

## ANTHROPOLOGIE.

### Das Gehirn des Plesianthropus Transvaalensis.

Von Robert Exner.

(Aus dem Naturhistorischen Museum in Wien.)

Eines der Kernprobleme der Anthropologie ist die Frage nach der Abstammung des Menschen. Vergleichende morphologische Studien, Entwicklungs- und Deszendenztheorien haben zu dem Schlusse geführt, daß die Entstehung des Menschen, also die „Menschwerdung“, im Rahmen der Herrentiere, die zu den Säugetieren gehören, zu suchen ist. Darüber hinaus steht fest, daß die Entwicklung der verschiedenen Wirbeltierformen großenteils eine Frage der Entwicklung entsprechender Zentralnervensysteme gewesen ist. Die Gruppe der Säugetiere ist hiebei ausgezeichnet durch die sehr starken Tendenzen zur Vergrößerung und Verbesserung des Großhirnmantels und seiner funktionellen Leistungsfähigkeit. Diese hat beim Menschen ihre bisher höchste Vollendung erreicht. Am nächsten stehen in dieser Hinsicht dem Menschen die Menschenaffen und Gibbons. Aber diese Tiere stellen überlebende Spezialtypen einer vergangenen Entwicklungsperiode der Herrentiere dar und sagen als spezialisierte Seitenzweige nicht viel über die Menschwerdung aus. So klar umrissen also heute die Lösung des Problems der Menschwerdung erscheint, so schwierig ist die Lösung selbst. Nur selten gelingt es, handgreifliche Beweise in Form von Überresten dem Erdboden zu entreißen; und wenn ein solcher Fund gelingt, so handelt es sich meist um dürftige Knochenreste, die zugehörigen Gehirne, auf die es ankommt, sind natürlich längst verfault. Der Wissenschaft bleibt dann nur der meist unsichere und dornenvolle Weg übrig, aus der Gestaltung der Extremitäten auf die zentrale motorische Innervation und aus dem Bau der Schädelkapsel auf den Bau ihres Zentralnervensystems zurückzuschließen, als dessen Schutzhülle sie gedient hat. Das ist bis zu einem gewissen Grade möglich, weil die Bautypen der Säugetiergehirne heute in ihren Grundzügen morphologisch und funktionell bekannt sind. Daneben kommen noch eventuelle Artefakte in Frage, also Objekte zweckbedingter Handlungen, die ja vom menschlichen Stirnlappen ihren Ausgang nehmen.

Die folgenden Ausführungen beruhen auf den Beschreibungen einer vorläufigen Originalpublikation von R. Broom, I. T. Robinson und G. W. Sheepers. Sie bedeutet einen großen Schritt weiter auf dem schwierigen Felde, das das Problem der Menschwerdung darstellt. Der Fund wurde in den Felsklüften von Sterkfontein bei Pretoria in

Transvaal gemacht und ist in der Veröffentlichung in glänzender Weise beschrieben, bearbeitet und abgebildet.

Das hier interessierende Material besteht aus den Überresten von 5 Schädeln, von denen allerdings nur ein einziger nahezu vollständig erhalten ist. Von den übrigen sind beträchtliche Anteile verloren, nach einer Vermutung S c h e e p e r s das Werk von Säbelzahntigern. Da nicht bei allen 4 unvollständigen Schädeln die gleichen Teile fehlen, so kann man oft aus dem einen Fundstück das ablesen, was aus dem andern nicht zu ersehen ist. Die 5 Schädel werden mit Plesianthropus I, II, V, VII und VIII bezeichnet. Weitere Funde, die von B r o o m und R o b i n s o n auf S. 13 ihrer Publikation erwähnt werden, sind dermaßen fragmentarisch und defekt, daß mehr als eine trockene morphologische Beschreibung nicht möglich ist.

### Die Kephalisation.

Die Entwicklung im Wirbeltierstamme ist im wesentlichen eine Frage der Gehirnentwicklung gewesen. Je mächtiger dieses Organ geworden ist, umso stärker ist die funktionelle Beeinflussung der einzelnen peripheren Körperzelle geworden. Die steigende Organisation des Zentralnervensystems wurde auf den Gesamtkörper übertragen, machte sich aber auch durch Vergrößerung der Gehirne bemerkbar. Daraus ergibt sich, daß eine ganz allgemein wichtige Relation bei den Wirbeltieren das Verhältnis zwischen Gehirn und Körper, die „Kephalisation“ ist. Man kann dieses Verhältnis ganz grob durch den Bruch Hirngewicht : Körpergewicht ausdrücken. Das ergibt für Plesianthropus etwa 10 Gramm pro Kilogramm Körpergewicht. Wie nichtssagend eine solche Methode für weitgreifende Vergleichszwecke innerhalb der Säugetiere ist, hat sich aber sehr bald herausgestellt. Folgende, einem gedruckten Vortrage von Versluys entnommenen Daten werden das illustrieren: So konnte man feststellen, daß ein Schimpanse auf 1 kg Körpergewicht 16,3 g Hirngewicht hat, ein Orang aber auf 1 kg Körpergewicht nur 5,4 g, also nur ein Drittel davon! Der *Plesianthropus* mit seinen ungefähren 9 g pro kg würde also etwa die Mitte zwischen Schimpanse und Orang halten. Der rezente Mensch steht allerdings sehr hoch mit seiner relativen Hirngröße da; er hat 21 g Hirngewicht auf 1 kg Körpergewicht. Aber ein Kapuzineräffchen von 1290 g Körpergewicht hat 69,5 g Hirngewicht gehabt, also 54 g Hirn auf 1 kg Körpergewicht, 2½mal soviel wie ein Mensch. Ganz schlecht schneidet dabei der Wal ab, er verfügt nur über 0,95 g pro Kilogramm Körpergewicht und ähnlich liegen die Dinge bei einem Flußpferde, es hat nur 0,3315 g pro kg aufgewiesen, obwohl es sich in schlechtem Ernährungszustande befunden haben soll.

Da ein solches Vergleichsverfahren ein rein quantitatives ist, es aber bei der Beurteilung eines Säugergehirnes gerade auf die durch seine Organisationshöhe bedingte qualitative Leistungshöhe ankommt, hat man

nach besseren Formeln für Vergleichszwecke gesucht. Ungleich aufschlußreicher sind da Formeln, die den Umstand berücksichtigen, daß bei steigender Organisationshöhe eines Säugergehirnes die Neuronzahl vermehrt werden muß, einem zentralnervösen Organisationspunkt jedoch bei der Organisationsübertragung auf den Körper eine dreidimensionale Volumeinheit des Körpers entspricht. Eine solche Formel hat S c h e e p e r s seiner Berechnung des Kephalisationskoeffizienten zu Grunde gelegt:

$$\frac{\text{Hirngewicht} \times 1000}{\text{Körpergewicht}}$$

Das Hirngewicht kann man aus der Schädelkapazität berechnen, wenn man bedenkt, daß das durchschnittliche spezifische Gewicht des zentralnervösen Gewebes 1,04 beträgt. Schwieriger ist es mit dem Körpergewicht, wenn man keine vollständigen Skelette hat. Dieses ist jedoch von der Körpergröße abhängig, die bei bekanntem Skelettbau schon aus der Größe gewisser Einzelknochen annähernd errechnet werden kann. Solche *Plesianthropus*-Reste sind gefunden worden, allerdings gehören sie zu anderen Individuen als die Schädel. Auf Grund solcher Berechnungen kommt S c h e e p e r s zu einem Kephalisationskoeffizienten von 10—14. Zum Vergleiche gibt der Autor in seiner Arbeit die gleicherweise berechneten Kephalisationskoeffizienten für die übrigen Australopitheciden mit 12—16, für den Orang mit 3—7, für den Schimpansen mit 6—9 und für den Gorilla mit 2—5 an. Bei den Hominiden findet er für den *Pithecanthropus* 14—16, für den *Sinanthropus* 15—17, für den *Homo neandertalensis* 18—22 und für den *Homo sapiens* 25—50.

Diese der Arbeit S c h e e p e r s entnommene Zusammenstellung läßt erkennen, daß bezüglich der für die Menschwerdung grundlegenden Kephalisation der *Plesianthropus* auf die gleiche Stufe wie der *Pithecanthropus* und der *Sinanthropus* gehört mitsamt den restlichen Australopitheciden und daß ferner ihr Kephalisationskoeffizient im Mittelwert doppelt so groß ist wie der der Simiiden, aber nur halb so groß wie die niedersten Werte der Hominiden der Jetztzeit. Mögen durch neue Funde und genauere morphologische Bearbeitung der Fundstücke noch so viele arteigene und biologisch angepaßte morphologische Einzelheiten an den Tag kommen, die Stellung des *Plesianthropus* innerhalb der Herrentiere liegt damit fest. Das Problem der Menschwerdung ist eben ein vorwiegend hirnpfysiologisches und erst infolge davon auch ein morphologisches.

Die Formel, mit der S c h e e p e r s gearbeitet hat, gibt in Übersichtsform die Stärke der Gesamtkephalisation wieder, die sich wieder aus verschiedenen Faktoren zusammensetzt, wie E c o n o m o, D u b o i s und V e r s l u y s dargetan haben. Daher die schwankenden und notwendigerweise etwas unsicheren Resultate. Jedenfalls schimmert die Tatsache — von D u b o i s entdeckt und bearbeitet — der Organisationsstufen durch jeweilige Verdoppelung der Ganglienzellzahl auch durch S c h e e p e r s

pers Resultate hindurch. Die Begründung dafür hat Dubois seinerzeit gegeben: Es handelt sich um eine Ganglienzellteilung mehr im Embryonalleben! Wozu der neue Ganglienzell-Reichtum in solchem Falle verwendet wird, wird natürlich je nach Wirbeltierform verschieden sein, bei den höheren Säugern, den Großhirnmanteltieren, wird eben der neue Reichtum an Ganglienzellen vorwiegend in den Großhirnmantel gesteckt werden. Arbeiten im Großhirnmantel der Simiiden etwa 3,5 Milliarden Ganglienzellen, beim rezenten Menschen aber 14,0 Milliarden etwa, so ist mit Versluys anzunehmen, daß es bei *Plesianthropus*, *Pithekanthropus* und *Sinanthropus* etwa 7 Milliarden gewesen sind. Offen bleibt hier nur die Frage, ob die Natur den geraden Weg eingeschlagen hat, wie er hier skizziert ist, oder ob sie Umwege gemacht hat und den Ganglienzellüberschuß zuerst nicht voll dem Großhirnmantel zugeführt hat.

Dazu ist zunächst zu sagen, daß natürlich ein großes Tier schon rein vegetativ und dann auch für die Fortbewegung im Raume und für die Körperdecken mehr Innervation braucht als ein kleines derselben Lebensart und daß ferner verschiedene Wirbeltiertypen verschiedene Gehirnteile verschieden stark entwickelt haben. Die angewendete Formel zur Berechnung des Kephalisationskoeffizienten gibt eben nur die Stärke der Kephalisation an, sagt aber nichts darüber aus, wie ein eventuelles Plus im Zentralnervensystem verwendet worden ist. Dazu ist nun Folgendes zu sagen:

1. Bei gleicher Gehirnorganisation wächst nach den Feststellungen von Dubois bei Zunahme der Körpergröße das Hirngewicht um die 0,56-Potenz (Relationsexponent nach Dubois). Es verhalten sich bei verwandten Arten verschiedener Körpergröße die Hirngewichte wie die 0,56ten Potenzen der Körpergewichte. Wenn man also rechnermäßig annimmt, daß *Plesianthropus* ein Hirngewicht von rund 500 Gramm und ein Körpergewicht von angenommen 50 kg gehabt hat, so müßte ein hypothetischer *Plesianthropus* von 100 kg ein Hirngewicht von rund 710 Gramm aufweisen, eine Ziffer, die weit hinter den menschlichen Ziffern zurückbleibt.

2. Ob die Natur Umwege gemacht hat, ist bei der Seltenheit der Funde heute schwer zu sagen, aber das Endresultat ist bekannt: Die Hominiden haben ihren Ganglienzellreichtum zur Vergrößerung und funktionellen Verbesserung des Psychencephalons verwendet (Economo, 1928 und 1929) und da vornehmlich des Großhirnmantels, während der Hirnstamm umgebaut worden und das Zwischenhirn desselben etwas reduziert worden ist (Grünthal, Journal f. Psych. & Neurol., 1935). Damit im Zusammenhange stehen notwendige Umbauten und Zubauten im Mittelhirne und Kleinhirn, die zwar viel geringer als in der Großhirnrinde sind, aber doch meßbare Veränderungen an der Schädelbasis mit sich gebracht haben.

## Das Psychencephalon.

Wie sich aus meinen bisherigen Ausführungen ergibt, ist gerade das Psychencephalon des *Plesianthropus* für uns von großem Interesse. Von grundlegender Bedeutung ist hier der Aufbau des Großhirnmantels. Ob dieser schon menschlich 6-schichtig gewesen, wie hoch sein Grauzellkoeffizient in menschlicher Richtung entwickelt gewesen, können wir nicht mehr konstatieren. Und doch ist der Fund durch seinen relativ guten Erhaltungszustand ein äußerst glücklicher zu nennen, da sich an der Innenfläche der Schädel noch die Eindrücke einzelner Windungen und Blutgefäße erkennen lassen. Scheepers hat in seinen Ausführungen diesen Umstand rastlos morphologisch ausgewertet, mit den entsprechenden Werten der Simiiden, Australopitheciden und Hominiden verglichen und tabellarisch zusammengestellt. Auch einige funktionelle Bemerkungen sind bereits beigelegt. Es ist hier also meine Aufgabe, Scheepers Arbeit fortzuführen und zu ergänzen.

Ganz allgemein ist das *Plesianthropus*-Gehirn klein, kleiner als das menschliche; es hat auch einen kleineren Körper zu versorgen gehabt und steht, wie ich dargetan habe, auf einer niedrigeren Organisationsstufe als das menschliche Gehirn: Während letzteres der Dubois'schen Säugerorganisationsstufe 64 entspricht, muß das *Plesianthropus*-Gehirn der Stufe 32 angehört haben. Trotz dieser Kleinheit ist sein Mantel sehr stark nach menschlicher Art gefurcht. Die Furchung hat allerdings mit der Felderung des Großhirnmantels nichts zu tun, sondern ist eine mechanische Angelegenheit der Oberflächenvergrößerung zwecks Unterbringung möglichst vieler Nervenzellen. Die Organisationshöhe der grauen Säugerhirnrinde steigt mit ihrem Volumen und der Distanz der Ganglienzellen voneinander. Je niedriger die Organisation, desto mehr nimmt die Masse des Rindengrau zugunsten der Zellen ab (Nissl, Käs, Economo). Die gut ausgebildete Furchung — sie hat ja an der Innenwand der Schädel ihre Eindrücke hinterlassen — spricht also für einen guten Zellbestand des Großhirnmantels.

Der Großhirnmantel der Säuger steht bekanntlich in doppelläufiger Verbindung mit dem Stammhirn. Wenn nun aber die Primaten das Zwischenhirn vereinfachen und den Hirnstamm überhaupt wenig weiterentwickeln, dagegen den Großhirnmantel stark vergrößern, muß es nach O. Pötzl zur Entwicklung von verbindungsarmen Assoziationsfeldern des Cortex kommen, die die ursprünglich eng aneinander liegenden fokalen Bezirke auseinanderdrängen. Solche Assoziationsfelder komplizieren die Reaktionsmöglichkeiten ihres Trägers in bedeutendem Ausmaße. Nach der Schädelbasiszeichnung beträgt der Abstand der Pori Acustici beim *Plesianthropus* 41 mm, bei menschlichen Schädeln mittlerer Größe nach Exner und Zlabinger 50—60 mm, die entsprechenden Hypoglossus-Eintrittspunkte sind sogar gleich den kleinsten menschlichen,

sodaß man annehmen kann, daß das verlängerte Mark und das Mittelhirn seit dem *Plesianthropus*-Stadium nur wenig zugenommen haben.

Auffallend ist bei *Plesianthropus* der Stirnlappen des Großhirnmantels entwickelt. Seine Länge reicht an die moderne menschliche heran, der Stirnpol muß nach den Abdrücken eine starke Furchung gehabt haben und außerdem finden sich, wie Scheepers bemerkt, sowohl die obere als auch die mittlere und sogar noch eine untere Stirnwindung deutlich abgezeichnet. Dagegen ist das ganze Stirnhirn schmaler und auch niedriger als ein entsprechendes Buschmanngehirn. Selbstverständlich ist auch die vordere Zentralwindung deutlich nachweisbar.

Stirnpol und vordere Zentralwindung sind exquisite motorische Fokusgebiete. Von ersterer geht die Pyramidenbahn ab, die der blitzschnellen Einleitung willkürlicher Bewegungen dient, aber nur bei den Primaten vollständig durch das ganze Rückenmark durchgebaut ist. Es besteht wohl kein Zweifel, daß dem auch bei *Plesianthropus* so gewesen ist. Eine bis zu den Rückenmarkszentren für die Unteren Extremitäten reichende Pyramidenbahn ist aber eine der Voraussetzungen für den dauernden aufrechten Gang. Dazu stimmt, daß die aufgefundenen Reste des Beckengürtels und eines Femurs nach den Beschreibungen nahezu menschliche Formen aufweisen. Die gute Entwicklung des Stirnpoles hinwiederum weist darauf hin, daß die Fronto-Ponto-Cerebellar-Bahnen einen hohen Entwicklungsstand erreicht haben. Wir wissen aber aus der vergleichenden Anatomie, daß die Vergrößerung der Kleinhirnhemisphären, nicht jedoch des Kleinhirnwurmes, mit dem Ausbau dieser Bahnen in Zusammenhang steht. Dementsprechend ist auch die Kleinhirnbreite des *Plesianthropus* gemessen nach der größten Breite der Hinteren Schädelgrube relativ groß. Absolut genommen ist die Breite nicht größer als das Durchschnittsmaß der heutigen Menschenaffen, in seinem Verhältnis zur Stirnhirnbreite jedoch durchaus menschenähnlich. Wenn nun, wie es den Anschein hat, bei *Plesianthropus* die fokalen motorischen Felder eine gute Ausbildung vermuten lassen, so müssen die Assoziationsfelder des Stirnlappens schwächer ausgebildet gewesen sein als beim Menschen. Das würde bedeuten, daß die Praxis noch nicht auf menschlicher Höhe gestanden ist. Die Leistungsfähigkeit derselben können wir aber nur nach den Überbleibseln ihrer materiellen Erfolge, also Artefakten oder Feuerstellen mit Sicherheit beurteilen. Nichts davon wurde bei den Skelettresten gefunden. Holzwerkzeuge werden natürlich vergehen und steinerne Artefakte, die eventuell zum *Plesianthropus* gehören, sind bestimmt nicht dort anzutreffen, wohin Säbelzahn tiger die Reste ihrer Jagdbeute verschleppt und teilweise mit den Knochen verzehrt haben. Auch die Knochenreste der Begleitfauna sind im gleichen Zustande wie die des *Plesianthropus*. Daraus gleich eine „Kainstat“ zu konstruieren und an regelrechten Menschenfraß zu denken, halte ich noch für verfrüht.

Eigenartig ist am Stirnlappen noch die von *Scheepers* ganz richtig hervorgehobene Tatsache der Existenz einer voll ausgebildeten 3. = Unteren Stirnwindung. Diese fehlt bei den heutigen Menschenaffen mit Ausnahme einer Andeutung bei jungen Orangs, die aber später meist in die mittlere Stirnwindung einbezogen wird. Die Windung ist deswegen bedeutungsvoll, weil beim Menschen ihr Fuß mit einer Rinde überzogen ist, die als motorisches Sprachzentrum fungiert. *Scheepers* nimmt das Vorhandensein eines solchen an. Aber wissen wir, ob die betreffende Rindenstelle bereits soweit differenziert gewesen ist, um indirekte Ausdrucksweisen wie die dramatische und epische es sind, zu ermöglichen? Außerdem ist die Sprachfunktion stark von der Entwicklung der Heschlwindung des Lobus temporalis abhängig. Leider liegt aber diese Heschlwindung stets so, daß sie keinen Abdruck an der Innenfläche der Schädelkapsel hinterlassen kann. Allgemeine und direkte Ausdrucksweisen muß der *Plesianthropus* als Wirbeltier wohl gehabt haben, es ist auch anzunehmen, daß sie bereits unter der Leitung der 3. Stirnwindung gestanden sind, wieweit aber dramatische, epische oder gar anaphoretische Ausdrucksweisen möglich gewesen sind, läßt sich nicht mehr erschließen. Letztere setzen überhaupt sehr leistungsfähige Großhirnmäntel voraus und werden auch heute noch in manchen Sprachen möglichst vermieden, wie *Bühler* dargetan hat. Jedenfalls fehlt am Unterkiefer noch das Kinn!

Können wir also über eine Heschlwindung nichts mehr aussagen, so weist doch der Abdruck des Lobus temporalis ganz deutlich eine obere, mittlere und untere Schläfenwindung auf, ist also gut in menschlicher Richtung entwickelt. Die Abdrücke sind besonders gut bei *Plesianthropus* VII und dem dolichocephaleren *Plesianthropus* VIII ausgebildet. Es ist mit *Scheepers* zu bedauern, daß gerade diese beiden Schädel so schwer beschädigt sind. *Plesianthropus* V zeigt die Andeutung eines Planum temporale, die ich bei den anderen Abbildungen der Schädel VII und -VIII auch erkennen kann. Die Stelle ist wichtig für die grammatischen Sprachfunktionen. Eine gute Ausbildung des Temporallappens bringt auch eine stärkere Entwicklung der Temporo-Ponto-Cerebellar-Bahnen und damit wieder eine Vergrößerung der Hemisphären des Kleinhirns mit sich. Die Funktionen dieser Bahnen liegen auf dem Gebiete der zerebellaren Muskeltonusregulationen, die beim Menschen wichtige Verstärkerleistungen an den Extremitäten zu vollbringen haben.

Die relative Vergrößerung des Parietallappens bringt es mit sich, daß die beim niedriger organisierten Affen zur Hirnbasis senkrecht stehende Sylvische Furche in ihrer Begrenzung durch den Parietallappen und sich vergrößernden Frontallappen aus ihrem senkrechten Verlaufe nach rückwärts abgedrängt wird und einen mehr wagrechten annimmt. Auch hierin nähert sich der *Plesianthropus* den menschlichen Verhältnissen. Doch ist dieser sogenannte Sylvische Winkel insofern indivi-

duellen Schwankungen unterworfen, als für seine Größe auch die jeweilige Länge seiner Begrenzung durch den Temporallappen maßgebend ist. Schlecht ausgebildet erscheinen die unteren Teile des Parietallappens zu sein, der Gyrus supramarginalis und der G. angularis, also Gegenden, die für das Lesen und Schreiben eine Rolle spielen. Dagegen ist der Sulcus interparietalis sehr deutlich nachweisbar, aber die für die Affen charakteristische Fortsetzung, der tief einschneidende Sulcus lunatus in Rückbildung. Gerade Letzteres spricht wieder für Annäherungstendenzen an menschliche Verhältnisse: Man kann es auffassen als den Ansatz zu einem Ausbau der okzipitalen und parieto-okzipitalen Felder des Großhirnmantels. Wohin diese Entwicklung gezielt hat, nämlich relative Verkleinerung der fokalen optischen Felder und funktionelle Zentrierung auf die Makulaprojektion, sowie Verbreiterung der auswertenden Felder, ist heute bekannt, wie weit *Plesianthropus* darin gekommen, werden wir nicht erfahren.

Zusammenfassend läßt sich also von Brooms glücklichem Funde und nach Scheepers eingehender Bearbeitung sagen, daß im Gehirn des *Plesianthropus* ein Primatengehirn vorliegt, das zwar um eine Dubois'sche Organisationsstufe tiefer steht als das menschliche, aber alle Ansätze zu spezifisch menschlicher Gehirnentwicklung zeigt.