

# Buchbesprechungen

## Das Problem der Menschwerdung im Licht der vergleichenden Geburtshilfe

Von

H. MEYER-RUEGG (Zürich)

(Referat über das Buch von Prof. DE SNOO, Utrecht)<sup>1)</sup>

Das kühne Unternehmen des Direktors der Universitätsfrauenklinik in Utrecht, DE SNOO, die Entwicklungslehre auf geburts-hilflicher Grundlage neu zu gestalten, ist ihm in seinem Buche glänzend gelungen. Seine vergleichende Geburtshilfe der Wirbeltiere hat eine Reihe bisher unbekannter Tatsachen ergeben, die für die Entwicklung der Arten von hervorragender Bedeutung sind, ja die Fortpflanzung zum Hauptfaktor in der Höherentwicklung der Arten stempeln.

Nicht der Kampf ums Dasein und die Anpassung an die Erfordernisse der Umwelt, auch nicht die sexuelle Zuchtwahl, sondern vor allem die Verbesserung in der Embryonalentwicklung ist die Ursache für die Entstehung des Höheren aus dem Niedrigeren. Die Fortpflanzung muss in der Weise optimal vor sich gehen, dass die Jungen lebend, kräftig und am besten in grösstmöglicher Zahl geboren werden. Besonders bei Uniparen bedeutet der Tod der Frucht einen ernstlichen Verlust für die Behauptung der Art. Deshalb ist die geburtshilfliche Selektion, welche optimale Verhältnisse bei der Geburt zu schaffen sucht, von massgebender Bedeutung.

An Hand einer ausserordentlich mannigfaltigen persönlichen Erfahrung (auch durch einen Aufenthalt in Batavia), sowie auf Grund eigener experimenteller Ergebnisse legt uns Prof. DE SNOO zunächst eine reich illustrierte Übersicht des Geburtsverlaufes bei den Wirbeltieren vor, wie sie bisher nicht bestand. Nach der Geburt des Menschen, wobei er einige seiner aus früheren Publikationen bekannte Anschauungen verteidigt, folgen Abschnitte über die Geburt bei den Affen, bei den andern Säugetieren (uniparen Vierfüsslern, multiparen Vierfüsslern, Wassersäugetieren, Fledermäusen, Gürteltieren, Beuteltieren, Monotremen) und über Fortpflanzung bei den niederen Vertebraten. «Darin finden wir Dinge, die wir sonst aus der Anthropologie, Paläonto-

logie und vergleichenden Zoologie mühsam zusammensuchen müssen, in grosszügiger Zusammenschau abgehandelt und in innere Verbindung gebracht», so äussert sich Prof. A. MAYER in Tübingen, der das Buch durch seinen Mitarbeiter Dr. WOLF übersetzen liess, in einem warmen «Geleitwort» der Übersetzung.

Die Folgerungen, die Prof. DE SNOO aus diesen vergleichenden Studien zieht, sind äusserst interessant und für die Entwicklungslehre geradezu epochemachend. Zuerst lässt er sich in einem Kapitel über die Uteruskontraktionen bei der Geburt aus, nachdem er sich schon früher (u. a. 1937, in der Sitzung der Am. Med. Ass., sowie auf dem Internationalen Gynäkologenkongress in Amsterdam) mit diesem Thema beschäftigt hatte. Endgültig stellt er jetzt fest, dass alle vierfüssigen Säugetiere, die Wassersäuger und wenigstens die meisten Fledermäuse peristaltische, die Affen und Menschen dagegen aperistaltische Uteruskontraktionen haben. (Nur die Beuteltiere machen eine Ausnahme). Bei niederen Tieren, Haifischen, Amphibien, Reptilien, Vögeln konnte er sich davon überzeugen, dass die Kontraktionen ohne Ausnahme peristaltisch sind.

Die Tiere mit Peristaltik haben alle einen Uterus duplex oder bicornis; die Tiere ohne Peristaltik dagegen einen Uterus simplex.

Die aperistaltischen Kontraktionen wirken ausschliesslich durch gleichmässige Erhöhung des intrauterinen Druckes, so dass die Art, wie das Kind geboren wird, ganz auf den Gesetzen der Hydrodynamik beruht. Bei der Peristaltik dagegen entsteht keine nennenswerte Erhöhung des intrauterinen Druckes: es kommt nur zu einer intrauterinen Flüssigkeitswelle und die ringförmigen Kontraktionen treiben den In-

<sup>1)</sup> Aus dem Holländischen übersetzt von Dozent Dr. med. W. Wolf in Tübingen, erschienen im Verlag Gustav Fischer, Jena, 328 Seiten in Grossoktav, 190 Abbildungen.

halt des Uterus im Ganzen, aber vorzüglich die beweglichen Teile vorwärts. Erst wenn das Tier zu pressen anfängt, wird der Druck im Leib erhöht und dadurch der Uterusinhalt ausgestossen. Bei Peristaltik werden also die Jungen vorwärtsgeschoben, bei Aperiistaltik aber vorwärtsgepresst.

Diese Verschiedenheit der Geburtsarbeit fordert nun ganz von selbst verschiedene Voraussetzungen. So ist begreiflich, dass in einem aperiistaltischen Uterus nur ein Junges optimale Aussichten hat auf Normalgeburts: die häufigen Störungen bei Zwillingen lehren uns das eindringlich genug. Mehrere Früchte dagegen in einem Uterus mit zwei Hörnern liegen hintereinander und stören sich bei der Geburt nicht.

Es genügt aber nicht, dass die Jungen glücklich geboren werden; sie müssen sich nach der Geburt auch zu behaupten wissen, und da sie bei Säugern auf die Mutter angewiesen sind, kommt es darauf an, ob die Mutter bei ihnen bleibt und sie in einem Neste besorgt (Nesttier), oder ob sie ein Nomadenleben führt und das Junge ihr folgen muss. In letzterem Fall ist es ein grosser Vorteil, wenn sich nur ein Junges entwickelt, das gut ausgetragen, schon bei der Geburt kräftig ist und lange Beine hat. Nesttiere sind nun gewöhnlich zahlreich, nicht ganz ausgereift, haben zudem kurze Beine und müssen im Nest noch sich kräftigen.

Nur das eine haben die Uniparen und die Pluriparen gemeinsam: die Kürze der Nabelschnur. Das Verhältnis der Nabelschnurlänge zur Körperlänge beim Schwein ist 1:1; beim Kaninchen 1:2,4; bei der Katze 1:3,1; beim Kalb 1:4,4; beim Lamm 1:5,8. Das ist sehr zweckmässig, weil eine lange Nabelschnur sonst durch die peristaltischen Kontraktionen des Uterus vorausgeschoben und vorfallen würde. — Beim Menschen und Affen beträgt die Länge der Nabelschnur ca. das Doppelte der Sitzhöhe. Das ist sehr lang, hat aber den Vorteil, dass sie bei der Geburt nicht reisst und das Kind sich verblutet. Gegen den Vorfall und allfällige Umschlingungen schützt sie aber der den Beckeneingang ausfüllende Kopf, sowie die reichliche Whartonsche Sulze und die Windungen, die beide der Nabelschnur eine gewisse Steife geben.

Eine weitere Folge des Unterschiedes der Uteruskontraktionen ist die Lage, die Form und die Grösse des Kopfes der Jungen. Bei den Uniparen besteht in 95—99 % Schädellage: Der Kopf ist relativ klein und wegen der Länge des Halses beweglich; deshalb wird er durch die Peristaltik vorgetrieben, und da die Beine ebenfalls lang und beweglich sind, werden sie durch die Kontraktionen ebenfalls nach vorn gestreckt und mit dem Kopf zugleich geboren. — Bei den Pluriparen darf der Kopf so gross werden, dass er das Becken gerade noch passiert, weil die Beine kurz sind und dem Kopf nachfolgen. Der Hals ist bei ihnen weniger lang und weniger beweglich; die Peristaltik bringt nur relativ selten Kopf Lage zustande, in 40 % besteht Steisslage. — Die stärkere Kopfgrösse bei den Pluriparen hat auch eine stärkere Hirnentwicklung und Hand in Hand damit eine höhere Intelligenz zur Folge. Tatsächlich haben bei der Geburt das grösste Gehirn Affen und Menschen (*Macacus*  $\frac{1}{7}$ , Mensch  $\frac{1}{12}$  des Körpergewichts). Dann folgen die multiparen Vierfüsser (die Nesttiere, Hund, Kaninchen, Maus etc.), dann kommen die uniparen Vierfüsser (Pferd, Kuh, Schaf, d.h. die Nomadentiere) und zuletzt die Beuteltiere, die allerdings wegen ihrer Eigenart schwer zu vergleichen sind.

Bei den Primaten ist der Kopf nicht nur gross, weil er es der Raumverhältnisse wegen darf, sondern weil nur ein grosser, runder Kopf die Schädellage sichert. Der Hals muss bei ihnen kurz sein, weil unter der Geburt der Kopf durch die Schultern vorgeschoben wird und dabei eine gewisse Steifung zwischen Schultern und Kopf von Vorteil ist. Überdies hindert diese Steife ein Zutieftreten des Kopfpoles, was sonst eine rechtzeitige Drehung des Kopfes erschweren würde. — Der Hals wird beim Menschen nachher wieder länger, während er sich beim Affen wegen der vornüber gebeugten Haltung des Kopfes und Stärke der Nackenmuskulatur noch verkürzt. Wir haben also:

1. Bei Menschen und Affen: grosser Kopf kurzer Hals, lange Arme, lange Nabelschnur.
2. Bei uniparen Vierfüssern: kleiner Kopf, langer Hals, lange Beine, kurze Nabelschnur.
3. Bei Pluriparen: grosser Kopf, mässig langer Hals, kurze Beine, kurze Nabelschnur.

Ausnahmen: Wassersäugetiere müssen vollentwickelte Junge gebären und deshalb unipar sein; um mit der Mutter sofort mit schwimmen zu können, muss der Hals kurz sein, der Kopf gross, aber nicht rund, sondern spitz zulaufend. — Bei den Fledermäusen ist die Nabelschnur so dick und fest, dass die Jungen bei der Geburt, während die Mutter an einer Pfote hängt, daran hängen bleiben, bis die anfänglich noch sehr kleinen Flughäute nachgewachsen sind.

Auf die Frage, ob die Differenzierung in die beiden Uterusformen das Primäre gewesen sei und die Entwicklung der dazu gehörigen Fruchtförmigen das Sekundäre, tritt DE SNOO sofort für die Priorität der Uterusart ein. Denn, sagt er, wir kennen nur zwei Formen von Uteruskontraktionen und keine Zwischenstadien; dagegen zwischen den Jungen der uniparen und pluriparen Vierfüsser grosse Unterschiede, obgleich die Uteruskontraktionen bei allen den gleichen Typ zeigen. Die Jungen passen sich offensichtlich sehr leicht den Forderungen einer möglichst sicheren Geburt an, sofern sie von der Art der Uteruskontraktionen abhängig sind. Es besteht daher kein Zweifel, dass sich aus einem peristaltischen ein aperistaltischer Uterus entwickelt hat und danach sekundär erst die Merkmale der Frucht.

Bei allen Säugetieren (mit Ausnahme von Mensch und Aff) werden die Jungen auf gleiche Weise durch Peristaltik ausgetrieben; sie stammen also sicher alle von einer gleichen Urform mit peristaltischen Uteruskontraktionen ab. Auch Menschen und Affen müssen aus einer gemeinsamen Urform mit aperistaltischen Uteruskontraktionen entstanden sein. Da beide Gruppen eine Cervix mit gleicher Funktion (s. unten) und gleichen morphologischen Variationen zeigen, so muss die Cervix nur einmal in einem noch undifferenzierten Stadium entstanden sein.

Als notwendige Folge der Aperistaltik betrachtet DE SNOO ferner die Aufrichtung des Körpers zum aufrechten Gang. Da aber allgemein der Erwerb des aufrechten Ganges als eine der vornehmsten Ursachen der Menschwerdung gilt, würde danach die Menschwerdung in der Hauptsache eine geburts-hilfliche Frage sein. — Dabei spielt

die Lage der Frucht in utero eine hervorragende Rolle. Dies gilt vor allem für die uniparen Vierfüsser. Nur die Schädellage kann bei ihnen als Normallage gelten, bei der das Junge optimale Aussichten auf guten Verlauf hat. Wo die Peristaltik fehlt, nimmt man an, dass die Schädellage durch den guten Halt entstehe, den der grosse, runde Kopf im Beckeneingang findet. Damit jedoch dieser Halt zur richtigen Auswirkung komme, ist es erforderlich, dass das Becken unter dem Kopfliege und nicht neben oder gar über ihm. Das ist aber nur möglich bei aufrechter Haltung. Deshalb war es im Interesse eines für das Kind glücklichen Verlaufes der Geburt notwendig, dass die Mutter sich aufrichten musste. Wenn auch noch andere Gründe für die Häufigkeit der Schädellage angeführt werden können, so tut das der Bedeutung des tiefen Beckenstandes keinen Abbruch. Je häufiger und je länger ein Vierfüsser mit Aperistaltik sich aufrichtet, um so sicherer wurde die Geburt für das Junge und um so sicherer führte die Selektion zur Zweifüssigkeit. — Anlass zur Aufrichtung konnte mit Nahrungsaufnahme oder sonstiger Lebensweise zusammenhängen, wie z. B. beim Bären oder beim Eichhörnchen. Der Halt des Kopfes auf dem Beckenring bei Aperistaltikern wurde überdies um so besser, je grösser er war. Dabei entwickelte sich, normale Verhältnisse vorausgesetzt, das Gehirn auch besser, womit die Möglichkeit besserer Assoziationen und dadurch höherer Intelligenz geboten war. Zu dem direkten Vorteil bei der Geburt durch die Aufrichtung kam also noch der, dass die Jungen qualitativ besser wurden und dadurch die Art als Ganzes sich hob. Der Zweck der Aufrichtung war also eine Verbesserung der Fortpflanzung und nicht eine Zielstreben, wie viele Anthropologen meinen.

Nur ein Tier mit Aperistaltik blieb Vierfüsser: das Gürteltier. Das verdankt es nach DE SNOO neben seinem eigenartigen Gürtel seiner sonderbaren Lebensweise unter Kakteen, wo es vor Feinden geschützt war, sowie seiner eigenartigen Fortpflanzung, die ihm eine sehr zahlreiche Progenitur sicherte. Es ist multipar, wirft bis zu 14 Jungen, immer alle von Eiern aus

dem gleichen Follikel; denn man hat immer nur ein Corpus luteum gefunden.

Das für die Sicherung der Geburt notwendige Tieferstellen des Beckens wird bei den Affen schon durch Aufrecht-sitzen und -schlafen oder das Hocken oder durch das Leben auf Bäumen erreicht.

Eine wichtige Etappe in der Menschwerdung bildet die Entwicklung der Cervix uteri. Zur Kräftigung der Jungen im Kampf ums Dasein ist wesentlich, dass sie sich schon in utero möglichst stark und gut entwickeln. Dies gilt vor allem bei den Uniparen, die meist schon vom ersten Tag an mit der Mutter zu wandern imstand sein müssen. Zu dem Zweck hat sich im Laufe des Mesozoikums, kurz vor dem Erscheinen der Säugetiere, nach Abspaltung der Beuteltiere aus einem gemeinsamen Stamm, ein eigenes Abschlussorgan gebildet, das dem Ei den Aufenthalt im Uterus so lange sichert, bis die Frucht extruterin lebensfähig ist. Die Dicke der Uteruswand beim Menschen nimmt nämlich in den ersten Monaten der Schwangerschaft bis auf 2 bis 3 cm zu; später, wenn das Ei immer mehr wächst, wieder ab, bis sie Ende der Schwangerschaft nur noch 2—6 mm beträgt. Dabei werden die in allen Richtungen kreuz und quer verlaufenden Muskelfasern parallel der Wand gestellt und in den späteren Schwangerschaftsmonaten lamellär ausgezogen. Das macht die Cervix mit ihrem reichlichen fuchsinophilen, festen Bindegewebe nicht mit und dient so als Abschlussorgan. Erst bei der Geburt wird, durch kolloidchemische Veränderungen, ihr Gewebe dermassen stark aufgelockert, dass sie erschlafft und bei den Kontraktionen den Weg frei gibt, ohne nennenswerte mechanische Dehnung zu erfahren.

Wie der Mensch, so haben auch die Affen und die höheren Säugetiere einen solchen Abschluss der Gebärmutter, der ebenfalls erst unter der Geburt erschlafft und nachgibt. Prof. DE SNOO hat die Cervices zahlreicher Säugetiere, Affen und Menschen aus verschiedenen Altern und Entwicklungsstufen daraufhin untersucht und gibt die Beschreibungen und Abbildungen derselben wieder. Bei einigen Tieren ist der Bau, wie beim Menschen, sehr einfach (beim Igel, bei der Maus und Ratte, beim westin-

dischen Affen Chrysothrix und beim Pferd). Bei andern springen in den Halskanal grosse Kämme oder Fallen vor (wie bei der Kuh, dem Macacus, dem Meerschweinchen, dem Hund etc.), oder wird der Halskanal durch eine Anzahl übereinandergelagerter Papillen ausgefüllt (wie beim Schaf), dass es unmöglich ist, die Uterushöhle zu sondieren. Trotz allen Verschiedenheiten aber im Bau ist bei allen das Abschlussgewebe im Prinzip gleich.

Ganz anders sind die Verhältnisse bei den Beuteltieren. Hier vermischen wir die Festigkeit des Gewebes, die wir bei allen untersuchten Säugetieren gefunden haben, und das typische fuchsinophile Gewebe fehlt, wenigstens beim Känguruh, von dem Prof. DE SNOO drei Exemplare untersuchen konnte. Wahrscheinlich liegt darin die Ursache, weshalb sie ihre Früchte nur 2—4 Wochen lang im Uterus behalten können und dann im Beutel ausreifen lassen müssen. — Die Beuteltiere sind multipar. Wir finden unter ihnen Nagetiere, Raubtiere, Insektenfresser, Huftiere etc. Die Früchte (des Känguruh) sind bei der Austossung aus dem Uterus nur 3 cm lang. Bei der Niederkunft legt sich das Muttertier auf den Rücken und hilft dem Jungen mit der Zunge und durch Einspeicheln des Weges in den Beutel hinein. Sobald die Frucht im Beutel angelangt ist, fasst sie eine der Zitzen, die aus der Wand herausragen, in den Mund und lässt sie nicht wieder los, bis sie mit dem Gaumen verwachsen ist. Diese Verbindung löst sich erst wieder, wenn das Junge ausgereift ist, was beim Känguruh 7—8 Monate dauert. Die ganze Zeit haben die Beuteltiere getrachtet, die Schwangerschaft zu verlängern (was aus dem Bau ihrer Vagina zu erschliessen ist), aber nur mit mangelhaftem Erfolg: den Schlussapparat haben sie nicht zustande gebracht.

Weitere Verbesserungen der embryonalen Entwicklung sind die Bildung des Amnion, der Allantois und Plazenta. Das Auftreten eines Amnions wird zuerst bei den Reptilien und Vögeln beobachtet, dann bei den Monotremen, den Beuteltieren und den höheren Säugetieren. Es soll einen schützenden Raum um das sich entwickelnde Ei bilden und war namentlich vorteilhaft beim Übergang vom Wasser aufs

trockene Land. Später übernimmt es noch andere Funktionen.

Die *Allantois* ist als Ausstülpung des späteren Enddarmes, als ein Reservoir für Abfallprodukte des Embryo aufzufassen; dann wird sie zum Träger eines embryonalen Kreislaufes, um in der weiteren Entwicklung als überflüssig gewordenen Organ zu schrumpfen.

Die *Plazenta* als Verbindung zwischen Mutter und Ei beobachtet man zuerst bei einigen viviparen Reptilien, eine engere Verbindung durch sie tritt aber erst bei den Säugetieren ein, wobei es dann zur Bildung der *GROSSER'schen* 4 Varianten kommt, die sich ganz unregelmässig auf die verschiedenen Säugetiere verteilen.

Eine wichtige Rolle in der embryonalen Entwicklung spielen die *MÜLLER'schen Gänge*. *DE SNOO* glaubt, im Gegensatz zu der gewöhnlichen Anschauung, dass sie mit den *WOLFF'schen* Gängen und Körpern in Beziehung stehen, sie entstehen aus einer Gruppe noch undifferenzierter, multipotenter, embryonaler Zellen und seien ein ganz neues Organ im Dienste der Fortpflanzung. Er vergleicht sie mit den Zellen, welche die pathologischen Mischgeschwülste bilden, oder den Schwanz oder ein Bein einer Eidechse oder eines Salamanders nach einem Verluste wieder zum Nachwuchs bringen. Es sind die nämlichen Zellen, welche bei höheren Tieren die Regeneration der abgestossenen Uterusschleimhaut nach der Geburt, auch die Neubildung von Muskelgewebe im schwangeren Uterus, ebenso das Epithel der Haut im *Stratum germinativum* zustande bringen. Dass gerade im Uterus und seiner Umgebung eine grosse Anzahl von noch nicht differenzierten omnipotenten Zellen vorkommen, lehren uns die *Endometriosen* und *Adenomyome*. Es liegt nahe, anzunehmen, dass auch der Uterus selbst aus solchen Zellen hervorgegangen ist. In den *Endometriosen* sieht man häufig Höhlen, die als Äquivalente der Uterushöhle aufgefasst werden können. Tatsächlich zeigen sich in ihnen häufig menstruationsähnliche Vorgänge, die zu den bekannten *Schokoladezysten* führen. Auch in *Adenomen* findet man Muskeln, Drüsen und zytogenes Gewebe, oft sogar in Anordnungen, dass man mit Recht von *Miniaturuteri* sprechen kann. Nicht selten zeigen sie zyklische

Veränderungen mit regelmässiger Menstruation. Mitunter kommen embryonale Uteri vor, deren Bau mit dem eines Uterus von 4—5 Monate alten Fötus übereinstimmt. Tatsächlich sind alle diese Gebilde, wie der Uterus selbst, aus Zellen mit besonderen Potenzen, die *DE SNOO* als *Genitoblasten* bezeichnet, im Lauf der Evolution im Streben nach einer Verbesserung der Fortpflanzung und besonders der embryonalen Entwicklung entstanden.

Die *Genitoblasten* haben nicht nur die *MÜLLER'schen* Gänge, also Tuben und Uterus gebildet, sondern auch den Bandapparat des Uterus. Sie stehen wahrscheinlich sehr stark unter dem Einfluss der Ovarien. Beim Neugeborenen ist der Uterus unter dem Einfluss der Plazentahormone relativ sehr gross; in den Kinderjahren bleibt er in der Entwicklung zurück; in der Pubertät wächst er voll aus. Durch Hyperfunktion der Ovarien bilden sich wahrscheinlich die *Endometriosen* und die *Adenomyome*. Durch Zufuhr von Follikelhormonen entsteht experimentell *Hypertrophie* des Uterus. Nach dem Tod der *Plazenta* wird der Uterus kleiner; ebenso im *Klimakterium*, nach Bestrahlung oder *Exstirpation* der Ovarien. Diese und der Uterus sind also biologische Einheiten, wobei die Ovarien die Leitung haben.

Die vergleichende Geburtshilfe lehrt nach dem Vorausgegangenen, dass die Evolution nicht, wie *DARWIN* meinte, durch natürliche Zuchtwahl und Anpassung an die Erfordernisse der Umwelt bestimmt wird, sondern durch die Verbesserungen, die allmählich in der Embryonalentwicklung auftraten. Der Mensch ist also nicht ein Produkt seiner Umgebung, sondern vermöge der Potenzen entstanden, die in dem Urstoff vorhanden waren, dem er entsprossen ist. Unsere Kenntnis von diesem Urstoff ist praktisch gleich null. Alles was in der langen Zeitspanne vom Augenblick der Entstehung des ersten Lebens auf Erden bis zum Auftreten des *Urwirbeltierchens* geschehen ist, ist unsicher und in einen mystischen Nebel gehüllt. Erst nach dem Entstehen des ersten *Urwirbeltierchens* beginnt sich die Entwicklung deutlicher abzuzeichnen, so dass wir den zurückgelegten Weg mehr oder weniger deutlich sehen. Wir können diesen Weg

in drei Abschnitte teilen, von denen der erste bis an die Bildung des aperistaltischen Uterus simplex läuft, der zweite von hier bis zum Stadium des totalen Zweifüßers und der dritte von da bis heute. Die erste Periode hat schätzungsweise 1000 Millionen, die zweite 100 Millionen, die letzte 1 Million Jahre gedauert.

In der ersten Periode hat sich das Urwirbeltier von einem noch durchscheinenden länglichen Chordatierchen mit kaum angedeutetem Kopf und einem Porus abdominalis, durch den die Geschlechtsprodukte nach aussen in das Seewasser entlassen wurden, zu einem Präzervixtier entwickelt. In dieser Zeit sind erst, während sich die Bauchhöhle schloss, die MÜLLER'schen Gänge entwickelt worden und ist ein Korpuskelett und ein zweiteiliges Herz entstanden. Die Grundform, bestehend aus Kopf, Rumpf und vier Gliedmassen, war damals schon angelegt.

Nach dem Entstehen der MÜLLER'schen Gänge und unter dem Einfluss der hiedurch entstandenen besseren Bedingungen für die Embryonalentwicklung verwandelte sich das Knorpelskelett in ein Knochenskelett, wurde das zunächst zweiteilige Herz dreiteilig und bekam das Gehirn als nervöses Zentrum eine überragende Bedeutung. Die Kiemen wurden durch Lungen ersetzt und das Wassertier wurde allmählich ein Landtier mit fünfzehigen Beinen und einer inneren Befruchtung. Als dann weiterhin durch das Entstehen des Amnions die Embryonalentwicklung noch besser wurde, entstand auch eine Scheidewand in der Herzkammer, die erst eine Zeitlang perforiert blieb, sich aber dann schloss, während das Tierchen warmblütig wurde. In diesem Stadium bekam es Haare und wurde Säugetier, während die MÜLLER'schen Gänge, die all die Jahrhunderte hindurch unverändert geblieben waren, sich in Tube, Uterus und Vagina differenzierten und die Hirnrinde, die die ganze Zeit hindurch aus zwei Ganglienzellschichten bestanden hatte, sechs-schichtig wurde und schliesslich dieses Präzervixtierchen, das wir vielleicht im Theriodonten vor uns haben, eine Cervix bekam. Sehr früh hatten sich die Beuteltiere differenziert, die auf eine besondere Art die Fortpflanzung zu fördern suchten, während eine andere Gruppe undifferenziert blieb, aber ganz allmählich eine feste Cervix

bekam. Dadurch konnte die Dauer der intrauterinen Entwicklung zunehmen und als die Klimaänderung in der Kreidezeit dafür günstig wurde, die Möglichkeit, sich nach allen Richtungen zu differenzieren, ergreifen. So entstanden die höheren Säugetiere. Zwischen dem Entstehen der höheren Säugetiere und der Beuteltiere liegt das Mesozoikum, also mehr als 100 Millionen Jahre. In dieser langen Zeit ist eine Differenzierung in eine Gruppe mit und eine ohne Peristaltik zustande gekommen, die die zweite Periode der Menschwerdung einleitet: die Bipedie und die Entwicklung zum totalen Zweifüßer. Allem Anschein nach ist dann der Urstamm ausgestorben. Für die Aufrichtung sind tausend und aber tausend Generationen notwendig gewesen; sie geschah aber auch nur langsam und in Etappen. Der Zweifüßer wurde grösser, seine Form passte sich nach und nach der Bipedie an, seine Haltung wurde mehr und mehr fixiert, sein Sacrum krümmte sich und das ganze Becken wurde fester. Der Stand der hinteren Extremitäten veränderte sich und der fünfzehige Hinterfuss wurde in einen Standfuss umgewandelt. Endlich wurden, um die Wirbelsäule lordotisch zu krümmen und um den Kopf auf der Wirbelsäule balancieren zu können, die Schultern nach hinten gebracht. Das Wichtigste dabei ist aber, dass die vorderen Extremitäten frei wurden und sich von Lauf- und Stützorganen in Organe verwandeln konnten, mit denen die Tiere lernen sollten, die Natur zu beherrschen und sie sich dienstbar zu machen. Das war aber nur möglich, weil der Zweifüßer bei der Geburt ein grosses Gehirn bekam; denn die Beuteltiere, bei denen die vorderen Extremitäten ebenfalls frei sind, haben es in ca. 200 Millionen Jahren nicht gelernt, weil ihre Embryonalentwicklung weniger günstig war und sie deshalb ein kleines Gehirn mitbekamen. Das gleiche beobachtet man auch bei einigen Reptilien aus dem Mesozoikum.

Unser Zweifüßer war aber vielen Gefahren ausgesetzt von seiten stärkerer Tiere und sah sich gezwungen, auf Felsen und in Höhlen Zuflucht zu nehmen, wo er auf Pflanzen und Früchte, Eier und Kleintiere angewiesen war. Das schwere Dasein schärfte aber seine Intelligenz und Geschicklichkeit mit den Vorderextremitäten.

Er verbreitete sich über die ganze Erde, und als endlich das Stadium des totalen Zweifüssers mit menschlichen Formen erreicht war, konnte die Entwicklung zum Menschen nicht mehr ausbleiben. Von da an hat er sich nicht weiter differenziert. Er blieb den Affen (Schimpansen) gegenüber, die sich vor den Gefahren in die Bäume geflüchtet hatten und weiter differenzierten, primitiv und gleichartig.

Die dritte Periode der Menschwerdung zeichnet sich durch die geistige Entwicklung des Anthropus aus, die Hand in Hand mit dem Wachstum des Gehirns erfolgte. Dies kann aus einem Vergleich mit der Hirnmasse einer Anzahl von Fossilien aus verschiedenen Entwicklungsphasen festgestellt werden. Daraus ergibt sich, dass der Schädel der Neugeborenen dieser Vormenschen immer dieselbe Form gehabt haben muss wie die unserer Kinder und auch von der gleichen Grösse gewesen sein muss. Allein mit der Geburt hat die grosse Hirnmenge ihre Aufgabe vollbracht. Nach der Geburt wächst das Gehirn kaum mehr. Infolgedessen nimmt die Höhe des Schädels ab, während der Gesichtsteil stark zunimmt. Im Gegensatz dazu haben die Schädel des Sinanthropus, des Pithekanthropus und des Neandertalers während des Diluviums langsame Fortschritte gemacht, wenn sie auch für die 50 Millionen Jahre des Oligozäns und Miozäns, in denen die subtotalen Zweifüsser gelebt haben, gering genug sind.

Beim Suchen nach der Ursache dieser Zunahme kommt DE SNOO auf die Tatsache zu sprechen, dass die Tiere eine grosse Zahl von Funktionen haben, die ihnen im wörtlichen Sinn angeboren sind, während der Mensch sie erlernen muss. Bei den niederen Tieren sind diese Funktionen in den Kernen des Hirnstammes festgelegt, die als Reflexzentren fungieren und denen die Tiere ihre sog. Instinkte, d. h. erblich angeborenen Eigenschaften verdanken. Im Hypothalamus liegt ein Kerngebiet, das in der aufsteigenden Säugetierreihe schnell an Kernreichtum zurückgeht und von ca. 30 Kernen beim Kaninchen auf nur zwei beim Menschen sinkt. Je höher die Tiere sich entwickeln, um so grösser wird die Zahl der Funktionen, welche die Hirnrinde übernimmt. Mit zunehmender Intelligenz wird die Bedeutung der im Hirnstamm gelegenen Instinkte vermindert. Je grösser der Rin-

denanteil ist, desto weniger fixiert sind bestimmte Funktionen und desto besser können sie sich, wenn die äusseren Umstände es erfordern, diesen Umständen anpassen. Aber erst nachdem es die Bipeden zu totalen Zweifüssern gebracht hatten und das Gehirn sich durch die allmählich immer mehr zunehmenden Assoziationen, als Folge der frei gewordenen vorderen Extremitäten, bis zu einer gewissen Höhe entwickelt hatte, konnte die Hirnrinde in stärkerem Mass die Funktionen des Hirnstammes übernehmen. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass dem zum grossen Teil die starke Zunahme des Gehirns während des Pliozäns und des Diluviums zu verdanken ist.

Wir können uns nun vorstellen, dass Hand in Hand mit der Hirnentwicklung sich die artikulierte Sprache durch allmähliche Wortbildung entwickeln konnte und dass verschiedene selbständige Handlungen und Funktionen nicht allein durch Erfahrung erlernt wurden, sondern dass der Urmensch zugleich verschiedene Erfahrungstatsachen zu kombinieren lernte und in die Lage kam, bewusste Handlungen auszuführen. Als dank der Wechselwirkung zwischen Hirnrinde und freigewordenen vorderen Extremitäten die für eine optimale Geburt notwendige grosse Hirnmenge durch zunehmende Assoziationen von immer grösserer Bedeutung wurde und dadurch nach der Geburt, im Gegensatz zu den Affen, allmählich an Gewicht zunahm, wurden die bewussten Handlungen immer vielfältiger, feiner, exakter und komplizierter. Das führte ausserdem dazu, dass immer mehr erbliche, im Hirnstamm fixierte Funktionen in die Rinde verlegt wurden, wodurch die Rinde an Bedeutung noch zunahm und eine Anzahl Instinkte verschwand, um für Funktionen, die erst erlernt werden mussten, Platz zu machen, die damit dem Willen unterworfen, d. h. willkürlich wurden. Die grosse Bedeutung dieses Entwicklungsganges fällt sofort in die Augen, wenn wir bedenken, dass der Mensch dadurch in seinem Tun und Lassen mehr und mehr frei wurde und sich hiedurch über die Tiere erhob.

Den grossen Sprung nach oben machte der Mensch aber erst, als er sprechen lernte und der geistige Kontakt mit den Mitmenschen inniger wurde. Schon lange war er in der Lage, Steine für den Gebrauch zu wetzen, und in den Felszeichnungen, wie in

den Skulpturen beweist er, wie bewusst er die Formen der verschiedenen Tiere gesehen hat. Aber erst als die Laute, die er hervorbrachte, dank seiner stark entwickelten Hirnrinde mehr und mehr differenziert und bestimmte Gegenstände und Begriffe mit bestimmten Lauten benannt wurden, nahm allmählich der geistige Kontakt zu. Als man noch lernte, sich durch Zeichnungen auszudrücken und diese dann durch Worte ersetzte, lernte man nicht nur Tatsachen und Gedanken festzulegen, sondern konnte sie auch verbreiten. Bedenken wir, dass die Höhlenbewohner in Spanien nicht älter als ca. 20 000—30 000 Jahre sind und dass die ältesten Schriften aus der Zeit vor 5000—6000 Jahren datieren, dann ergibt sich daraus, wie schnell diese Entwicklung stattgefunden hat, wenn wir uns an die Millionen von Jahren erinnern, die vorausgegangen sind.

Es ist auch anzunehmen, dass einzelne Tiere durch besonders günstige Anlage des Gehirns und besonders günstiges Milieu den andern beträchtlich voraus waren und ausnahmsweise geschickt in Auffassung von Tatsachen und Geschehnissen waren, die andern zur Nachahmung reizten und auf diesem Wege das allgemeine Intelligenzniveau einer Gruppe gehoben wurde, ganz so wie das unter den fertigen Menschen auch zu geschehen pflegt.

Dank der Sprache entstand zwischen den Menschen ein geistiger Kontakt und entwickelte sich eine geistige Funktion.

Die Menschheit ist aber noch sehr jung, in Westeuropa nicht älter als 20 000 bis 30 000 oder höchstens 50 000 Jahre, wenn man als Anfang den Zeitpunkt nimmt, wo der totale Zweifüsser geistig so weit entwickelt war, dass er bewusst in einem Gruppenverband zu leben und gegenüber den Tieren, die sehr oft ebenfalls in Gruppenverbänden leben, eine höhere Gemeinschaft zu bilden begann, in der er seine natürlichen Triebe mehr oder weniger zügelte musste. Damit entstand gleichzeitig der Begriff von Gut und Böse, wobei das Interesse der Gemeinschaft der Massstab war.

Zwar können die Tiere auch denken, insofern, als sie bestimmte Handlungen erlernen und automatisch oder ganz nach eigener Wahl, also willkürlich, ausführen können. Es fehlt ihnen aber das Vermögen,

mehrere Beobachtungen zu kombinieren und daraus bewusst, d. h. intellektuell, Schlüsse zu ziehen. Selbst bei dem höchsten Affen, dem Chimpansen, ist dieses Vermögen erst in der Anlage vorhanden; mehr als seine Umgebung umfassen seine Gedanken nicht.

DE SNOO fragt sich, ob sich die Menschheit entwickeln wird und wenn ja, in welcher Richtung. Er glaubt, dass körperlich in dieser Hinsicht wohl kaum noch etwas zu erwarten ist; ebenso wenig wie das für eine Reihe niederer Tiere der Fall sein wird, die sich seit 100 000 000 Jahren im Wesen — wie ihre Fossilien zeigen — nicht verändert haben. Eine Ausnahme macht nur das Gehirn, dessen postnatale Entwicklung seit dem Pithekanthropus noch erheblich zugenommen hat. Man muss wohl auch annehmen, dass die feine Struktur seiner Rinde in ihrer Entwicklung den letzten Endpunkt noch nicht erreicht hat. Damit ist dann zugleich die Möglichkeit einer weiteren Entwicklung der geistigen Funktionen gegeben, sowohl individuell als auch bei der Menschheit als Art im ganzen. Jedenfalls ist die Hirnrinde bei der Geburt nicht mehr, was sie am Anfang der Entwicklung der Menschheit war: ein unbeschriebenes Blatt, sondern sie hat sich inzwischen differenziert und hat Eigenschaften erhalten, die — durch Zuchtwahl potenziert — erblich in der Keimzelle festgelegt sind.

Die höhere geistige Entwicklung hat aber erst vor 20—30 oder 50 Jahrtausenden begonnen. Die genannten erblichen Eigenschaften müssen sich also im Laufe von höchstens 1—2 Tausend Generationen entwickelt haben. Wir sind sicher noch nicht am Ende unserer geistigen Entwicklung angelangt. — Unser Geist und unser Denken ist immateriell, aber an die Hirnrinde gebunden, eine Funktion derselben. Wenn diese Funktion auch unbegreiflich ist, so braucht man sich nicht in die Arme des Glaubens an übernatürliche Kräfte zu flüchten und die Neigung zur Mystik zu einer erblichen Eigenschaft zu machen. Denken wir daran, welche unerklärliche, geheimnisvolle Vorgänge uns die Elektrizitätslehre gebracht hat. —

Im letzten Kapitel, das er als «Anhang» bezeichnet, sucht DE SNOO nach einer Erklärung der Hereditäts-, Variabilitäts- und Differenzierungsvor-



gänge, weil er mit der MENDEL'schen Erblchkeitslehre nicht auskommt. Nach ihm haben MENDEL und andere Erblchkeitsforscher mit ganz oder fast ganz ausdifferenziertem Material experimentiert und sind dann begrifflicherweise zum Gesetz der Beständigkeit der Erbfaktoren gekommen. Allein bei der Verbesserung der Embryonalentwicklung und der Spaltung verschiedener Klassen in eine Anzahl von Arten mussten neue Eigenschaften entstehen. Die unendlichen Variationen der Eigenschaften sind durch Variabilität in der Ontogenese wie in der Phylogenese mit einseitig entwickelten, manifest gewordenen Potenzen viel besser erklärlich, als durch wechselnden Milieueinfluss bei Beständigkeit der Erbfaktoren. Neue Eigenschaften können wohl auch durch äussere Einflüsse entstehen, hauptsächlich aber sind es innere Potenzen, die sie zustande bringen. Diese Potenzen können während längerer Zeit latent bleiben, bis sie manifest werden. Die MÜLLER'schen Gänge z. B. entwickelten sich nach 500 Millionen Jahren zu Tube, Uterus und Vagina. Die Eigenschaften verändern sich unaufhörlich von der Geburt bis zum Tode und zwar mit einer so grossen Regelmässigkeit, dass man daran annähernd das Alter abschätzen kann. Dies gilt nicht nur für die Form und äussere Erscheinung, sondern auch für den Stoffwechsel, die Funktion der verschiedenen Organe und die Reaktion auf verschiedene Reize. Als Beispiel einer erblich festgelegten Formveränderung sieht DE SNOO die Art und Weise an, wie der Schädel des Fötus, der anfänglich rund ist, in den letzten Schwangerschaftsmonaten länglich wird, um nach der Geburt wieder rund zu werden. Das längliche Hinterhaupt ist durch geburtshilfliche Zuchtwahl entstanden, einer möglichst sicheren Geburt zulieb. Ein solcher länglicher Hinterkopf fehlt beim Macacus, weil sein Geburtskanal nicht gebogen, sondern gerade ist und deshalb der Kopf sich nicht zu drehen braucht. Daraus folgt, dass wir die Form des Kopfes nicht ohne weiteres als einen Übergang zu einer definitiven Form ansehen können, sondern als eine besonders stark ausgeprägte Eigenschaft des Kindes zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt seines Lebens.

Mit jedem Merkmal ist auch seine Variabilität erblich im Keimplasma, d. h. in den

Chromosomen, festgelegt. Dies scheint nur möglich, wenn die Gene nicht starr und beständig, sondern beweglich und variabel sind und wenn wir die erblichen Potenzen nicht an bestimmte Stoffteilchen gebunden denken, sondern an bestimmte Beziehungen und Reaktionen zwischen bestimmten Stoffteilchen, die sich nach Ort und Zeit gesetzmässig verändern. Wenn man noch an die Schwingungen der Moleküle, Atome, Elektronen in der Keimzelle und den unendlich mannigfaltigen Wechsel ihrer Beziehungen zueinander denkt, so wird die Unendlichkeit der in der Keimzelle vorhandenen Gene begrifflich, ebenso ihre unbegrenzte Variabilität.

Wenn man also annimmt, dass die Gene nicht starr sind, sondern beweglich, dann liegt darin eine Erklärung für das Entstehen der verschiedenen Arten, weil dann auch die Gameten, wenn sie auch aus ein und derselben Keimzelle entstanden sind, nicht untereinander gleich zu sein brauchen. Wir können uns dann vorstellen, dass auch die Geschlechtszellen, die in einer endlosen Reihe von Generation zu Generation weiter gegeben wurden, in der Phylogenie — wie die Körperzellen in der Ontogenie — allmählich Veränderungen erfahren haben in dem Sinn, dass von verschiedenen Geschlechtszellen nach Reduktionsteilung und Kopulation diejenigen, deren Potenzen am besten mit den Forderungen übereinstimmen, die im Kampf ums Dasein an die sich aus ihnen entwickelnden Individuen gestellt wurden, die beste Gelegenheit hatten, ihrer Keimbahn zu folgen. Wenn wir daher annehmen, dass von Anfang an die Potenzen nicht starr, sondern mehr oder weniger beweglich gewesen sind, dann ist es klar, dass diejenigen, welche die besten Lebensaussichten boten, die meiste Chance hatten, auf die folgende Generation überzugehen. So wird, wissenschaftlich gesehen, die grosse Verschiedenheit der lebenden Geschöpfe erklärt.

Verständlich wird dann auch die Differenzierung der Arten mit Potenzverlust unter Einfluss des «survival of the fittest»; aber nicht ausschliesslich, wie DARWIN will, im Zusammenhang mit den äusseren Umständen, sondern ausserdem und vor allem durch Verbesserung der Embryonalentwicklung, d. h. durch optimale Fortpflanzung.

Unwillkürlich fragt man sich, meint De Snoo, ob die Tierwelt mit all den ausdifferenzierten Arten ihre definitive Form erreicht hat. Eine erheblich höhere Entwicklung ist, wenigstens im morphologischen Sinn, nicht mehr zu erwarten. Wenn unter den Vertebraten noch primitive Formen vorhanden sind, was sich nur zeigen könnte, wenn die Notwendigkeit einer Differenzierung eintreten würde, dann könnten sich noch neue Arten bilden. Neue Arten würden sich auch bilden können, wenn bei solchen primitiven Gruppen aufs neue eine Verbesserung in der Fortpflanzung entstehen würde mit einer Verbesserung der Fortpflanzung des vegetativen Systems. Dann würden die gegenwärtigen Säugtiere, einschliesslich des Menschen, auf die Dauer den kürzeren ziehen. Einen Anhalt, dass solche Gruppen noch bestehen, gibt es nicht.

Können wir auch aus der Variabilität, die an die Beweglichkeit der Atome, Mole-

küle und Elektronen gebunden ist, das Entstehen der Arten verstehen, so bleibt noch die Frage offen, an welche Gesetze die gesetzmässige Bewegung gebunden ist. Dahinter liegt das grosse Rätsel der besondern Relation von Stoff zu Energie, die die dynamische Variabilität bestimmten Gesetzen unterwirft und damit das Leben auf Erden schuf und in all seinen Äusserungen bestimmt. —

Die zahlreichen Illustrationen des Buches sind durchweg anschaulich und instruktiv. Statistische Tabellen, zahlreiche Schemata über Entwicklung einzelner Tiergruppen oder ihrer Geschlechtsorgane, graphische Übersichtsschemata anderer Art erleichtern das Verständnis.

Einzelne Abschnitte sind etwas weitläufig geraten; hin und wieder kommen Wiederholungen vor; gleichwohl ist die Lektüre des Buches immer interessant, häufig recht spannend.

## Mitteilungen

### Das Spektrum des Kometen 1942 g

Von

M. WALDMEIER (Zürich)

(Mit 1 Abbildung im Text)

Von dem in den Monaten Februar und März 1943 besonders günstig zu beobachtenden Kometen 1942 g wurde am 24. Februar ein Spektrum erhalten, das im folgenden bearbeitet wird. Die Exposition dauerte von 19<sup>h</sup>27—21<sup>h</sup>33 MEZ (126 Minuten). Die Aufnahmeapparatur bestand aus einer Kamera von der Öffnung  $f/3.5$  ( $f=5$  cm), der ein geradsichtiges Amicliprisma vorgesetzt war. Diese Prismenkamera war auf den auf dem Astrophysikalischen Observatorium Arosa der Eidgen. Sternwarte aufgestellten Koronographen aufgesetzt und wurde mit dem Sucher dieses Instrumentes nachgeführt. Die Aufnahme erfolgte auf Agfa-Isopan-Ultra-Film. Das Spektrum hat zwischen 3800 und 6500 Å eine Länge von nur 5.4 mm. Abb. 1

zeigt das Mikrophotogramm dieser Aufnahme. Auf diejenigen Variationen, welche mutmasslich nicht durch lokale Kornschwankungen bedingt sind, sondern reelle Intensitätssteigerungen darstellen, ist durch vertikale Linien hingewiesen. Die Registrierkurve wurde durch den Kopf des Kometen gelegt. Tab. 1 enthält Wellenlänge und Identifikation der registrierten Emissionen.

Die intensivste Emissionsgruppe liegt bei 4700 Å und gehört dem  $C_2$  an; sie besteht aus 4—5 eng benachbarter Bandkanten, die aber bei unserer Objektivprismenaufnahme (ohne Spalt) nicht einzeln aufgelöst sind, da sich die monochromatischen Bilder benachbarter Wellenlängen infolge der beträchtlichen Ausdehnung des Kometenkop-