten, und es ist interessant, zu beobachten, daß das Verhältnis von Hirngewicht zu Körpergewicht männlicher und weiblicher Gehirne bei reifen Feten und bei Erwachsenen nahezu das gleiche ist (Abb. 6).

Wenden wir uns nun dem Furchenrelief zu, so zeigen die obigen Tabellen im allgemeinen ein häufigeres Auftreten fast aller Besonderheiten, die wir oben erwähnt haben bei den Gehirnen weiblicher Feten. So finden wir z. B., daß der Sulcus centralis bei männlichen rechts 18-,

links 15-, bei weiblichen rechts 20-, links 23mal die Mantelkante erreicht (σ 33, φ 43), daß der Sulcus postcentralis bei männlichen rechts 13-, links 10-, bei weiblichen rechts 20-, links 14mal aus einem Stück besteht (σ 23, φ 34), oder daß die Fossa Sylvii häufiger bei männlichen eine Teilung ihrer Äste aufweist. Männlich: hinterer Ast geteilt: rechts 9-, links 10-, bei weiblichen rechts 11-, links 13mal (männliche 19, weibliche 24). Der vordere Ast ist bei männlichen rechts 16-, links 19-, bei weiblichen rechts 19-, links 21mal (männliche 35, weibliche 40) geteilt. Auch die mediale Hemisphärenseite weist unterschiedliche Befunde auf. So gabelt sich die Fissura calcarina bei männlichen rechts 18-, links 19-, bei den weiblichen rechts 21-, links 18mal (männliche 37, weibliche 39) und die

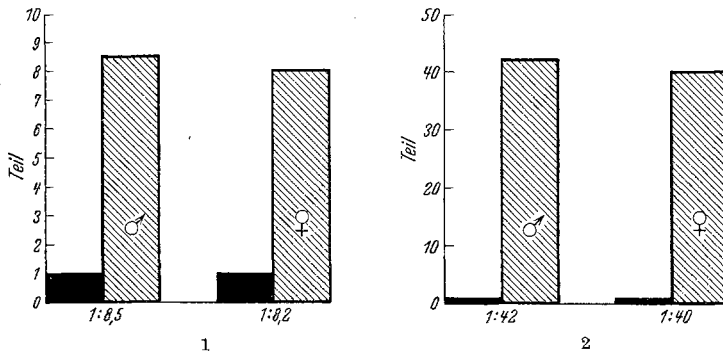


Abb. 6. Verhältnis von Gehirngewicht zu Körpergewicht: 1. bei männlichen und weiblichen Feten der 40. Schwangerschaftswoche; 2. bei männlichen und weiblichen Erwachsenen.

Parieto-occipitalis bei männlichen rechts 25-, links 25-, bei weiblichen rechts 22, links 23mal auf. Und der Sulcus cinguli besteht bei männlichen rechts 11-, links 4-, bei weiblichen rechts 15-, links 11mal (männliche 15-, weibliche 26mal) aus einem Stück. All diese Befunde scheinen uns auffällig genug, um sie erwähnen zu müssen, wenn auch eine Beurteilung derselben zurückgestellt werden muß. Werfen wir nun noch einen kurzen Blick auf die unterschiedliche Entwicklung weiblicher und männlicher Feten, so können wir hierüber nur wenig berichten, da wir in den verschiedenen Schwangerschaftswochen keine ausreichende Anzahl weiblicher und männlicher Feten zum Vergleich aufzuweisen haben. Die Gewichte liegen bei weiblichen Feten etwas niedriger als bei männlichen gleicher Körperlänge, ohne sich jedoch in auffälliger Weise im Entwicklungsgrad von diesen zu unterscheiden, ja es scheint sogar, als ob sie den männlichen Gehirnen in der Entwicklung etwas vorangehen. Da wir aber die Körperlänge als Altersbestimmung gewählt haben, läßt sich aus diesen Befunden nichts Sicheres ableiten, denn man kann annehmen, daß die weiblichen Feten, die mit männlichen nach der Körperlänge gemessen auf gleicher Stufe stehen sollen, ihrer inneren Entwicklung nach schon älteren männlichen entsprechen, wofür insbesondere die Betrachtung in der 40. Schwangerschaftswoche spricht.

Zusammenfassung.

An 180 Feten wird die Entwicklung des Gehirns von der 20. bis 40. Schwangerschaftswoche untersucht.

Es folgen die tabellarische Aufzeichnung der wichtigsten Furchen, ihr zeitliches Auftreten und ihre Besonderheiten.

Die Anlage der Furchen ist bilateral symmetrisch, dieses Bild wird während der Entwicklung durch Auftreten von Anastomosen usw. verwischt.

Es besteht kein *direkter* Zusammenhang zwischen allgemeiner Körperentwicklung und der Entwicklung des Gehirns.

Weibliche Gehirne zeigen gegenüber männlichen ein gehäuftes Auftreten von Anastomosen zwischen den Furchen und andere Abweichungen.

Schrifttum.

- Bischoff, Th. L. W.*: Abh. Math.-physik. Kl. bayer. Akad. Wiss. **10** (1870). — *Brodmann, K.*: Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde. Leipzig 1909. — *Cajal, R. Y.*: Studien über die Hirnrinde des Menschen, Bd. 1 u. 2. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1900. — *Corning, H. K.*: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, 2. Aufl. München: J. F. Bergmann 1925. — *Cunningham, D. J.*: J. of Anat. **24**, 309 (1890). — J. ment. Sci. **40** (1894). — *Eberstaller, O.*: Wien. med. Bl. **1884**. — *Ecker, A.*: Arch. f. Anthropol. **3**, 203 (1868). — Die Hirnwindungen des Menschen, 2. Aufl. 1883. — *Filimonoff, I. N.*: J. f. Psychol. **1929**; **1931**; **1932**; **1933**. — *Fischel, A.*: Lehrbuch der Entwicklung des Menschen. Berlin: Julius Springer 1929. — *Foerster, O.*: Ref. 12. Jverslg Ges. dtsh. Nervenärzte Halle 1922. — Ref. 15. Jverslg Ges. dtsh. Nervenärzte Kassel 1925. — *Goldstein, K.*: Anat. Anz. **24**, 579 (1904). — *Hertwig, O.*: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, 8. Aufl. 1906. — *His, W.*: Die Entwicklung des menschlichen Gehirns während der ersten Monate. Leipzig: S. Hirzel 1904. — *Hochstetter, F.*: Bibliotheca medica (Stuttgart) **1898**. — Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Gehirns, Bd. 1 u. 2. Wien: Franz Deuticke 1929. — *Jakob, A.*: Anatomie und Histologie des Großhirns, Bd. 1. Wien: Franz Deuticke 1927. — *Jakob, Chr.*: Das Menschenhirn. J. F. Lehmann 1911. — *Keibel u. Mall.*: Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, Bd. 2. 1911. — *Landau, E.*: Anatomie des Großhirns. Bern 1923. — *Lomer: Z. Geburtsh.* **16**, 106 (1889). — *Meyer, A. W.*: Contrib. to Embryol. **20**, No 4, 55 (1915). — *Mingazzini, J.*: Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Tiere (*Maleschott*), 1888. — *Pansch, A.*: Die Furchen und Wülste am Großhirn des Menschen. Berlin 1879. — *Ranke, O.*: Beitr. path. Anat. **47**, 51 (1910). — *Rauber u. Kopsch.*: Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen, 13. Aufl., Abt. 5/6. Leipzig: Georg Thieme 1930. — *Reichert.*: Der Bau des menschlichen Gehirns, 1861. — *Retzius, G.*: Das Menschenhirn. Stockholm 1896. — Biologische Untersuchungen neuer Folge, Bd. 8. 1898. — *Richter, A.*: Virchows Arch. **106**, 390 (1886); **108**, 398 (1887); **113**, 118 (1888). — *Ries, v.*: Die rhythmische Hirnbewegung, 1920. — *Rössle, R. u. F. Roulet.*: Maß und Zahl in der Pathologie. Berlin: Julius Springer 1932. — *Rose, M.*: *Bumke u. Foersters Handbuch der Neurologie*, Bd. 1. Berlin: Julius Springer 1935. — *Schaffer, K.*: Z. Neur. **38**, 1 (1918); **38**, 79 (1918). — *Seitz:* Jb. Psychiatr. **1888**. — *Stratz, C. H.*: Z. Geburtsh. **65**, 36 (1910). — *Strecker:* Zbl. Neur. **40**, H. 5 u. 6 (1925). — *Streeter, G. L.*: Contrib. to Embryol. **1920**, No 55. — *Tiedemann, Fr.*: Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns im Fetus des Menschen, 1816. — *Vogt, C. u. O.*: J. f. Psychol. **25** (1919). — *Wahl, F. A.*: Münch. med. Wschr. **1935 I.** — *Waldeyer, W.*: Erg. Anat. **5**, 147 (1895); **6**, 171 (1896); **8**, 362 (1898). — Sitzgsber. preuß. Akad. Wiss. **1907**, 114. — *Zangemeister, W.*: Z. Geburtsh. **69**, 131 (1911).