

# Zur Gehirnentwicklung der Säuger und des Menschen in der Postembryonalzeit

Autor(en): **Portmann, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie Suisse des Sciences Medicales = Bollettino dell' Accademia Svizzera delle Scienze Mediche**

Band (Jahr): **13 (1957)**

Heft 5-6

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-307343>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## **Zur Gehirnentwicklung der Säuger und des Menschen in der Postembryonalzeit**

Von **A. Portmann**, Basel

Im Laufe unserer Studien über die postembryonale Entwicklung von Säugetieren haben wir immer wieder versucht, Merkmale zu finden, die in gedrängter Form, wenn möglich zahlenmäßig, etwas über die Sonderart und den Umfang der postembryonalen Entwicklung der verschiedenen Gruppen aussagen könnten. Insbesondere ging es darum, die allen Naturbeobachtern vertrauten Geburtszustände, die man als Nesthocker und Nestflüchter bezeichnet, klar zu charakterisieren. Das Massenwachstum des Gehirns hat sich als das beste Maß für diese Vorgänge erwiesen. Wir haben infolgedessen an einem größeren Material versucht, dieses Wachstum zu bestimmen, indem wir das endgültige Hirngewicht durch das Gewicht des zentralen Organs im Moment der Geburt dividieren. Diesen Quotienten nennen wir die «Vermehrungszahl». Die Kontrolle der Vermehrungszahl für einzelne Hirnteile hat sehr bald gezeigt, daß die Hemisphären, die in einem so hohen Maße die Hirnverhältnisse bei Säugern bestimmen, in ihrer besonderen Vermehrungszahl dem Gesamthirn sehr nahe kommen, so daß die sehr viel leichtere Messung des Totalhirns einen genügenden Wert ergibt. Diese Eigenart der Säugerentwicklung verdient hervorgehoben zu werden, da bei Vögeln die Werte für die Hemisphären sehr stark von denen des Totalhirns abweichen (*Portmann*, 1947).

Die Studien von Katharina *Wirz* (1950, 1954) haben bereits einige allgemeine Ergebnisse gebracht. Sie zeigen, daß eine Vermehrungszahl, die höher liegt als 5, für primäre Eutheria mit typischer Nesthockerentwicklung kennzeichnend ist. Für hochevoluierte Eutherien aber, die bei der Geburt bereits weit entwickelte Nestflüchter sind, gelten Vermehrungszahlen von 5 an abwärts. Diese Werte sind ungemein charakteristisch. Es läßt sich ohne weiteres sagen, daß jede Säugerentwicklung, deren Vermehrungszahl über 5 liegt, nach dem Typus von Mäusen, Ratten, Insectivoren usw. verläuft und daß die entgegengesetzte postembryonale Entwicklung höherer Formen von der Vermehrungszahl

5 an abwärts nach dem Typus der bekannten weit entwickelten Huftiere, der Robben und jungen Makaken abläuft.

Anläßlich dieser Untersuchungen ist auch die eigenartige Sonderstellung der gesamten Bärengruppe in drastischer Weise zutage getreten, indem die Vermehrungszahl hier 38–58 beträgt; eine völlig einzigartige Tatsache, welche mehr als alle Beschreibungen des Jugendzustandes die Einmaligkeit dieser Ontogenese dokumentiert. Wir wissen durch die neueren Untersuchungen von *Starck* (1956), daß bei den neugeborenen Bären die Hemisphärenausbildung in ungewöhnlichem Maße gebremst ist, indessen das Kleinhirn, verglichen mit anderen Raubtieren, beträchtlich gefördert erscheint. Gerade dieser eigenartige Fall der Bären bezeugt, daß bereits die Bestimmung der Vermehrungszahl erlaubt, Sonderfälle der Ontogenese zu erfassen und damit die Fragestellungen für postembryonale Untersuchung beträchtlich zu präzisieren.

Es sei in diesem Zusammenhang eine Tatsache hervorgehoben, die es verdient, speziell von der Experimental-Biologie beachtet zu werden: die Unterschiede des Ontogenesetypus innerhalb gewisser Gruppen der Nagetiere (Rodentia) und die ebenso bedeutsamen Kontraste in der Gruppe der Hasenartigen (Lagomorpha), die den Kaninchentypus vom Hasentypus unterscheiden (Tabelle 1). Vor allem muß der Gegensatz zwischen den Myomorpha (Ratten, Mäusen) und den Hystricomorpha (Meerschweinchen und Verwandte) herausgehoben werden. Die Myomorpha sind typische Primär-Eutherien. Ihre Vermehrungszahl von 8,9–9,1 ist der klare Ausdruck eines hilflosen embryonal verbliebenen Geburtszustandes. Die Meerschweinchen dagegen, und mit ihnen Formen wie etwa Capybara, mit einer Vermehrungszahl von 1,9–3,5 sind bei der Geburt weit entwickelt. Nicht umsonst ist es ja möglich, Meerschweinchen schon nach wenigen Tagen von der Milchnahrung zu entwöhnen. Der Index des Neopalliums, der bei den Mäuseartigen 1,92

Tabelle 1

	Total Hirnvermehrungszahl	Index des Neopalliums	Geburtszustand
Insectivora	11,7	0,77–1,38	Nesthocker
Mäuse, Ratten	8,9–9,1	1,92	Nesthocker
Meerschweinchen	1,9–3,5	7,00	Nestflüchter
Pferde	1,4–1,8	32,3	Nestflüchter
Wild-Kaninchen	7,6	4,6	Nesthocker
Feldhase	2,9	5,1	Nestflüchter
Makak	1,4–2,3	38,3	Nestflüchter
Mensch	3,9	170,0	Sekundärer Nesthocker

beträgt, steigt bei den Meerschweinchen auf 7,05, ein Zeichen beträchtlicher cerebraler Evolution. Es ist vielleicht nicht unangebracht, auf diese Gegensätze hinzuweisen, da doch eine nicht unbeträchtliche Anzahl von physiologischen Eigenschaften aller Art mit derartigen Sachverhalten zusammenhängen kann. Es wird insbesondere gut sein, wenn bei der Verwendung dieser zwei so verschiedenen Nagetiergruppen im physiologischen Versuch stets auf die Möglichkeit geachtet wird, daß die Ontogenese-Verhältnisse (Placenta-Funktion, Wachstumsweise) beträchtlich durch die biologische Verschiedenheit der beiden Gruppen beeinflußt sein kann.

Ebenso drastisch ist die Situation bei den Lagomorphen, die heute von den Nagetieren als eine eigene Säugerordnung abgetrennt werden. Innerhalb dieser sehr seltsamen Gruppe beobachten wir an den beiden Hauptrepräsentanten (Wildkaninchen und Hasen) den klaren Gegensatz von primärer Nesthocker- und sekundärer Nestflüchter-Ontogenese. Die Vermehrungszahl der Kaninchen ist 7,6, die der Hasen 2,9; eine Verlängerung von ca. 12 Tagen in der Trächtigkeitsdauer bringt diesen Unterschied hervor. Dem entspricht auch die Jungenzahl, die beim Kaninchen etwa 5–12, beim Hasen 1–4 in einem Wurf beträgt. Der Index des Neopalliums, der beim Kaninchen 4,60 und beim Hasen 5,10 beträgt, deutet an, daß auch der Cerebralisationsgrad sich gleichsinnig mit dem Ontogenesetypus verändert hat. Zu den vielen Problemen, welche die Biologie der Feldhasen, verglichen mit der des Kaninchens, uns stellt, gesellt sich auch die Besonderheit dieses auf eine höhere Evolutionsstufe hinweisenden Entwicklungsmodus.

Unsere ganz besondere Aufmerksamkeit gilt den Verhältnissen beim Menschen. Wir versuchen in einer graphischen Übersicht (Abb. 2) eine Typologie der Ontogenese-Verhältnisse zu geben, die die primären Eutherien den sekundären gegenüberstellt und den Sonderfall des Menschen (Abb. 1) mit diesen Extremen vergleicht. Diese Darstellung hebt zwei Kardinalzustände heraus, von denen der erste durch die Vermehrungszahl 8–10, respektive der andere durch eine Vermehrungszahl um 1,5 gekennzeichnet ist. Charakteristische Beispiele für den primären Ontogenesetyp bieten die Inscetivora (Igel, Spitzmaus, Maulwurf), ferner die myomorphen und sciuiomorphen Nager; den sekundären, hochevoluierten Typus repräsentieren die Pferdeartigen (Equidae), die Kamele und Lamas (Tylopoda), die Rinder (Bovidae), die Makaken. Ich erwähne hier nur die Gruppen, deren Vermehrungszahl uns bekannt ist (weitere Beispiele bei K. *Wirz*, 1954). Eine beträchtliche Verlängerung der Tragzeit ist die Voraussetzung für den evoluierten Typus. Daß diese Tragzeit tatsächlich durch Verlängerung einer ursprünglich sehr kurzen hervor-

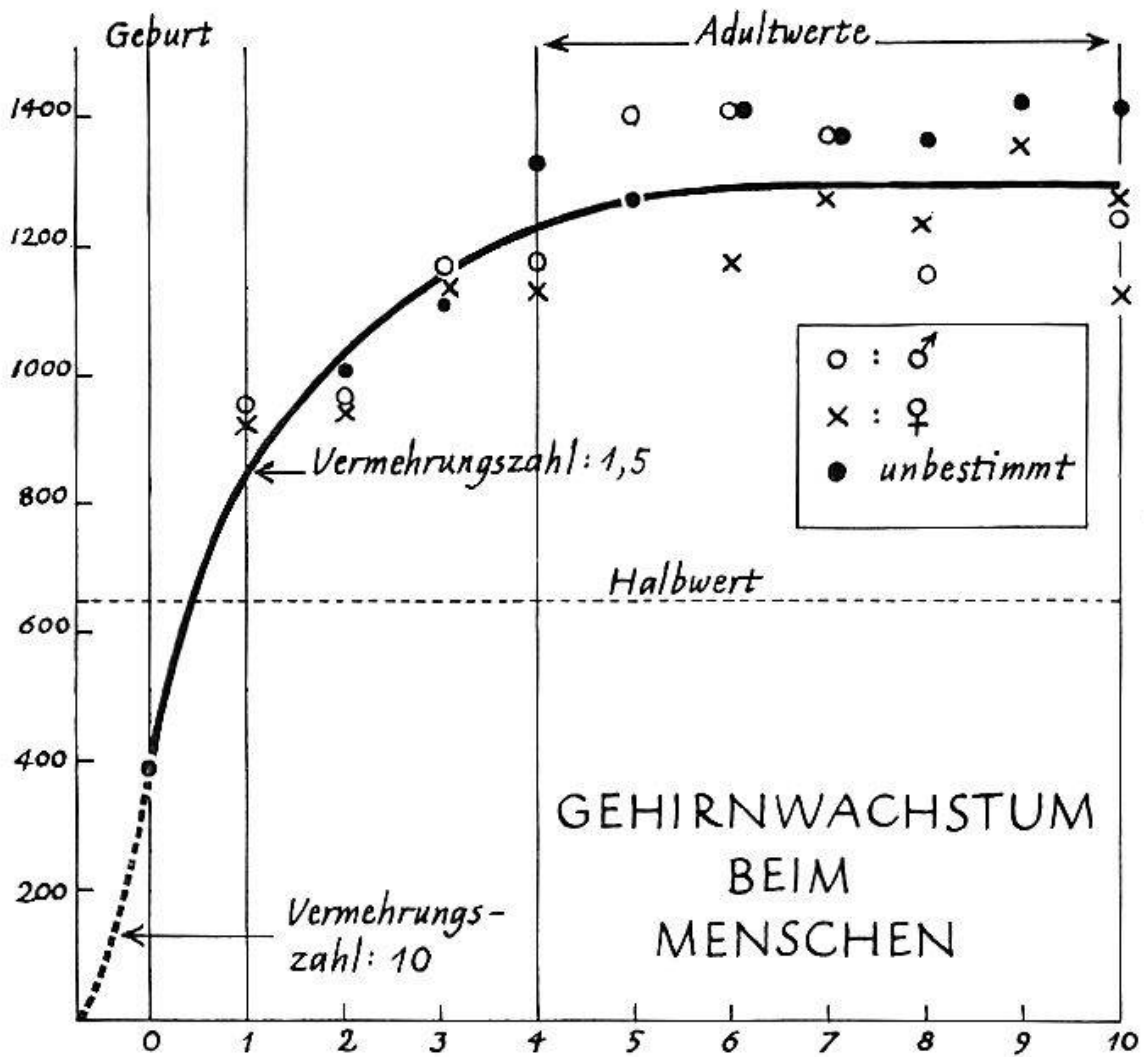


Abb. 1. Hirngewicht in g; Alter in Jahren nach der Geburt.

gegangen ist, bezeugt der Umstand, daß der Verschluß der Sinnesorgane und deren erneute Öffnung bei den höheren Formen intrauterin zu der Zeit erfolgt, bei der bei primären Formen die Geburt mit dem transitorischen Verschluß der Sinnesorgane stattfindet (*Weber, 1950*).

Vergleichen wir die Situation beim Menschen mit diesen Verhältnissen, so liegt die Vermehrungszahl 1,5 sehr genau am Ende des ersten post-embryonalen Lebensjahres. Wir haben schon früher auf Grund anderer Argumente den Nachweis geführt, daß dieser Zeitpunkt der Geburtstermine für ein voll säugetiertypisches Wesen vom Cerebralisationsgrad des Menschen sein müßte (*Portmann, 1944*). Die Vermehrungszahl 2 liegt etwa in der Mitte des ersten Postembryonaljahres. Der Augen- und Ohrverschluß sowie das Wiederöffnen dieser Sinnesporten liegt an typischer Stelle in der Uterinzeit. Die Lage des 1. Kardinalpunktes, des Verschlusses der Sinnesorgane und des Vermehrungswertes für primäre Entwicklung ist ein Zeugnis für ferne Ahnenzustände vom echten Nesthockertypus. Die Lage des 2. Kardinalpunktes markiert den Übergang

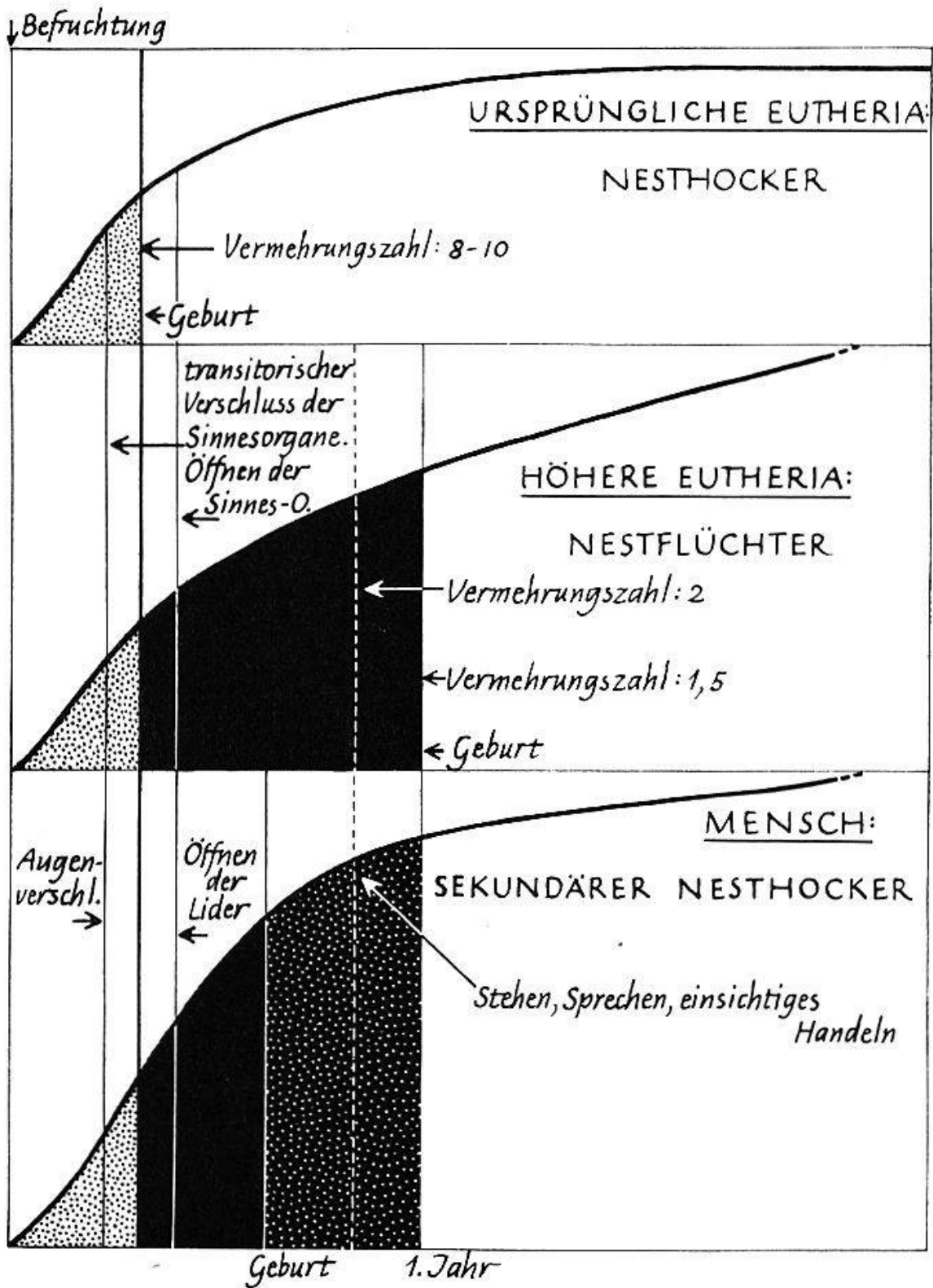


Abb. 2.

zur typischen Postembryonalzeit eines evoluierten Säugers von Menschentypus, eines echten «Tiermenschen». Der Vergleich unseres Entwicklungstypus mit dem der höchsten Eutheriengestalten zeigt in drastischer Weise die eigenartige Vorverlegung der Geburt, die völlig

gegenläufig ist zu dem, was bei der Evolution einer rein säugetierhaft sich entwickelnden Primatenform von unserem Cerebralisationsgrade zu erwarten wäre.

Ich habe seinerzeit (1944) die Kennzeichnung der Sonderart unserer Ontogenese auf die Wachstumsweise des Gesamtkörpers begründet, die bereits von *E. von Lange* (1903) und später wieder von *R. Scammon* (1922) in ihrem Eigenwert hervorgehoben worden ist. Es ist damals auch der Nachweis gelungen, daß diese Sonderart des vorverlegten Geburtszeitpunktes mit den speziellen Bedingungen im Zusammenhang steht, welche die Entwicklung der menschlichen Verhaltensweise und der Entstehung unserer aufrechten Haltung, des Sprechens und des einsichtigen Tuns fordert. Der 2. Kardinalpunkt der Ontogenese, der durch die Vermehrungszahl 1,5 charakterisiert ist, fällt genau mit dem Übergang vom typisch fötalen zum typisch postembryonalen Wachstum zusammen.

Die Eigenart des «extrauterinen Erstjahres», die ich in der früheren Untersuchung eingehend begründet habe, wird durch die Feststellungen über das Hirnwachstum neuerdings betont. Zugleich aber bezeugt dieses Ergebnis den Wert der «Vermehrungszahl» für die Kennzeichnung der Postembryonalzeit und des Ontogenesetypus der Säugetiere.

#### *Zusammenfassung*

Es wird die Bestimmung eines einfachen Maßes für die postembryonale Gehirnentwicklung vorgeschlagen. Als solches dient der Quotient aus dem Hirngewicht des erwachsenen Tiers und des Geburtszustandes. Diese «Vermehrungszahl» ist eine sehr charakteristische Größe: liegt sie über 5, so ist der Jugendzustand ein ausgesprochener Nesthocker, liegt sie dagegen unter 5, so ist der Geburtszustand ein Nestflüchter. Es wird am Beispiel der Ratten und Meerschweinchen sowie im Falle von Kaninchen und Feldhasen gezeigt, daß auch in engeren Verwandtschaftskreisen eine beträchtliche Evolution der Ontogenese vom Nesthocker- zum Nestflüchterzustand auftreten kann. Die Sonderstellung des Menschen tritt in einer schematischen Typologie der Säuger-Ontogenese deutlich hervor; die Vermehrungszahl für *Homo* beträgt 3,9, gehört also typologisch in die Kategorie der Nestflüchter. Es zeigt sich, daß die für höchste Säugetier-typen charakteristische Vermehrungszahl 1,5 bei uns am Ende des ersten Lebensjahres nach der Geburt erreicht wird. Dieser Befund bestätigt den früheren Nachweis, daß bis zu diesem Zeitpunkt das Körperwachstum fötalen Charakter hat.

#### *Résumé*

L'auteur propose la détermination d'une mesure simple pour l'appréciation du développement du cerveau dans la période postembryonnaire:

le quotient entre le poids du cerveau à l'état adulte et de celui-ci à la naissance. Cet «indice de croissance» a une valeur caractéristique: S'il est au-dessus de 5, l'animal est un nidicole au moment de la naissance; s'il est au-dessous de 5, il est nidifuge dès sa naissance. En prenant l'exemple des rats et des cobayes, ainsi que celui des lapins et des lièvres, l'auteur démontre que même dans des groupes de proches parents, l'on peut constater une évolution considérable de l'ontogenèse du nidicole au nidifuge. La position exceptionnelle de l'homme apparaît surtout si l'on fait une typologie de l'ontogenèse des Mammifères. L'indice de croissance de l'homme est de 3,9; il est donc caractéristique des animaux nidifuges. On peut constater que l'indice de croissance cérébrale de 1,5, caractéristique des types de mammifères les plus évolués, est atteint chez nous à la fin de la première année après la naissance. Ce fait confirme les constatations antérieures: que jusqu'à ce moment le développement du corps a un caractère fœtal.

#### *Riassunto*

Vien proposta la determinazione di una misura semplice per lo sviluppo cerebrale postembrionale. A questo scopo può essere usato il quoziente tra il peso del cervello dell'animale adulto e quello alla nascita. Questo indice di crescita è un dato molto caratteristico: se è maggiore di 5, caratterizza un animale che nello stato giovanile presenta una decisa tendenza a restare nel nido, mentre se è inferiore a 5, indica una tendenza ad abbandonare il nido alla nascita. Applicando tale indice ai ratti ed alle cavie, come pure ai conigli ed alle lepri l'autore dimostra che anche in ceppi ad alta consanguineità può apparire una notevole evoluzione dell'ontogenesi con passaggio dallo stato di tendenza al nido, a quello di fuga dal nido. La posizione speciale dell'uomo risulta chiaramente da una tipologia schematica dell'ontogenesi dei mammiferi; l'indice di crescita per l'uomo è 3,9, quindi del tipo con tendenza a fuggire dal nido. Risulta che l'indice di crescita di 1,5, caratteristico dei più evoluti tipi di mammiferi, vien raggiunto dalla specie umana alla fine del primo anno di vita. Questo risultato conferma quanto già fu dimostrato, vale a dire che fino a questo periodo la crescita corporea ha ancora carattere fetale.

#### *Summary*

A proposal is given for the determination of a simple measure for the post-embryonic brain development: i.e. the quotient from the weight of the brain of the adult animal and of the newborn. This index of growth is a very characteristic measure; if it is above 5, then the young condition is definitely nidicolous («Nesthocker»), and if below 5, the



young stage is nidifugous («Nestflüchter»). It was shown by comparing rat and guineapig, and rabbit and hare, that even in the closest relationship, a considerable evolution of the ontogenesis from the nest-bound to a nest-free condition can occur. The special position of man stands out in a schematic typology of the mammalian ontogenesis. The index of growth for man is 3.9, which belongs typologically to the category of nidifugous animals. The characteristic index of brain-growth of the higher mammals of 1.5 is reached in man by the end of the first year of life. This finding confirms the earlier statement that, up to this stage, the body growth in man is of a foetal character.

von Lange, E.: J.b. Kinderheilk. 1903, 57. – Portmann, A.: Biologische Fragmente zu einer Lehre vom Menschen. Basel 1944 (neue Aufl. 1951); Etudes sur la Cérébralisation chez les Oiseaux. III. Cérébralisation et mode ontogénétique. Alauda 15, 2 (1947). – Scammon, R. E.: Anat. Rec. 23, 1 (1922). – Starck, D.: Säugetierkundl. Mitt. 4, 1 (1956). – Weber, R.: Diss., Rev. suisse Zool. 57, 3 (1950). – Wirz, Katharina: Diss., Acta Anat. (Basel) 9, 1 (1950); Acta Anat. (Basel) 1954, 20.

#### *Diskussion:*

E. Undritz (Basel): Der Kaukasusforscher Woldemar v. Uexküll hat mir von einer eigenartigen Beobachtung berichtet, die er bei einem nordkaukasischen Volksstamm gemacht hat. Dort wird das Kind vom Vater erst dann anerkannt und getauft, wenn es das erste Lebensjahr erreicht hat. Vorher wird es, vom Vater unbeachtet, gemeinsam mit den Haustieren aufgezogen.

Diese Männer sind sehr selbständig, stolz und als geborene Reiter mit ihren Pferden auf engste verbunden. Offenbar empfinden sie die Unselbständigkeit ihrer Kinder bei der Geburt gegenüber der Selbständigkeit der frischgeworfenen Fohlen als sinnwidrig und erkennen ihre Kinder erst an, wenn sie einen Entwicklungsgrad erreicht haben, der nach den Ausführungen von Herrn Prof. Portmann auffallenderweise mit demjenigen gewisser Tiere schon bei der Geburt, insbesondere der Pferde, übereinstimmt. Ein eigenartiges instinktmäßiges Verhalten.

W. R. Hess (Zürich), fragt den Vortragenden: Inwieweit ist man über die Vermehrungszahl der einzelnen Hirnpartien orientiert? Sicher bestehen darin wesentliche Unterschiede. Diese zu kennen, wäre für die Zuordnung von Funktionen zu Regionen des Gehirnes sehr wertvoll. Dazu können die Ergebnisse der Verhaltensforschung unter Rücksichtnahme auf die verschiedenen Entwicklungsphasen beigezogen werden.

E. Ziegler (Winterthur, ZH): Beim Vergleich der verschiedenen Milcharten zeigt es sich, daß außer dem Menschen vor allem die hochcerebralisierten Nestflüchter, wie Pferd und Elephant, in ihrer Milch absolut und vor allem relativ in bezug auf den Eiweiß- und Mineralsalzgehalt den höchsten Gehalt an Milchzucker aufweisen. Diese merkwürdige Tatsache habe ich durch folgende Hypothese zu erklären versucht: Dem Milchzuckeranteil Galaktose, der auch für die Bildung der Chondroitin-Schwefelsäure benötigt wird, könnte als Baustein der Cerebroside und Ganglioside in dieser Hinsicht eine essentielle Funktion zukommen. Dies würde diese Anreicherung des Milchzuckers in der Milch der am höchsten cerebralisierten Species erklären.

Ich bin mir der hypothetischen Natur dieser Annahme wohl bewußt, und ich weiß auch, wie unsicher und mangelhaft unsere heutigen Kenntnisse über die Milch verschiedener Arten noch sind. Mit meinem Votum wollte ich lediglich die Anregung machen, die vergleichenden Untersuchungen auch auf dieses Gebiet auszudehnen.

*F. Rintelen* (Basel): 1. Es mag bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen werden, daß das menschliche Auge in unverhältnismäßig frühem Alter seine «definitive» Entwicklung erreicht. Das ist etwa mit 8 Jahren der Fall. Diese Tatsache ist auch klinisch von großer Bedeutung, insofern als nach diesem Alter eine funktionelle Therapie der Schielamblyopie nur noch geringe Aussichten auf Erfolg hat.

2. Herr *Portmann* hat von transitorischem Verschuß der Lidspalte gesprochen. Es wird bei dieser Gelegenheit der Mechanismus der Wiedereröffnung nach erfolgtem Lid-schluß dargelegt. Durch das Wachstum der Platten-Epithelien im Bereich der Lid-ränder kommt es zur Nekrotisierung der zentralen, ältesten Zellen, die sich der Zirkulation am fernsten befinden, mit konsekutiver Entstehung von Lücken; außerdem führt die beginnende Tätigkeit der talgproduzierenden Lidranddrüsen zu einer Förderung der Dehiszenz.