

Bonn. zool. Beitr.	Bd. 44	H. 1—2	S. 69—122	Bonn, August 1993
--------------------	--------	--------	-----------	-------------------

## Die Häufigkeitsverteilung einiger Schädelbasisvarianten im Primatenstamm

Ulrich Demmel & Rolf Ortman

**Abstract.** The development of the „Trigeminus-Brücke“ (that means the osseous bridging the trigeminal root) is essentially confined to Strepsirhini and Cebidae. It is closely related to the ossified tentorium cerebelli and develops in more primitive forms earlier during ontogenesis. The „Abducens-bridging“, also earlier developed in primitive forms, is, beginning with Lorisiformes, the most equally distributed variation among primates. In cases where the trigeminus- and abducensbridging occur together in one species, the abducensbridging is more frequent, usually also more completely developed and appears earlier in ontogenetic stages. With exception of *Daubentonia* „Taeniae interclinoideae“ are frequently developed only in Cebidae and Catarrhini. A highly variable frequency is characteristic among genera, species, and concerning Man, also between different races. There exist close positive relations with regard to prebasal angles, the occipital region („Anstellwinkel“ of the occiput) and the condylon-index. The lack of taeniae in primitive forms, the quite rare perinatal development and the late postnatal appearance in all higher evolved forms is contradictory to a relation to residual parts of the primary skull basis. The idea, that cartilagineous taeniae develop regularly in the human embryo, cannot be maintained. The frequencies of the bridging-forms in the pterygoideal region, the Civini-bridgings (or Pterygospinosus-bridging) and the Hyrtl-bridgings (Foramen crotaphiticobuccinatorium or pterygo-basal-bridging) generally coincide with grand systematic groups (Cercopithecoidea: almost exclusively Hyrtl-bridgings; Lemuridae, Indriidae, *Tarsius* and Ponginae: only Civini-bridgings; Callitrichidae: no bridgings). Within the groups the bridgings do not correlate to the grade of the taxonomic relationship. The relation of metric measurements to the frequencies of the pterygoideal bridgings in Man, as has been reported to date, cannot be transferred to monkeys. The pterygoideal bridgings appear in Man and the most Catarrhini, contrasting from Lemuriformes, during late adolescence. In Cercopithecoidea, where Hyrtl-bridgings occur more frequently, their ontogenetic development seems to be put back to the time of second dentition. There is no evidence of a correlation between frequency of osseous bridgings and the masticatory apparatus or sex. In order to trace back both bridging structures to the phylogenetic roots of primates or to insectivores, Civini-bridgings exist already in palaeontologic material of Omomyidae; the Hyrtl-bridging is just developed in insectivores (*Elephantulus* and *Tenrec*) and also in Tupaiidae (*Tana*). As well known, Cartilaginea supracochleares (corresponding Ossicula suprapetrosa after ossification) only occur in Man. By definition they are localized basally to the trigeminus-ganglion. They always show a close neighbourhood to the border between his maxillar and mandibular part. The cartilagineous structures are found prenatally in 40—50 % of the specimens, beginning with the stage of 30 mm SSL. After ossification in perinatal time their relicts, such as ossicula suprapetrosa, are reduced to 17 % in adults.

**Key words.** Primates, skull, basis variations, frequencies of osseous bridgings, Cartilaginea supracochleares, correlations.

### Inhalt

Einleitung .....	70
Material und Methode .....	71
Befunde .....	75
1 Trigeminusbrücken .....	75
2 Abducensbrücken .....	87
3 Ventrale Tentoriumverknöcherung .....	87
4 Taeniae interclinoideae .....	87
5 Brückenbildung in der Pterygoidealregion .....	90
6 Cartilagine supracochleares bzw. Ossicula suprapetrosa .....	93
Diskussion .....	95
1—3 Trigeminus- u. Abducensbrücken sowie Tentoriumverknöcherung .....	95
4 Taeniae interclinoideae, ihre Korrelationen und ihre Entwicklung .....	101
5 Die Brücken der Pterygoidealregion im Verhältnis zum System .....	109
6 Die Cartilagine supracochleares bzw. Ossicula suprapetrosa .....	112
Zusammenfassung .....	115
Literaturverzeichnis .....	116

### Einleitung

Die in den Befundkapiteln des Inhaltsverzeichnisses genannten Varianten der Schädelbasis sind beim Menschen seit langem gut bekannt, im größeren Primatenrahmen aber nicht systematisch untersucht. Ihre Deutung ist bis heute teils umstritten, teils als ungeklärt beiseite gelegt und vergessen. Ihre Einordnungskategorien reichten bisher von „Resten eines primären Schädelbodens“, Merkmalen eines Primitivverhaltens (Theriomorphie) bis zur rein zufälligen Variantenbildung oder „Verkalkung“.

Die Hoffnung, biomechanische Analysen heranzuziehen, wird noch einige Geduld erfordern, ist doch gerade am Schädel wegen der vielfältigen und einander beeinflussenden, dreidimensionalen Gestaltungsfaktoren eine biomechanische Aufklärung besonders schwierig. Spannungsoptische Untersuchungen an Schädelmodellen, deren Vergleichbarkeit mit dem Original nur mehr *cum grano salis* möglich ist (Schädelmodell unter Weglassung des Gesichtsschädels, Demes 1985, oder unilaterales Rahmenmodell, Matthies 1987), lassen überzeugende Ergebnisse in absehbarer Zeit noch nicht erwarten.

Zur Nomenklatur oben genannter Varianten ist zu ergänzen, daß die Benennung der beiden verknöcherten Bänder nach ihren Erstautoren, des Lig. pterygo-spinosum als Civinibrücke und des Lig. crotaphitico-buccinatorium als Hyrtlbrücke erfolgt (Civini 1836, Hyrtl 1862). Die Hyrtsche Brücke wird auch als „pterygo-basal-bridging“ bezeichnet (Corruccini 1976).

Vorliegende Untersuchungen stellen die Frage, ob die Deutung dieser Varianten in evolutionsgeschichtlicher, ontogenetischer oder funktioneller Hinsicht nach derzeitigem Stand der Befunde besser als bisher begründet werden kann, bzw. zu verändern ist, liegen doch die jüngsten Bearbeitungen (Hochstetter 1940, 1942, Platzer 1957, Neiss 1961, Lang 1977) schon einige Zeit zurück.

Für den Versuch einer Neuordnung dieser Erscheinungen ist die Spezies *Homo* schon allein wegen der dort relativen Seltenheit der Strukturen wenig aussichtsreich, da ein sehr großes Untersuchungsgut notwendig wäre (siehe Hovelaque & Virenque 1913 oder Chouké 1946, 1947). Wenn man von Primaten ausgeht, gewinnt die Spezies Mensch eine gewisse Kontraststellung.

Es wird hier versucht, die Befundbasis der Strukturen dadurch zu erweitern, daß neben ihrer morphologischen Systematik ihr statistisches Verhalten, die Ontogenese und die Verwandtschaftsverhältnisse der verschiedenen Primatenspezies berücksichtigt werden. Wenige Seitenblicke auf die Verhältnisse bei Insektivoren und Tupaiidae mögen hilfreich sein, können aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

Die bisher unsichere Deutung resultiert aus verschiedenen Ursachen. Eine besondere Rolle spielt der Mangel an ausreichendem Untersuchungsgut mit vielen Individuen verschiedenen Alters. Selbst beim Menschen fehlen oft Befunde beim Neonaten und im Kindesalter. Die vergleichenden Angaben ermangeln neben einer ausreichenden Individuenzahl (man denke an die große Streubreite der Schädelmaße, siehe Frick 1960, Pawlik 1967, Angst 1967 u. a.), der Breitenausdehnung auf möglichst viele Arten unter Berücksichtigung deren taxonomischer Stellung, sowie ontogenetischer Befunde. Auch vorliegendes Material mit über 1200 Primatenschädeln läßt nicht überall eine befriedigende Aussage über die Häufigkeit der Erscheinungen zu. Neben der baren Feststellung der Häufigkeiten unter Berücksichtigung individueller Streubreiten wurde versucht, Korrelationen aufzuzeigen, einmal zwischen den hier abgehandelten Befundgruppen untereinander, dann aber auch zu anderen Meßserien und zwischen diesen untereinander. Letztere mußten zu solchem Zweck erweitert werden oder erzwangen eine gezielte Erweiterung des eigenen Materials. Der Erfolg der Ergänzung fremder Meßwerte kann begrenzt sein, da bei allem Bemühen um die gleichen Meßpunkte oder vergleichbares Material Abweichungen fast unvermeidbar sind.

Die Erfassung vieler Befunde ist hier dadurch erschwert, daß sie nicht in einer Ja-Nein-Entscheidung zu charakterisieren sind, sondern sich nur aufgrund einer Reihe mehr oder weniger kompletter Bildungen eine unterschiedlich starke Bildungstendenz erschließen läßt. Wo die Heranziehung von Feuchtmaterial unumgänglich ist, stehen nur ganz wenige Sammlungen kompetent zur Verfügung.

Alle abgehandelten Erscheinungen gehören zu den nichtmetrischen Varianten des Schädels. Jeder Versuch ihrer Deutung wird die bisher spärlichen Befunde über ihre Korrelation zu metrischen Daten (Jewett 1920, Platzer 1957, Corruccini 1974, 1976) nachprüfen und, wenn möglich, erweitern müssen.

### Material und Methode

Den Befunden liegen Schädeluntersuchungen an 1220 Primaten zugrunde, darunter:

Anzahl n''	Gruppe	Genera	Spezies
140	Strepsirrhini	14	24
4	<i>Tarsius</i>	1	1
125	Cebidae	11	24
23	Callitrichidae	2	12
245	Cercopithecinae	6	23
134	Colobinae	5	16
63	Hylobatidae	2	4
486	Ponginae	3	6
1 220		44	110

an menschlichem Untersuchungsgut:

- 238 menschliche Schädel unbekannter Herkunft, aber offenbar eurasischen Charakters aus der Anatomie Köln und
- 264 Schädel aus der Institutsammlung der Anatomie Bonn.
- 550 Schädel der ehemals Eckerschen Sammlung im Anatomischen Institut Freiburg/Br. wurden zur Prüfung von Spezialfragen herangezogen.

---

1 052

Hinsichtlich der Ossicula suprapetrosa wurden

- 154 Präpariersaalobjekte und
- 20 Schädel von Neugeborenen untersucht sowie
- 25 Schnittserien menschlicher Embryonen und Feten im Alter zwischen der 9. und 18. Woche,

dazu Feuchtmaterial:

- 1 *Lemur mongoz*, ad.
- 1 *Hapalemur griseus*, ad.
- 1 *Pithecia monachus*, ad.
- 1 *Pithecia pithecia*, ad.
- 1 *Papio hamadryas*, ad.
- 1 *Pygatrix nemaesus*, ad.
- 1 *Nasalis larvatus*, ad.
- 1 *Pan troglodytes*, ad.
- 1 Orang, ad.
- 3 Orang, neugeboren.

---

12

Dem Naturhistorischen Museum in Leiden, dem Institut für Taxonomie in Amsterdam, dem Museum van Midden-Africa in Tervuren, dem Museum Koenig in Bonn, sowie den Anatomischen Instituten in Bonn und Freiburg sei an dieser Stelle herzlich gedankt für ihr Entgegenkommen, die Untersuchungen auf die dort liegenden Bestände ausdehnen zu dürfen.

Am mazerierten Schädelmaterial mußten sich die Untersuchungen auf die geschlossene Schädelkapsel beschränken, da aufgesägte Schädel, jedenfalls für eine statistische Betrachtung, nicht zur Verfügung stehen. Für die Trigeminus- und Abducensbrücken, sowie für die Taeniae interclinoideae haben wir uns mit Spiegeluntersuchungen vom Foramen occipitale magnum aus geholfen. Der Weg ist auch für kleine Primatenformen gangbar, aber für eine Erfassung des Foramen carotico-clinoideum nicht brauchbar. Die Benutzung standardisierter Röntgenaufnahmen ist bei einem so großen Material weder praktisch durchführbar noch zu finanzieren.

Da alle untersuchten Erscheinungen außerhalb der Medianen liegen (Tab. 1 a—e) und beim Einzelindividuum sehr oft nach Körperseiten differieren, werden hier die Zahlenangaben nach Körperseiten (= n) gerechnet. Für die verschiedenen Varianten kann die Zahl n beim gleichen Schädel unterschiedlich sein, da die eine oder andere Region nicht optimal erhalten ist.

Als n' werden Meßserien an Spezies bezeichnet, die in die Korrelationsrechnung eingehen; als n'' werden die Zahlen der untersuchten Individuen geführt.

Soweit es das Material erlaubt, werden Befunde an Jugendlichen (Milchgebiß und Zahnwechsel), Subadulten (Reste des Zahnwechsels an den hinteren Molaren) getrennt von solchen der adulten Individuen wiedergegeben, um Einblick in die postnatale Entwicklung der Erscheinungen zu gewinnen. Bei Trigeminus- und Abducensbrücken werden jeweils zwei Ausbildungsgrade in zwei Spalten getrennt registriert: vollständige oder mit enger Naht ausgestattete Brücken sowie solche, die wenigstens zu  $\frac{2}{3}$  geschlossen erscheinen. Anlagen geringeren Grades wurden zwar notiert, blieben aber im Text unberücksichtigt. In ähnlicher Weise zeigen zwei Spalten vollständige Taeniae interclinoideae und solche, die wenigstens zur Hälfte knöchern ausgebildet sind.

Allein auf Strepsirhini erstrecken sich Angaben über einen „doppelten Boden“ der mittleren Schädelgrube. Dabei sind caudale Teile des Trigeminusganglions von einer von lateral hereinragenden Knochenlamelle mehr oder weniger überdeckt. Die Überdeckung kann so weit nach

vorn ausgedehnt sein, daß noch der Maxillarisanteil bis zum Eintritt in das Foramen rotundum in einem tiefen Graben verläuft.

Das Auftreten von Trigeminusbrücken wird verständlicher, wenn auch Angaben über ventrale Verknöcherungen des Tentoriums vorliegen.

Für die Charakterisierung der oft im Zusammenhang mit dem primären Schädelboden genannten Cartilagine supracochleares, bzw. Ossicula suprapetrosa wird in Tab. 6 als Ergänzung zu Hochstetter (1940) ein Überblick über ihr Verhalten bei Embryonen nach 25 eigenen Schnittserien sowie nach makroskopischen Befunden bei 20 Neonaten und 154 Adulten (Feuchtpräparate) gegeben.

Die Angaben von Corruccini (1976) über die Beziehung der Hyrtl'schen Brücke („Pterygobasal-bridge“) zur Basion-Nasion-Länge bzw. Jochbogenbreite werden am vorliegenden Material (einschließlich des dort nicht beachteten Jochbogenquerschnittes) nachgerechnet.

Insbesondere bei *Taeniae interclinoideae* führte der Versuch, die große Zahl von Einzelbefunden durchschaubarer zu machen und in fremde Befundgruppen einzuordnen, zur Aufstellung einer Korrelationstabelle mit Werten der genannten Varianten und anderer Meßserien (Tab. 11 a und b). Als aussichtsreiche und nicht zu den Thema-Variationen gehörige Größen erwiesen sich:

1. Der Condylion-Index nach Schultz (1955)

$$\frac{\text{Nasion} - \text{Condylion}}{\text{Nasion} - \text{Opisthion}} \times 100$$

(dabei sind alle Werte auf die Ebene Nasion — Basion projiziert!)

2. Der Winkel  $\lambda$  der Abb. 1, der die Abweichung der Occipitalfläche von der Nasion-Basion-Fläche in der Medianen erfaßt und hier „Anstellwinkel“ genannt wird.
3. Die beiden Praebasialen Winkel Pb1 und Pb2, zwischen der Gaumenebene und der Innen- bzw. Außenseite des Clivus.
4. Der Winkel  $\epsilon$  nach Angst (1967) zwischen den beiden Clivusflächen.
5. Der Sphenobasal- oder Prae-selläre Winkel.

Den Weg zur graphischen Festlegung der bestimmenden Elemente zeigt die Abb. 1. Unter der Strecke Basion—Nasion lassen sich durch die am Schädel abgegriffenen Seitenlängen von drei Dreiecken die Punkte Pr (Prosthion), St (Staphylion) und HO (Hormion) in der Medianenebene rekonstruieren. Die Linie Pr—St entspricht dem Gaumendach, bzw. dem Nasenboden. Die Strecke Ho—Ba stellt die Clivus-Außenseite dar. Die Markierung eines möglichst hochgelegenen, medianen Punktes px auf der Clivusinnenseite vom Foramen occipitale magnum aus und die Bestimmung seiner Abstände zu Basion und Hormion mit Spezialzirkeln läßt ein Dreieck bilden, dessen Seite px—Basion der Clivusinnenseite entspricht. Das zur Kreuzung mit der Clivusinnen-, bzw. -außenseite verlängerte Gaumendach ergibt die Winkel Pb1 und Pb2.

Das Dreieck Nasion—Opisthion—Condylion (auf die Mediane projiziert) läßt den „Anstellwinkel  $\lambda$ “ bestimmen. Nur für den Sphenobasalwinkel haben wir keinen Rekonstruktionsweg am nicht aufgesägten Schädel gefunden und sind dabei auf fremde Werteangaben angewiesen. Alle anderen Maße sind am geschlossenen Schädel, teils vom Foramen occipitale magnum aus, erreichbar.

So ließ sich — getrennt für Hylobatidae und Hominoidea und (soweit erreichbar) für alle Simiae — eine Korrelationstabelle mit neun Maßserien zusammenstellen. Dabei beschränken sich alle Korrelationsrechnungen auf adulte Individuen. Die Herkunft fremder Meßwerte ist bei allen Korrelationstabellen hinter der Ziffer für n nach folgender Kürzelliste angegeben:

o	eigene Messungen	f	Fennart & Debloch 1973
a	Angst 1967	fr	Frick 1960
b	Biegert 1957	p	Pawlik 1967
bs	Bibus 1967	s	Schultz 1955
d	Dmoch 1975/76	vo	Vogel 1966.

Der Korrelationskoeffizient  $r$  wird mit dem Hewlett Packard Rechner HP-11c ermittelt und zur Ablesung des Vertrauensbereiches Hb nach David (1938) aus Sachs (1978: 328) benutzt.

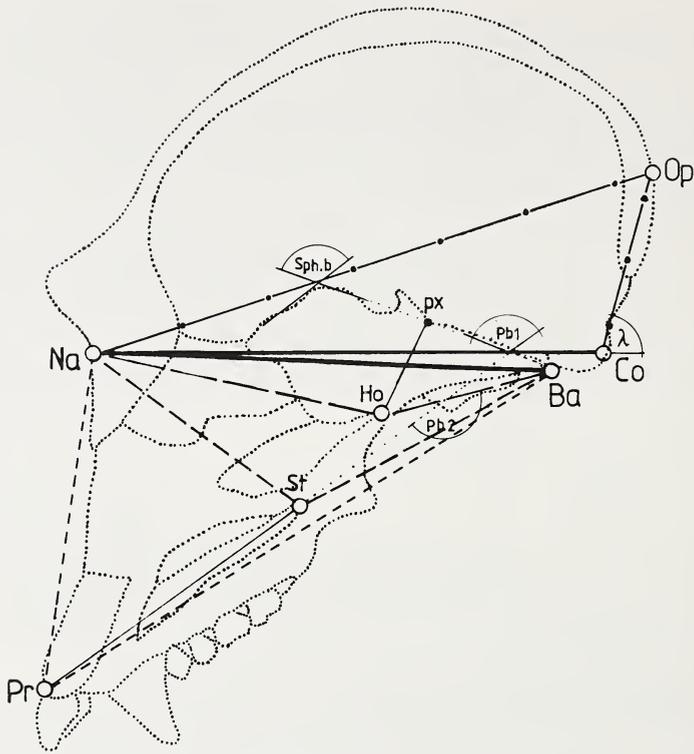


Abb. 1: Geometrische Bestimmungswege am nicht aufgesägten Schädel für die nachstehend behandelten Größen:

a) Anstellwinkel: aus dem Dreieck Nasion (Na)-Opisthion (Op)-Condylion (Co), wobei die Strecke Nasion-Condylion auf die Medianebene projiziert ist.

b) Der Praebasiale Winkel (Pb2) d. h. der Winkel zwischen der rückwärtigen Verlängerung der Strecke Prosthion (Pr)-Staphylion (St), die der Gaumenebene entspricht, und der Strecke Hormion (Ho)-Basion (Ba), die der ventralen Cliviusoberfläche entspricht, kann geometrisch unschwer aus den Dreiecken Basion-Nasion-Prosthion, Basion-Staphylion-Nasion, sowie Nasion-Hormion-Basion konstruiert werden.

c) Der Praebasiale Winkel (Pb1), d. h. der Winkel zwischen der rückwärtigen Verlängerung Prosthion-Staphylion (Gaumenebene) und der inneren Clivius tangente wird graphisch konstruiert über das Dreieck Basion, Hormion und einen Punkt px, der vom Foramen occipitale magnum aus möglichst hoch an der Mittellinie der Cliviusinnenfläche markiert wird und durch seine Abstände zum Basion und Hormion mit Spezialzirkeln festgelegt wird.

Der eingetragene Sphenobasalwinkel (Sph.b) ist am unaufgesägten Schädel nicht ohne weiteres bestimmbar und wird hier nur zur Erinnerung für den Einbau von Werten aus der Literatur verzeichnet. Der der Zeichnung zugrundeliegende Sagittalschnitt durch einen Schimpansen-schädel stammt aus Angst (1967).

Hinsichtlich der Nomenklatur und des Systems folgen wir im wesentlichen dem Handbuchartikel von Fiedler (1956). Die in den Tabellen angegebenen Namen folgen den Angaben in der Literatur und in den Sammlungen. Jüngere Änderungen der Nomenklatur wurden im Text dankenswerterweise durch Herrn Dr. Peters (Museum Koenig) auf letzten Stand gebracht.

### Befunde

Die Tabellen 1a–e und die Abb. 2 geben eine Übersicht über die zu den genannten Varianten erhobenen Befunde. Die Tabellen bieten mehr an Einzelbefunden (Individuenzahl, Altersunterschiede, Vollständigkeit der Anlagen und materialbedingte Auswertungsbeschränkung) und büßen daher an Übersichtlichkeit ein.

Die Abb. 2 versucht, die Tendenz zur Entwicklung von Varianten über einheitliche Vergleichswerte für den ganzen Primatenstamm hinsichtlich der Häufigkeiten und ihrer Beziehung zum System auf einen Blick überschaubar zu machen. Auf die Werte jugendlicher Individuen wird hier verzichtet. Um auch stärkere Teilanlagen ( $\frac{2}{3}$ -Schluß bei Trigeminus- und Abducensbrücken,  $\frac{1}{2}$ -Schluß der Taeniae clinoidae) zu berücksichtigen, wird dem Häufigkeitsprozentsatz der vollständigen Anlagen noch die Häufigkeit der Teilanlagen in halber Höhe hinzuaddiert (so auch in den Tab. 2 und in den Korrelationstabellen).

#### 1 Trigeminusbrücken

Die Tendenz zur Brückenbildung über die Wurzel des N. trigeminus und über den N. abducens ist trotz engster Nachbarschaft häufig nicht konform.

Trigeminusbrücken bei Prosimia und Cebidae zeigen sich mit starker Verbreitung und mehrheitlich in vollständiger Form (Tab. 1a und 1b). Die Verhältnisse bei Halbaffen schließen sich an die bei Tupaiidae an, mit dem Unterschied, daß bei Lemuridae und Indriidae das Auftreten von Trigeminusbrücken fast vollständig unabhängig von evtl. vorhandenen Abducensbrücken ist, während bei Tupaia wie bei Lorisiformes und Cebidae Trigeminus- und Abducensbrücken weitgehend kombiniert erscheinen.

Bei Lemuren sind im Zusammenhang mit der Trigeminusbrücke zwei Verknöcherungserscheinungen besonders zu beachten: Einerseits eine Verknöcherung des ventralen Tentoriums und andererseits eine spezielle Form des Foramen ovale und seiner Nachbarschaft (Abb. 3).

Zur ersterwähnten Erscheinung drängt sich bei Lemuriformes der Eindruck eines Zusammenhanges einer Tentoriumverknöcherung und der Trigeminusbrücke sehr intensiv auf. Bei vielen Objekten geht die Verknöcherung von lateral unmittelbar in die Brückenanlage über oder ragt als Zipfel weit über die Trigeminuswurzel nach medial hinweg. Bei Galagidae ist dagegen die Tentoriumverknöcherung vergleichsweise schwächer, trotzdem findet sich aber die Trigeminusbrücke sehr häufig. Unter den Platyrrhini ist die Tentoriumverknöcherung nur bei Cebidae öfters zu sehen. Callitrichidae und Catarrhini zeigen seltene und kleine Tentorium-Ossifikationen.

Im zweiten Fall findet sich unter Primaten ausschließlich bei Lemuren eine besondere Verknöcherungserscheinung in unmittelbarer Nachbarschaft des Foramen ovale. Der dritte Trigeminusast verläßt nach dem Durchtritt unter der Trigeminusbrücke die mittlere Schädelgrube in so schräg nach lateral-basal verlaufendem Kanal, daß der Eindruck einer Art „doppelten Bodens“ an dieser Stelle entsteht (Abb. 3). Es sieht

Tabelle 1a: Übersicht über die Häufigkeit der Varianten im Gesamtmateriale. Bezüglich der Einzelheiten siehe Kapitel „Material und Methode“ sowie ersten Abschnitt im Kapitel „Befunde“.

Strepsirrhini Lemuroidea	n''	Trigem. br		Abduc. br		Dopp. Bod.		Vent. Tent.		Civin.		Pteryg. Hyrtl	
		○+○ %	○+○ n''	≧2/3 %	≧2/3 n''	○+○ %	○+○ n''	%	n''	%	n''	%	n''
Lemuridae													
Lemur catta	2	—	4	—	4	—	4	100	2	—	2	50	4
Lemur catta	ad 10	45	20	10	20	—	20	100	18	33	18	50	18
Lemur variegatus	ad 9,5	31	19	21	19	—	19	100	14	—	19	100	19
Lemur macaco	ad 7	29	14	14	14	—	14	100	10	25	12	86	14
Lemur fulvus	sbad 1	—	2	50	2	100	2	?	?	?	?	100	2
Lemur fulvus	ad 1	100	2	—	2	—	2	?	?	?	?	50	2
Lemur mongoz	ad 1	100	2	—	2	—	2	100	2	100	2	100	2
Lemur rubiventer	juv 1	100	2	—	2	—	2	100	2	?	?	100	2
Hapalemur griseus	sbad 1	100	2	—	2	—	2	100	2	100	2	100	2
Hapalemur griseus	ad 8	46	15	26	15	—	15	100	10	40	10	50	16
Lepilemur mustelinus	ad 5	—	10	20	10	—	10	100	10	40	10	90	10
Cheirogaleus milli	ad 4	—	8	25	8	—	8	100	8	—	8	100	8
Phaner furciter	ad 1	—	2	50	2	—	2	100	2	50	2	100	2
Indridae													
Propithecus diadema	ad 3	100	3	—	3	—	3	—	6	50	4	100	6
Propithecus verreauxi	ad 2	60	3	—	4	—	4	50	4	—	4	100	2
Indri	ad 2	100	4	—	4	—	4	—	4	100	4	100	4
Daubentonia	juv 2	25	4	25	4	—	4	?	?	100	4	100	4
Daubentonia	ad 4	—	8	—	8	—	8	25	4	62	8	100	8
Lorisoidea													
Lorisidae													
Loris tardigradus	ad 4	42	7	—	7	—	7	?	?	?	?	8	6
Nycticebus	ad 5	60	10	20	10	—	8	?	?	12	8	8	20
Arctocebus	ad 1	100	2	—	2	—	2	?	?	?	?	2	—
Perodicticus potto	ad 12	8	24	1	24	17	24	?	?	?	?	24	33
Galagidae													
Galago alleni	ad 3	100	6	—	6	—	6	?	?	?	?	6	33
Galago senegalensis	ad 9	94	18	—	18	—	15	?	?	?	?	18	33
Galago crassicaudatus	ad 18	94	36	—	36	6	34	?	?	?	?	34	24
(Taenien 12%, n = 24)													
Galagoides demidovii	ad 16	87	31	9	31	7	28	?	?	?	?	30	—
Galago elegantulus	ad 2	50	4	—	4	—	4	?	?	?	?	?	?
Galago inustus	ad 5	100	9	—	9	?	?	?	?	?	?	50	8
Haplorhini: Tarsiiformes													
Tarsiidae													
Tarsius	ad 4	—	8	—	8	—	8	—	8	100	8	100	8

Schädelbasisvarianten im Primatenstamm

Tabelle 1b: (Fortsetzung von 1a).

Haplorhini Platyrrhini	n**	O+U %	Trigem. br ≤ 2/3 n**	Abduc. br ≤ 2/3 %	V. Ten %	O+U %	Taan. n**	U %	Civivn. n**	Pteryg. %	Hyrtl n**
<b>Cebidae</b>											
<i>Aotes trivirgatus</i>	ad	3	33	6	6	—	4	—	4	—	4
<i>Callitrochus cupreus</i>	ad	1	—	2	2	100	2	—	2	—	2
<i>Callitrochus torquatus</i>	ad	2	100	1	1	100	2	—	2	—	2
<i>Pithecia sp.</i>	ad	2	30	3	?	50	4	—	—	—	—
<i>Pithecia monacha</i>	ad	4	33	3	5	87	4	—	4	—	4
<i>Pithecia pithecia</i>	ad	6	—	9	8	12	8	—	4	—	6
<i>Chiropotes satanas</i>	ad	6	50	12	83	12	11	—	8	—	8
<i>Chiropotes albinasa</i>	ad	2	—	4	?	100	4	—	4	—	4
<i>Chiropotes chirotopi</i>	ad	3	60	6	40	5	100	—	6	—	6
<i>Cacaño calvus</i>	ad	2	—	4	?	50	4	—	4	—	4
<i>Cacaño melanocephalus</i>	ad	1	—	2	2	100	2	—	2	—	2
<i>Alouatta sp.</i>	ad	4	25	8	8	25	8	—	8	—	8
<i>Alouatta belzebul</i>	ad	2	50	4	?	?	4	—	4	—	4
<i>Alouatta seniculus</i>	ad	2	—	2	?	?	2	—	2	—	2
<i>Alouatta seniculus</i>	sbad	12	41	24	33	24	22	—	24	—	24
<i>Alouatta fusca</i>	ad	2	100	2	—	—	1	—	1	—	1
<i>Alouatta palliata</i>	ad	2	—	2	?	?	2	—	2	—	2
<i>Alouatta palliata</i>	ad	5	66	3	33	3	33	—	10	—	10
<i>Alouatta villosa</i>	ad	3	—	6	66	6	6	—	6	—	6
<i>Saimiri sciureus</i>	ad	1	—	2	50	2	100	—	2	—	2
<i>Saimiri sciureus</i>	ad	8	—	16	—	42	14	—	16	—	16
<i>Saimiri boliviensis</i>	ad	2	—	4	—	50	4	—	4	—	4
<i>Cebus sp.</i>	ad	3	—	6	—	60	6	—	6	—	6
<i>Cebus sp.</i>	ad	1	—	2	—	100	2	—	2	—	2
<i>Cebus apellus</i>	sbad	8	6	16	—	62	16	—	16	—	16
<i>Ateles sp.</i>	ad	1	100	1	—	?	2	—	2	—	2
<i>Ateles paniscus</i>	ad	2	25	4	25	4	4	—	4	—	4
<i>Ateles paniscus</i>	ad	15	100	29	—	100	30	—	32	—	28
<i>Ateles fusciceps</i>	ad	1	—	2	—	?	2	—	100	—	2
<i>Ateles geoffroy</i>	ad	1	—	2	—	?	2	—	2	—	2
<i>Ateles geoffroy</i>	juv	3	100	6	—	100	6	—	6	—	6
<i>Ateles geoffroy</i>	ad	8	100	13	—	100	13	—	10	—	10
<i>Lagothrix lagothricha</i>	ad	2	—	4	—	100	4	—	4	—	4
<i>Lagothrix lagothricha</i>	ad	1	—	2	—	100	2	—	2	—	2
<i>Lagothrix ubericola</i>	ad	1	100	2	—	?	2	—	2	—	2
<i>Lagothrix ubericola</i>	ad	2	100	4	—	75	4	—	4	—	4
<i>Lagothrix infumata</i>	ad	1	—	2	—	100	2	—	2	—	2
<i>Callimico</i>	ad	3	—	6	100	60	6	—	6	—	6
<b>Callitrichidae</b>											
<i>Callithrix chrysoleucus</i>	ad	3	—	6	30	6	6	—	6	—	6
<i>Callithrix jacchus</i>	ad	2	—	4	50	4	50	—	4	—	4
<i>Callithrix penicillata</i>	ad	2	—	4	50	4	50	—	4	—	4
<i>Callithrix pygmaea</i>	ad	2	—	4	—	4	50	—	4	—	4
<i>Leontocebus rosalia</i>	ad	1	—	2	—	—	2	—	2	—	2
<i>Leontocebus tamarin</i>	ad	2	—	4	50	4	100	—	2	—	2
<i>Leontocebus mystax</i>	ad	1	—	2	—	50	2	—	2	—	2
<i>Leontocebus labiatus</i>	ad	2	—	4	—	4	50	—	4	—	4
<i>Leontocebus imperator</i>	ad	2	—	4	—	50	4	—	4	—	4
<i>Leontocebus bicolor</i>	ad	1	—	2	—	100	2	—	2	—	2
<i>Leontocebus ocellatus</i>	ad	3	—	6	—	33	6	—	6	—	6
<i>Leontocebus geoffroy</i>	ad	2	—	4	—	100	4	—	4	—	4

Tabelle 1c: (Fortsetzung von 1b).

Haplorhini Catarrhini Cercopithecoidea	n''	Trigem. br.		Abduc. br.		Taen.		Pteryg.			
		○+○ %	≥ 2/3 n''	○+○ %	≥ 2/3 n''	○+○ %	∩ n''	Civin. n''	Hyrtil n''		
Cercopitheciinae											
<i>Macaca speciosa</i>	ad	2	—	4	100	4	4	—	4	100	4
<i>Macaca fuscata</i>	ad	3	—	6	66	6	6	33	6	100	6
<i>Macaca mulatta</i>	juv	9	—	18	22	18	8	11	18	89	18
<i>Macaca mulatta</i>	ad	10	—	16	31	16	10	20	16	100	12
<i>Macaca nemestrina</i>	juv	8	—	16	50	16	16	—	16	93	16
<i>Macaca nemestrina</i>	ad	9	—	16	18	16	16	25	16	100	18
<i>Macaca irus</i>	juv	2	—	4	100	4	4	—	4	100	4
<i>Macaca irus</i>	ad	2	—	4	—	4	4	—	4	100	4
<i>Papio sphinx</i>	ad	7	—	14	12	50	12	33	5	22	5
<i>Papio leucophaeus</i>	juv	3	—	6	—	6	6	—	6	100	6
<i>Papio leucophaeus</i>	ad	9	—	18	11	18	33	18	18	100	16
<i>Papio comatus</i>	juv	1	—	2	50	2	2	?	2	100	2
<i>Papio comatus</i>	ad	4	—	4	50	4	5	8	8	87	8
<i>Papio cynocephalus</i>	juv	3	—	6	33	6	6	66	6	100	6
<i>Papio cynocephalus</i>	shad	2	—	4	50	4	4	100	4	100	4
<i>Papio cynocephalus</i>	ad	10	—	20	30	20	20	45	20	90	20
<i>Papio doguera</i>	shad	3	—	6	66	6	6	?	?	100	6
<i>Papio doguera</i>	ad	16	12	32	19	32	22	9	22	91	32
<i>Papio papio</i>	shad	3	—	6	—	6	6	—	6	6	6
<i>Papio papio</i>	ad	4	—	6	16	6	6	—	8	100	8
<i>Papio hamadryas</i>	juv	7	—	12	12	12	12	10	10	83	12
<i>Papio hamadryas</i>	shad	3	—	6	66	6	6	100	2	100	6
<i>Papio hamadryas</i>	ad	18	—	30	6	26	7	29	7	80	32
<i>Theropithecus</i>	juv	1	—	2	—	2	2	—	2	100	2
<i>Theropithecus</i>	shad	3	—	6	—	6	6	—	2	100	4
<i>Theropithecus</i>	ad	7	—	14	14	14	14	—	2	100	4
<i>Cercocebus sp.</i>	ad	4	—	8	25	8	8	7	7	100	8
<i>Cercocebus torquatus</i>	shad	3	—	6	—	6	6	—	6	66	6
<i>Cercocebus torquatus</i>	ad	5	—	10	40	10	10	—	6	80	10
<i>Cercocebus sp.</i>	shad	1	—	2	—	2	2	—	2	100	2
<i>Cercocebus sp.</i>	ad	18	—	15	6	33	14	34	9	100	34
<i>Cercocebus aethiops</i>	juv	1	—	2	100	2	2	—	2	100	2
<i>Cercocebus aethiops</i>	ad	11	—	22	40	22	11	18	11	100	22
<i>Cercocebus cephus</i>	shad	1	—	2	—	2	2	—	2	100	2
<i>Cercocebus cephus</i>	ad	9	—	18	11	16	12	17	17	100	18
<i>Cercocebus diana</i>	ad	4	—	8	—	8	8	—	8	100	8
<i>Cercocebus l'Hoesti</i>	ad	6	—	12	12	12	12	—	12	100	12
<i>Cercocebus mitis</i>	ad	3	—	6	30	6	4	—	4	66	6
<i>Cercocebus mona</i>	ad	11	—	22	—	22	14	22	4	100	21
<i>Cercocebus nictitans</i>	ad	9	—	16	12	16	43	14	12	100	15
<i>Cercocebus talapoin</i>	juv	1	—	2	50	2	?	?	?	100	2
<i>Cercocebus talapoin</i>	ad	5	—	8	100	8	10	20	10	100	10
<i>Erythrocebus</i>	ad	4	—	6	—	6	6	12	8	75	8

## Schädelbasisvarianten im Primatenstamm

Tabelle 1d: (Fortsetzung von 1c).

Haplorhini Catarrhini Cercopithecoidea	n''	Trigem. br		Abduc. br.		Taen.		Pteryg.			
		○ + ∪ %	≧ 2/3 n''	○ + ∪ %	≧ 2/3 n''	○ + ∪ %	∩ %	Hyrtl %	n''		
<b>Colobinae</b>											
<i>Presbytis melalophus</i>	juv 2	—	4	—	4	—	2	—	2	100	2
<i>Presbytis melalophus</i>	ad 11	—	22	—	35	17	14	—	14	80	20
<i>Presbytis avgula</i>	ad 12	—	16	—	6	16	31	21	19	100	22
<i>Presbytis rubicunda</i>	ad 7	—	10	—	50	8	10	—	10	96	14
<i>Presbytis cristatus</i>	sbad 1	—	2	—	100	2	100	—	2	100	2
<i>Presbytis cristatus</i>	ad 12	—	24	—	58	24	16	22	22	91	24
<i>Presbytis obscurus</i>	ad 2	—	2	—	100	2	50	—	2	100	2
<i>Presbytis johni</i>	juv 1	—	2	—	—	2	?	?	?	100	2
<i>Presbytis entellus</i>	ad 8	—	10	—	—	10	33	10	10	100	16
<i>Pygatrix nemaeus</i>	ad 3	—	6	—	—	6	50	6	4	100	2
<i>Simias concolor</i>	ad 1	—	2	—	—	2	—	2	100	2	2
<i>Nasalis larvatus</i>	sbad 1	—	2	—	—	2	100	2	2	100	2
<i>Nasalis larvatus</i>	ad 12	—	22	—	25	20	20	—	14	59	22
<i>Colobus sp.</i>	ad 1	—	2	—	—	2	?	?	?	100	2
<i>Colobus polycomos</i>	ad 21	—	42	—	7	42	38	42	20	97	41
<i>Colobus badius</i>	ad 8	—	16	—	20	16	50	16	16	68	16
<i>Colobus guareza caudat.</i>	sbad 1	—	2	—	—	2	100	2	2	100	2
<i>Colobus guareza caudat.</i>	ad 6	—	12	—	25	12	25	12	2	100	12
<i>Guareza occidentalis</i>	juv 1	—	2	—	—	2	?	?	?	100	2
<i>Guareza occidentalis</i>	ad 4	—	8	—	—	8	25	8	?	100	8
<i>Colobus angolensis</i>	juv 4	—	8	—	—	8	50	8	?	100	8
<i>Colobus angolensis</i>	ad 4	—	8	—	25	8	50	8	?	75	8
<i>Colobus verus</i>	ad 11	—	22	—	—	22	36	22	?	90	21



so aus, als ob der dritte Trigeminusast von lateral nach medial durch eine dünne Knochenlamelle überwachsen wäre, so daß basaler Austritt und cerebraler Eintritt des Nerven nicht unmittelbar übereinanderliegen. Die Vorstellung einer Überwachsung von lateral wird durch das distale Verhalten des zweiten Trigeminusastes unterstützt, der in unterschiedlichem Maße auch von lateral her durch eine Knochenlamelle abgedeckt wird und in einem tiefen Graben versenkt erscheint.

Die hier nur bei Lemuriformes auftretende Erscheinung erinnert stark an Strukturen, wie sie bei Hyänen, besonders aber bei Feliden auftreten, wo sich die Tentoriumverknöcherung weit nach ventral herabzieht, eine vollständige Trigeminusbrücke und eine Knochenleiste vorhanden ist, die sich vom ossifizierten Tentorium an der lateralen Seite des Trigeminus bis zum Boden der mittleren Schädelgrube herabzieht. Bei Caniden und Ursiden fehlt diese Leiste bei aber vorhandener Trigeminusbrücke.

Vielleicht sollte noch angefügt werden, daß in vier von fünf Tupaia-Vertretern neben Trigeminusbrücken auch Tentoriumverknöcherungen anzutreffen sind. Dagegen fehlen beide Erscheinungen im Material des Kölner Institutes bei *Echinops*, *Tenrec*, *Erinaceus* und *Crocodyrus*.

Auffallend ist, daß die hochspezialisierten Formen *Daubentonia* ( $n = 8$ ) und *Tarsius* ( $n = 8$ ) trotz deutlicher Verknöcherungen im ventralen Tentorium bei erwachsenen Stadien weder Trigeminus- noch Abducensbrücken zeigen. An zwei jugendlichen *Daubentonia*-Schädeln sind allerdings Trigeminusbrücken erkennbar.

Soweit bei Prosimiae Nahtreste an den Trigeminusbrücken vorhanden sind, liegen sie an ihrem medialen Ende. Bei unvollständigen Anlagen ist die knöcherne Begrenzung des Nervenweges lateral stets deutlicher zu erkennen (ähnliche Erscheinungen bei *Homo*).

Bei Cebiden ist der Trend zur Trigeminusbrücke sowohl in kompletter als auch in unvollständiger Form sehr stark: *Chiropotes satanas* 54 % ( $n = 12$ ), *Alouatta seniculus* 57 % ( $n = 24$ ), *Ateles paniscus* 100 % ( $n = 29$ ), *Ateles geoffroyi* 100 % ( $n = 19$ , mit subadulten Stadien), *Lagothrix lagothricha* 100 % ( $n = 6$ , auch mit subadulten Objekten). Der Trend läuft hier fast immer parallel zu dem der Abducensbrücken. Unter Callitrichidae findet sich bei 12 untersuchten Spezies keine vollständige Trigeminusbrücke. Auch unvollständige Anlagen sind nur spärlich vorhanden.

Bei Cercopithecoidea fehlt die Trigeminusbrücke bis auf eine Anzahl von *Papio*-Arten völlig. Wo sie bei *Papio* auftritt, ist sie fast immer inkomplett. Unter 134 Individuen 16 verschiedener Spezies von Colobinae ist nicht eine einzige Trigeminusbrücke, weder komplett noch unvollständig, zu finden.

Unter Hominoidea ist allein bei *Pongo* ( $n = 90$ ) eine größere Häufigkeit der Anlage mit 8 % zu beobachten. Im Kölner Feuchtmaterial konnte ein adultes weibliches Objekt in Weichteilen untersucht werden, das einen Befund beim Menschen (s. u.) besonders klar ergänzt. Bei diesem Schädel (Abb. 4) bilden mehrere kleine Knochenplatten (3–10 mm) nicht nur eine mehrfache, d. h. mehrschichtige Trigeminusbrücke, sondern auch eine Abdeckung des N. abducens und des Sinus petrosus inferior über mehrere Millimeter hinweg, wobei eine der entsprechenden Platten vom Nerven durchbohrt wird.

Beim Menschen ist die Bildung der Trigeminusbrücke sehr selten und liegt unter 1 %. Augier (1931) berichtet, daß eine vollständige Brücke am Trigeminus bis dahin nicht bekannt sei. Unter Vollständigkeit im Sinne von Augier wird offensichtlich die

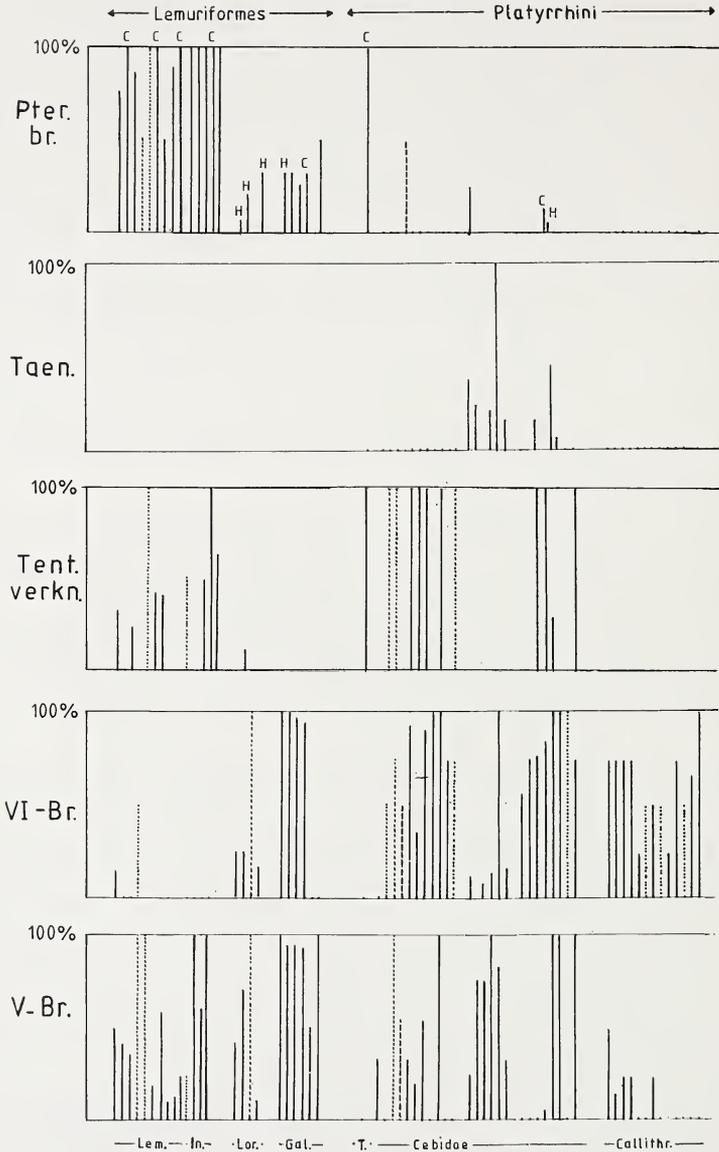
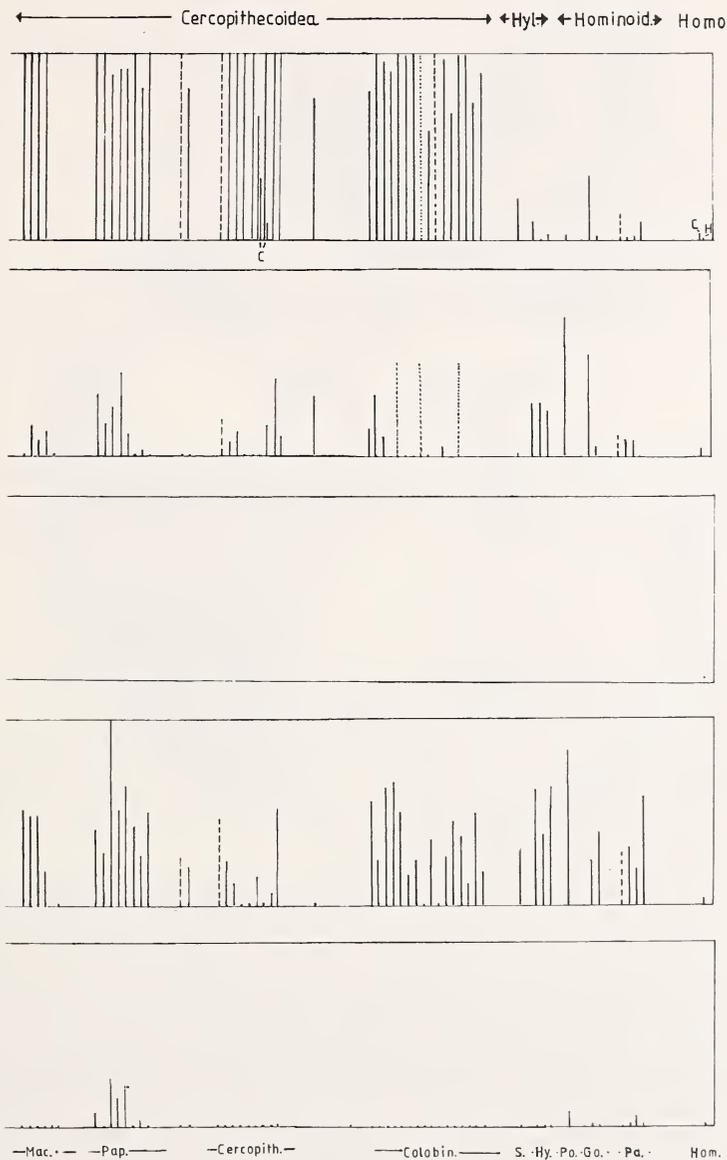


Abb. 2: Jeder Strich in den Streifen für 5 Varianten (Trigeminusbrücken, Abducensbrücken, Tentoriumverknöcherungen, Taeniae interclinoideae und Brücken der Pterygoidealregion) stellt die Häufigkeit für die Einzelspezies in der Reihenfolge des Fiedlerschen Handbuchbeitrages von 1956 dar. Punktiierte Linien entsprechen Einzelindividuen, gestrichelte unspezifi-

### Schädelbasisvarianten im Primatenstamm



zierten Arten. Der gerechnete Prozentsatz entspricht den vollständigen Anlagen plus der Hälfte der zu  $\frac{2}{3}$  (bei Brücken) oder  $\frac{1}{2}$  (bei Taeniae) geschlossenen Anlagen. Jugendliche Individuen blieben hier unberücksichtigt. C = Civinibrücken, H = Hyrtlsche Brücken.

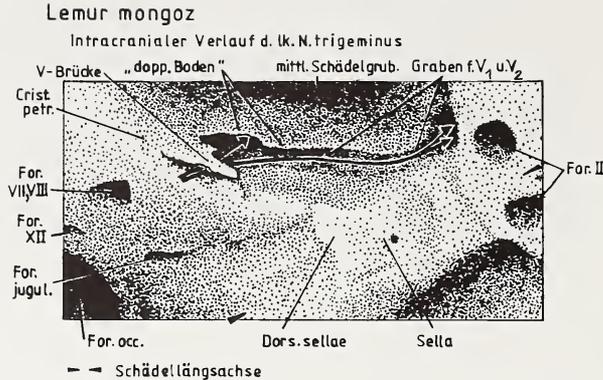


Abb. 3: Einblick in die Schädelbasis von *Lemur mongoz* zur Demonstration des Verlaufes des N. trigeminus, als Radix unter der unvollständigen Trigemini-Brücke, als den in den linken „doppelten Boden“ verschwindenden 3. Ast und als die in einem tiefen, von lateral weitgehend knöchern gedeckten Graben gelegenen Äste 1 und 2. (Obj. der Kölner Institutssammlung Nr. V-XII-5.α-19).

homogene Knochenbrücke ohne Naht und unter Ausschluß der Fälle mit isolierten, ins Bindegewebe eingeschalteten Knochenspänen verstanden.

Bei den hier unter 5a und b abgebildeten Brücken vom Menschen hat auch das Objekt der Abb. 5a eine allerdings sehr geringe Nahtbildung an seiner lateralen Seite. Die laterale Lage entspricht nicht der Regel. In einem weiteren eigenen Fall (Abb. 5c) mit sehr weiter Nahtbildung liegt diese medial, so wie es auch bei dem von Lang (1977) abgebildeten Objekt zu erkennen ist.

Die Kölner Fälle von Abb. 5a und 5b zeigen ein Verhalten, das an das voraus beschriebene Objekt bei *Pongo* anschließt (Abb. 4). Die relativ kräftigen Brücken haben nach lateral eine massive und rundliche Basis an der Crista petrosa. Die mediale Basis dagegen verstreicht aus dem rundlichen Querschnittsprofil in eine zunehmend dünne, aber stark verbreiterte Knochenplatte. Diese höchstens  $\frac{1}{3}$  mm starke Platte legt sich flächig an die Hinterwand des Dorsum sellae an, bleibt aber von diesem durch einen  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{3}$  mm weiten Spalt getrennt, der von straffem Bindegewebe erfüllt ist. Der flächige Knochenfortsatz paßt sich vollkommen der Duraüberkleidung des Clivus an. Die ganze Bildung macht auf den ersten Blick den Eindruck einer kompletten und stabilen Brücke, ist aber durch den flächenhaften Spalt nicht kontinuierlich. So gilt auch heute noch die Aussage von Augier zu Recht, daß eine wirklich ganz vollständige Trigemini-Brücke beim Menschen noch nicht gefunden wurde.

Die ontogenetische Entwicklung der Trigemini-Brücke ist nach Gruppen verschieden (Tab. 1a–e).

In dem — allerdings spärlichen — juvenilen Material von Strepsirhini und Cebidae sind im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Catarrhini Trigemini-Brücken in kompletter und unvollständiger Form gar nicht selten schon nachzuweisen (siehe *Lemur fulvus*, *Ateles paniscus*, *Ateles geoffroyi* und *Lagothrix lagothricha*). Dagegen finden

# Pongo, ad.♀.

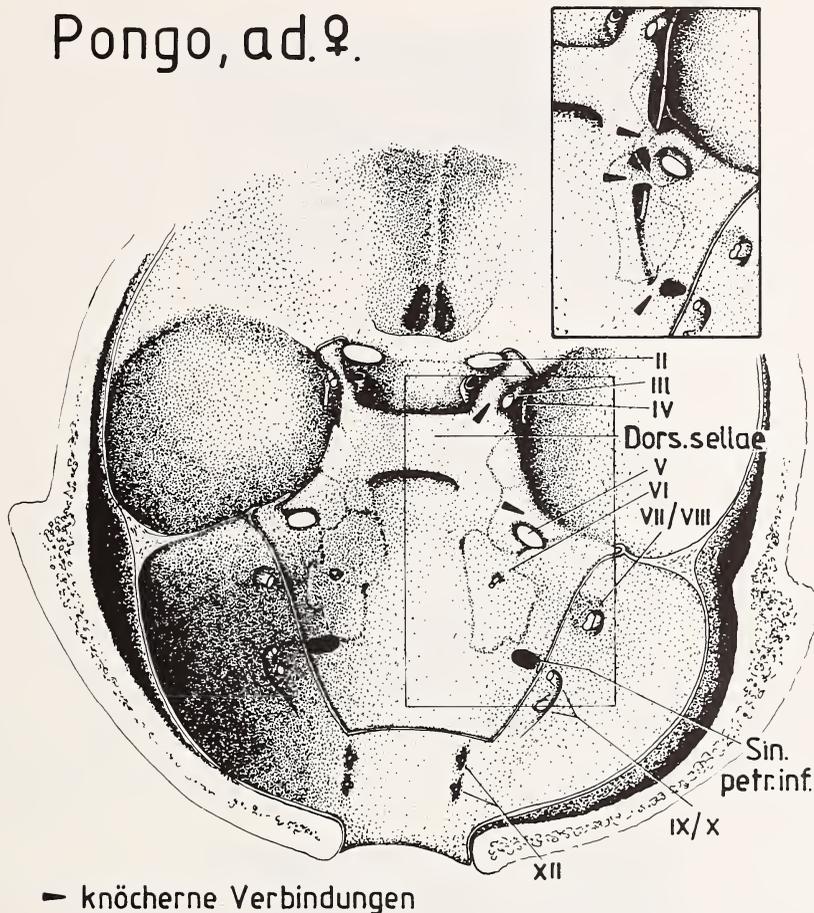


Abb. 4: Einblick in die Schädelbasis eines adulten Orang-Weibchens (Nr. 459) mit den beiderseits aus mehreren Knochenplatten zusammengesetzten Trigemiusbrücken. Die Einsatzzeichnung zeigt die Verhältnisse der Trigemiusbrücke rechts nach Ablösung von drei oberflächlichen Knochenscherben, die bindegewebig in die Umgebung eingelassen waren. Die Skizze zeigt auch die weitgehende Einbeziehung des N. abducens in diesen Überbrückungsprozeß.

sich unter Catarrhini bei 248 juvenilen oder subadulten Objekten keine vollständigen bzw. nahtförmigen Brücken, Anlagen zu Trigemiusbrücken mit  $\frac{1}{3}$ -Schluß allein bei 5 jugendlichen bzw. subadulten *Cynocephalus*-Objekten. Die ohnehin sehr seltenen Brücken über die Trigemiuswurzel bei Ponginae, wie auch beim Menschen, betreffen ausschließlich adulte Individuen.

Die frühe Anlage von Trigemiusbrücken bei Lemuren und Cebiden hat eine gewisse Parallele in der frühen Bildung des „doppelten Bodens“, sowie der früh erscheinenden Verknöcherungen im ventralen Tentorium.

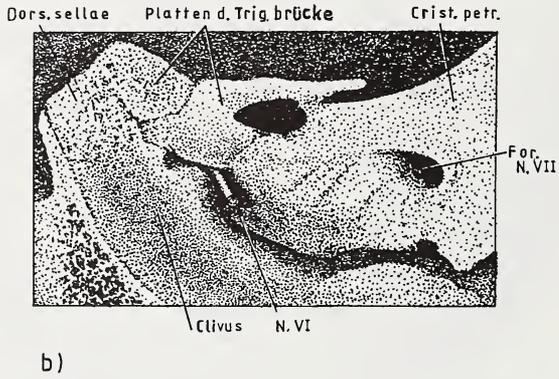
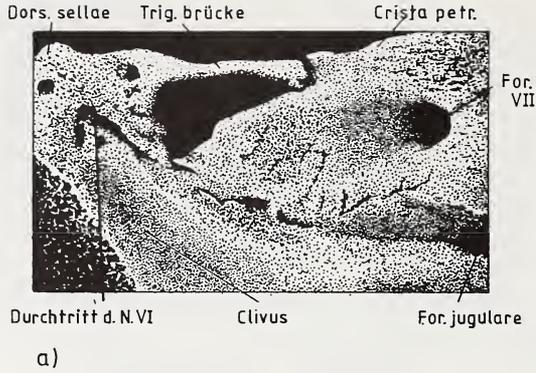


Abb. 5: Übersicht über drei verschiedene Varianten von Trigemiusbrücken beim Menschen (Objekte der Sammlung des Anatomischen Institutes Köln). a) und b) Lateral unvollständige Brücken, die nach medial in plattenartige Auflagen im Bereich des Dorsum sellae übergehen und zugleich auch den N. abducens abdecken. c) Medial unvollständige Brücke mit lateral massiver Wurzel an der crista petrosa.

## 2 Abducensbrücken

Die Tendenz zur Bildung von Abducensbrücken in adultem Material ist bei Platyrrhini am stärksten (Abb. 2), bei Cercopithecinae deutlich schwächer, bei Colobinae, Hylobatidae und Ponginae wieder ein wenig stärker und beim Menschen schwach. Bei allen untersuchten Indriidae (4 Spezies) und in  $\frac{2}{3}$  der Lemuridae finden sich ausschließlich Trigemiusbrücken. Auch bei *Tarsius* fehlt die Abducensbrücke offenbar (siehe auch Wunsch 1975). Unabhängig vom Vollständigkeitsgrad vorhandener Abducensbrücken ist ihre Häufigkeit bei Platyrrhini und Catarrhini stets größer als die der Trigemiusbrücken. So steht bei *Papio anubis* eine Trigemiusbrückenrate von 21 % einem Anteil von 64 % Abducensbrücken gegenüber. Entsprechende Zahlen verhalten sich bei *Pongo* wie 8 zu 74, für *Pan troglodytes* wie 3 zu 32 und für *Pan paniscus* wie 2 zu 61.

Wenn bei Platyrrhini bei ein und demselben Individuum Trigemius- und Abducensbrücken auftreten, so ist letztere meist vollständiger.

Der bei Colobinae (n = 134) völlig fehlenden Anlage von Trigemiusbrücken entsprechen überwiegend unvollständig ausgebildete Abducensbrücken. Unter Hominoidea gilt auch für Abducensbrücken, daß eventuell vorhandene Nahtbildungen in den meisten Fällen auf der medialen Seite liegen.

Die ontogenetische Ausbildung der Abducensbrücken vollzieht sich bei Platyrrhini und Catarrhini früher als die der Trigemiusbrücken (Tab. 2). So kommen hier auch bei subadulten, ja juvenilen Objekten schon vollständige Brücken oder fortgeschrittene Anlagen vor. Bei Strepsirrhini reicht das Untersuchungsgut allenfalls für Lemuridae zu der Aussage, daß sich hier vielleicht sogar eine Reduzierung der Anlagentendenz zur erwachsenen Form hin andeutet. Bei Cercopithecoidea wird die Häufigkeit der Brückenbildung vom juvenilen oder subadulten Stadium zur adulten Form nicht nennenswert erhöht, während dies bei Cebidae und Hominoidea sehr deutlich ist (Tab. 2).

## 3 Ventrale Tentoriumverknöcherung

Verknöcherungen im ventralen Anteil des Tentorium cerebelli an der Crista petrosa sind bei *Homo*, Catarrhini und Callitrichidae äußerst selten, dagegen bei Lemuridae und Cebidae häufig. Es muß aber bedacht werden, daß alle nur bindegewebig mit dem Os petrosum in Verbindung stehenden Knochenteile bei der Routinemazeration verloren gehen. Sorgfältige Präparation an der Schädelbasis mit Weichteilen bei *Homo* läßt vermuten, daß solche unvollständigen Anlagen wesentlich häufiger sind, als das mazerierte Schädelmaterial erwarten läßt.

Leider reicht das Material jugendlicher Individuen bei Prosimia und Cebidae nicht aus, um halbwegs sichere Aussagen über die ontogenetische Entwicklung der Tentoriumverknöcherung zu erlauben.

## 4 Taeniae interclinoideae

Unter Strepsirrhini, *Tarsius* und Callitrichidae (mit insgesamt 167 Individuen) werden im vorliegenden Material bei einem einzigen Exemplar von *Galago crassicaudatus* (n = 18) beidseitig Taenien beobachtet. Der Befund spricht dafür, daß diese in den genannten Gruppen praktisch nicht auftreten.

Tabelle 2: Häufigkeitsveränderungen in den (Super)Familien vom juvenil/subadulten Stadium zum adulten Stadium.

Veränderung für	juvenil/subadult	adult
V.-brücken		
b. Lemuridae u. Indriidae	52 % (n'' = 4)	53 % (n'' = 13)
b. Lorisidae u. Galagidae	nicht verfügbar	75 % (n'' = 10)
b. Tarsius	nicht verfügbar	0 % (n'' = 1)
b. Cebidae	21 % (n'' = 11)	41 % (n'' = 23)
b. Callithrichidae	nicht verfügbar	7,5 % (n'' = 12)
b. Cercopithecinae	2 % (n'' = 17)	3 % (n'' = 24)
b. Colobinae	0 % (n'' = 7)	0 % (n'' = 16)
b. Hominoidea	0 % (n'' = 13)	2 % (n'' = 10)
VI.-brücken		
b. Lemuridae u. Indriidae	40 % (n'' = 5)	5 % (n'' = 14)
b. Lorisidae u. Galagidae	nicht verfügbar	62 % (n'' = 9)
b. Tarsius	nicht verfügbar	0 % (n'' = 1)
b. Cebidae	30 % (n'' = 10)	66 % (n'' = 23)
b. Callithrichidae	nicht verfügbar	62 % (n'' = 8)
b. Cercopithecinae	30 % (n'' = 17)	30 % (n'' = 24)
b. Colobinae	36 % (n'' = 7)	36 % (n'' = 16)
b. Hominoidea	20 % (n'' = 13)	46 % (n'' = 10)
Taeniae interclinoideae		
b. Prosimia u. Tarsius	fehlen	fehlen
b. Cebidae	10 % (n'' = 11)	10 % (n'' = 23)
b. Callithrichidae	nicht verfügbar	0 % (n'' = 8)
b. Cercopithecinae	10 % (n'' = 14)	14 % (n'' = 24)
b. Colobinae	25 % (n'' = 4)	18 % (n'' = 12)
b. Hominoidea	20 % (n'' = 13)	22 % (n'' = 10)
Brücken in der Pterygoideusregion (C = Civini, H = Hyrtl)		
b. Lemuridae C u. Indriidae C	90 % (n'' = 5)	87 % (n'' = 13)
b. Lorisidae C u. H	nicht verfügbar	H 16 % (n'' = 4)
u. Galagidae C u. H	nicht verfügbar	C 9 % (n'' = 5)
u. Tarsius C	nicht verfügbar	C 100 % (n'' = 1)
b. Cebidae C	0 % (n'' = 11)	C 0,6 % (n'' = 23)
b. Cebidae H	nicht vorhanden	H 0,3 % b. 1 Form
b. Callithrichidae	nicht verfügbar	0 % (n'' = 12)
b. Cercopithecinae H	92 % (n'' = 18)	95 % (n'' = 25)
b. Colobinae H	100 % (n'' = 7)	91 % (n'' = 16)
b. Hominoidea C	4 % (n'' = 12)	9 % (n'' = 10)

Bei *Daubentonia* liegt ein Sonderfall vor. Bei allen vier untersuchten Objekten aus dem Leidener Museum ist eine massive, seitlich von der Hypophysengrube gelegene Knochenplatte zwischen Dorsum sellae und dem Processus orbitalis vorhanden, wie sie Starck 1953 und Hofer 1958 an dem Objekt aus dem Naturkundemuseum Wiesbaden beschrieben haben. Allerdings wird eine Naht-ähnliche Struktur, wie von Starck 1953 in Bild und Text angedeutet, vermisst. Durch die Untersuchung im Spiegelbild läßt sich an den Leidener Objekten nicht abklären, ob wirklich keinerlei Verbindung von der mittleren Schädelgrube zum Hypophysenraum für eine, wenn auch noch so rudimentäre Carotis interna (Zuckerkanndl 1899) existiert.

Unter Cebidae sind es allein die großen Formen *Alouatta* und *Ateles*, die unter 21 untersuchten Genera häufiger Taenienanlagen zeigen. Allerdings gilt dies in beiden Fällen nur für bestimmte Spezies, wie wir das auch generell bei Catarrhini wiederfinden werden. Man vergleiche auch in Tabelle 1 b *Alouatta palliata* (100 %, n = 10) und *Alouatta seniculus* (1 %, n = 24) oder *Ateles paniscus* (58 %, n = 28) mit *Ateles geoffroyi* (5 %, n = 10).

Bei Catarrhini treten Taenien — sehr gestreut — vielfach in wesentlich größerer Häufigkeit als beim Menschen auf. Mit unvollständigen Anlagen erreichen unter Cercopithecoidea Makaken sowie *Papio leucophaeus* und *Papio anubis* etwas höhere Werte. In vollständiger Form sind größere Prozentsätze bei *Papio sphinx*, *Papio ursinus* und *Papio cynocephalus* anzutreffen. Unter den meist schwächeren Werten bei *Cercopithecus*-Arten bildet *Cercopithecus nictitans* mit 49 % (n = 14) eine Ausnahme.

Eine recht schwache Tendenz zur Taenienbildung gilt für die meisten Colobinae.

Wie bei Cercopithecoidea sind auch bei Hominoidea starke Häufigkeitsvarianten unter verwandten Formen vorhanden. *Pongo* (n = 81) ragt mit einem Wert von gut 74 % sehr stark heraus. Dann folgen — mit deutlichen Speziesunterschieden — *Gorilla g. beringei* mit 54 % (n = 67) und *Gorilla g. gorilla* mit 5 % (n = 102), sowie *Hylobates agilis* mit 29 % (n = 22), *Hylobates moloch* mit 24 % (n = 31) und *Hylobates lar* mit 14 % (n = 38).

Unter Hylobatidae und Ponginae zeigen die Formen mit größerer Taenienhäufigkeit bei adulten Objekten auch eine solche in subadulten Stadien (*Hylobates lar* und *Gorilla g. beringei*), bei *Pongo* sogar schon zu juveniler Zeit. Jedenfalls lassen die Zahlenverhältnisse erschließen, daß ein großer Teil der gebildeten Taenien in postnataler Zeit entsteht (siehe auch die Diskussions über die Verhältnisse beim Menschen).

Die divergierenden Zahlenangaben für die Taenien beim menschlichen Schädel aus den drei benutzten Sammlungen Köln, Bonn (etwa 3 %) und Freiburg (4,4 %) spiegeln ein wenig von der Literaturdiskussion über die Beziehung der Taenienhäufigkeit zur Rassenzugehörigkeit wider. Während das Köln-Bonner Material rassenmäßig als annähernd einheitlich anzusehen ist, weist die Freiburger Sammlung Schädel der verschiedensten Rassen auf.

Wie die Diskussion zeigen wird, ist nicht nur die Frage der Gesamtzahl der Taenien sehr different, sondern auch diejenige des ein- oder doppelseitigen Befundes.

Nach den in der Tabelle 3 vorgelegten Zahlen liegt hier ein Verhältnis von beidseitigen zu einseitigen Anlagen von 15 : 35, also grob gerechnet von 3 : 7 vor.

Tabelle 3: Taenienvorkommen in vorliegendem Material von Homo.

Ort	Schädel	Taenien					
		einseitig		beidseitig		ein- u. beidseit.	
Köln	238	8	(2,9 %)	—	—	8	(2,9 %)
Bonn	264	4	(1,5 %)	4	(1,5 %)	8	(3,0 %)
Freiburg	550	14	(2,5 %)	9	(1,6 %)	23	(4,1 %)
	1 052	26	(2,5 %)	13	(1,2 %)	39	(3,7 %)

### 5 Brückenbildungen in der Pterygoidealregion

Die Pterygoidealregion läßt bei Mensch und Primaten zwei durchweg gut unterscheidbare Bandstrukturen und deren Verknöcherungsform erkennen, das Ligamentum pterygospinosum (Civini 1835) und das Ligamentum crotaphitico-buccinatorium (Hyrtl 1862). Beim Menschen ist noch als sehr seltene Struktur das Henlesche Band (1871) zu erwähnen, das nur aufgrund seiner Lage zu Weichteilen — zwischen n. alveolaris und n. lingualis — definiert und daher vergleichend-anatomisch kaum bekannt ist.

Das verknöcherte Ligamentum pterygospinosum liegt medial unter dem Foramen ovale, verbindet ein- oder mehrfach den hinteren Rand der Lamina lateralis des Proc. pterygoideus mit der Spinagegend und läßt den Ramus pterygoideus medialis nach medial zwischen sich und der Sphenoidbasis durchtreten.

Das verknöcherte Hyrtilsche Band, das Ligamentum crotaphitico-buccinatorium oder pterygobasal-bridging, liegt unter dem lateralen Rand des Foramen ovale und erlaubt einer Reihe von motorischen und sensiblen Ästen des Ramus mandibularis, geschlossen oder in mehreren Bündeln, nach lateral in die Fossa temporalis zu ziehen.

Hinsichtlich dieser verknöcherten Bänder der Pterygoideusregion seien aus den Befunden bei Primaten folgende herausgestellt:

1. Im allgemeinen herrscht bei Primaten eine Ausschließlichkeit der beiden Brückenformen, entweder liegen Civinibrücken oder Hyrtilsche Verknöcherungen vor. Die seltenen Ausnahmen mit Vertretung beider Brückenformen innerhalb einer Spezies finden sich
  - bei *Galagoides demidoff* und *Galago inustus* (zwei Spezies unter 22 untersuchten Lemuriformes),
  - bei *Cebus apella* (1 Spezies unter 25 Cebidae),
  - bei *Cercopithecus mitis* und *C. mona* (2 Spezies unter 24 Cercopithecoidea) und
  - bei *Homo* sehr selten (unter 1/1000) als einzige Form unter Hominoidea.
2. Ausschließlich Civinibrücken finden sich bei Lemuriformes, fast allen Cebidae und allen Hominoidea (außer *Homo*).
3. Die Häufigkeitsdifferenzen der Civinibrücken können sowohl innerhalb von Großgruppen als auch bei nahe verwandten Formen sehr stark sein. Das gilt für Lemuriformes mit etwa 85 %, für *Tarsius* mit 100 % im Gegensatz zu Cebidae mit 3 %. Unter nahe verwandten Formen stehen sich gegenüber:
  - Symphalangus* mit 22 % (n = 24) und *Hylobates* mit 0 % (n = 18), *Gorilla g. beringei* mit 34 % (n = 105) und *G. g. gorilla* mit 2 % (n = 108).
  - Pan troglodytes schweinfurthii* mit 2 % (n = 118) und *Pan paniscus* mit 10 % (n = 108).
4. Die verschiedenen Häufigkeiten innerhalb der Großgruppen lassen sich nicht nach dem Verwandtschaftsgrad ordnen.
5. Formen mit hoher Häufigkeit der Civinibrücken zeigen eine ontogenetisch frühere Anlage, sowohl bei Lemuriformes als auch bei Ponginae.
6. Fast ausschließlich Hyrtilsche Brücken zeigen Lorisidae und Cercopithecoidea mit großen Häufigkeiten. Auch hier ist mit größerem Vorkommen meist die ontogene-

tisch frühere Anlage verbunden (bei Cercopithecoidea schon vor dem Zahnwechsel).

7. Beide Verknöcherungsformen werden bei Cebidae selten, bei Callitrichidae (12 Spezies) gar nicht gefunden.
8. Die Zahl der untersuchten Individuen von verwandten Spezies mit sehr unterschiedlicher Häufigkeit schließt einen Zweifel an diesen eklatanten Differenzen aus.

Für den Menschen hat Corruccini (1976) angegeben, daß bei Hyrtlbrückenträgern die Jochbogenbreite geringer und die Strecke Basion—Nasion größer als bei Kontrollen sein sollen. Der deutliche Kontrast häufiger Hyrtlbrücken bei Cercopithecoidea zu ihrer Seltenheit bei Hominoidea veranlaßt daher die Prüfung, ob sich im Verhältnis der Basion-Nasion-Länge und der Jochbogenbreite ein entsprechender Gegensatz zwischen den beiden Gruppen ergibt. Nach den Werten, die Schultz (1962) und Vogel (1966) angeben, verhalten sich die beiden Strecken nicht entsprechend den Häufigkeiten der Hyrtlschen Brücken.

Die ontogenetische Änderung vom jugendlichen zum adulten Stadium (Tab. 2) zeigt, daß die Civinibrücke bei Lemuridae und Indriidae in der Jugend schon in gleicher Häufigkeit angelegt ist wie im adulten Stadium. Für Cercopithecinae gilt das gleiche für die Hyrtlbrücke. Unsere Zahlen für Colobinae reichen nicht aus, um eine angedeutete Rückbildungstendenz wahrscheinlich zu machen, schließen sie aber auch nicht aus. Die Civinibrücke der Hominoidea wird wenigstens zur Hälfte erst in später Jugendzeit gebildet, während bei *Homo* vor dieser Zeit noch keinerlei Brückenstruktur in der Pterygoidealregion gefunden wird.

Für alle drei Bänder sind beim Menschen auch entsprechende Ersatzstrukturen aus Knochen- oder Muskelmaterial bekannt (Eisler 1912, Ortmann 1980). Darauf beruht die Hypothese, daß spezielle Muskelbündel des *m. pterygoideus lateralis* die Primärstrukturen darstellen, die sekundär in Bandmaterial oder Knochenverbindungen umgewandelt werden könnten (James et al. 1980).

Die knöchernen Varianten der Bänder haben in der anatomischen Systematik am mazerierten Schädel und im klinischen Schrifttum am Röntgenbild Beachtung gefunden. Der Verknöcherung des Hyrtlschen Bandes (auch pterygobasal-bridging genannt) kommt klinisch eine gewisse Bedeutung als Hemmnis bei der therapeutischen Injektion des erkrankten Trigeminusganglions am Foramen ovale zu (de Froe 1935, Dietrich 1959, Etter 1970). Die Unterscheidung der verknöcherten Civini- und Hyrtlbänder ist am Röntgenbild schwierig, am Skelett im allgemeinen sicher zu klären.

Für die großen Häufigkeitsdifferenzen in den Angaben über die Bandverbindungen beim Menschen (Tab. 4) mit Unterschieden für das knöcherne Civiniband zwischen 0,5 % (Iwata 1930, Corruccini 1974) und 5,9 % (Roth 1883), für das knöcherne Hyrtlband zwischen 0,6 % (Hyrtl 1862, Akabori 1933) und 12,8 % (Chouké 1946/47) haben die Untersuchungen von Chouké an mehreren tausend Schädeln zumindest einen wesentlichen Faktor, nämlich Unterschiede nach Rassenzugehörigkeit, nachweisen können. Die Civinibrücke tritt bei der weißen Rasse mit 7–11 % wesentlich häufiger auf als bei Negriden mit 2–3 %. Umgekehrt ist die Hyrtlsche Brücke bei Negriden mit 12–13 % öfter zu beobachten als bei der weißen Bevölkerung mit 2–7 % (Tab. 4).

Tabelle 4: Brücken der Pterygoideusregion nach der Literatur.

Population	Quelle	% Civini	n''	% Hyrtl	n''
Europäer	Roth, 1883	5,9	217	—	—
	Le Double, 1903	4,5	1 941	1,2	1 528
Weiße	Grosse, 1893	2,6	1 000	1,4	1 000
	Hovelaque et Virenque, 1913	4,5	3 602	2,1	3 602
	Chouké, 1946				
	Washington Coll.	10,7	682	7,0	682
	Cleveland Coll.	7,7	1 595	2,7	1 595
Neger	Roth, 1883	14	7	—	—
	Chouké, 1946				
	Washington Coll.	2,8	682	12,8	682
	Cleveland Coll.	1,9	1 074	11,7	1 074
	Corruccini, 1974	0,5	182	7,1	182
Neger (afr.-americ.)	Ossenberg, 1976	2	?	3,2	?
Japaner (Kanazawa)	Iwata, 1930	0,5	425	1,6	425
Japaner (Kyoto)	Akabori, 1933	2,2	413	0,7	413
Nordchinesen	Wood-Jones, 1934	9	?	—	—
Eskimo	Ossenberg, 1976	3—9	451	0—6	451
American Indian	Ossenberg, 1976	5—15	366	2—7	366
Caucasian	Corruccini, 1974	5,4	139	3,6	139
Hawaiian Skulls (Polyn.?)	Wood-Jones, 1931	8,0	100	—	—

Eigene Untersuchungen an der Eckerschen Schädelammlung in Freiburg ergeben, daß von 13 Hyrtlschen Brücken an 550 Schädeln 12 (= 2,7 %) aus dem nichteuropäischen Raum stammen und darunter wieder 40 % aus dem Verbreitungsgebiet der negriden Rasse. Im europäischen Anteil der Sammlung sind 1 % Hyrtlsche Brücken vertreten.

Andererseits erreichen die 11 beobachteten Civinibrücken bei der Gesamtzahl von 550 Schädeln 2 %, bei den nichteuropäischen Cranien 1 % und bei Europäern 6,6 %.

Da aber auch innerhalb geschlossener Rassenkollektive die Häufigkeitsunterschiede noch sehr groß sind, muß an weitere Faktoren gedacht werden.

Hinsichtlich der ontogenetischen Entstehungszeit zeigen beim Menschen sowohl Schädeluntersuchungen wie auch Röntgenbilder, daß die Bandverknöcherungen kaum vor der zweiten Lebensdekade auftreten. Der früheste Befund ergab sich in der Eckerschen Sammlung an einem Schädel aus Spanien, bei dem sich der Zahnwechsel auf M1 und I1 beschränkt und ein Alter von 6—8 Jahren geschätzt wird. Hier ließen sich eine Hyrtlsche Brücke links und paarige Civinibrücken beobachten. In der Literatur liegt der früheste Nachweis der Civiniverknöcherung bei 12 Jahren (♀, von Brunn 1891), bzw. bei 21 und 23 Jahren (Chouké 1946/47).

In fetaler Zeit, bei 80 bzw. 120 mm SSL, sind nach James et al. 1980 selbst die Bandstrukturen noch kaum ausgeprägt und Verknöcherungserscheinungen nicht zu erwarten.

Alle diese Befunde beim Menschen sind bei der Ausdeutung vergleichend-anatomischen Materials im Auge zu behalten.

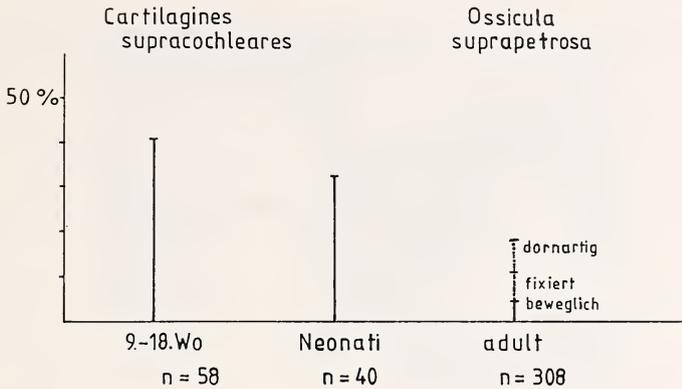


Abb. 6: Häufigkeit von Cartilaginea supracochleares, bzw. von Ossicula suprapetrosa bei embryonalen, neonatalen und adulten Objekten (n entspricht einzelnen Körperseiten).

#### 6 Cartilaginea supracochleares bzw. Ossicula suprapetrosa

Die Cartilaginea supracochleares gehören zu den Varianten der mittleren Schädelgrube, die mit dem primären Schädelboden in Verbindung gebracht werden. Ihre erste Erscheinung findet sich beim Menschen in der 9. Woche, am Material von Hochstetter (1940, n = 226) mit 21,4 mm SSL und im vorliegenden Material (n = 58) mit 19,8 mm SSL. Ihre Reste werden bis ins hohe Alter (hier 94 J.) gefunden. Cartilaginea supracochleares können einseitig und doppelseitig auftreten (Tab. 5–7).

Bei fetalen Objekten läßt sich ihre Häufigkeit bei Hochstetter mit 45 %, hier mit 40,8 % bestimmen. Bei den von uns untersuchten Neonati (n = 40) liegt die Häufigkeit von 32 % vor. Bei Erwachsenen (n = 308) wurden beobachtet:

beweglich	4,2 %
fixiert	6,8 %
dornartig	<u>6,8 %</u>

17,8 %.

Daraus wäre zu schließen, daß sich die Häufigkeit der Anlage von der 10. Fetalwoche bis zum Erwachsenen auf knapp weniger als die Hälfte reduziert (Abb. 6).

Ihre Größenausdehnung beginnt bei etwa 25 mm SSL mit 50–100  $\mu\text{m}$ . Das Wachstum scheint individuell sehr unterschiedlich zu sein. An Objekten zwischen 100 und 145 mm SSL werden Größen bis zu 690  $\mu\text{m}$  gefunden. Bei Neugeborenen (Abb. 7a) liegen die Größen zwischen 1500 und 2000  $\mu\text{m}$ . Gut erhaltene Reste beim Erwachsenen erreichen Durchmesser von 2500  $\mu\text{m}$  (Abb. 7b).

Die Fixation der zunächst rundlichen Elemente ist im Laufe des Lebens unterschiedlich. Im Fetalleben sind sie bei ihrer Einschaltung ins lockere Bindegewebe immer als beweglich anzusehen. Die Verschieblichkeit bleibt beim größten Teil der Fälle bis zur Geburt erhalten. Nur ein Objekt unter 40 wurde fixiert angetroffen.

Oben genannte Häufigkeiten am adulten Schädel stimmen gut mit der von Currarino & Weinberg (1974) angegebenen Schätzung von 10 % überein. In 6,8 % der Fälle

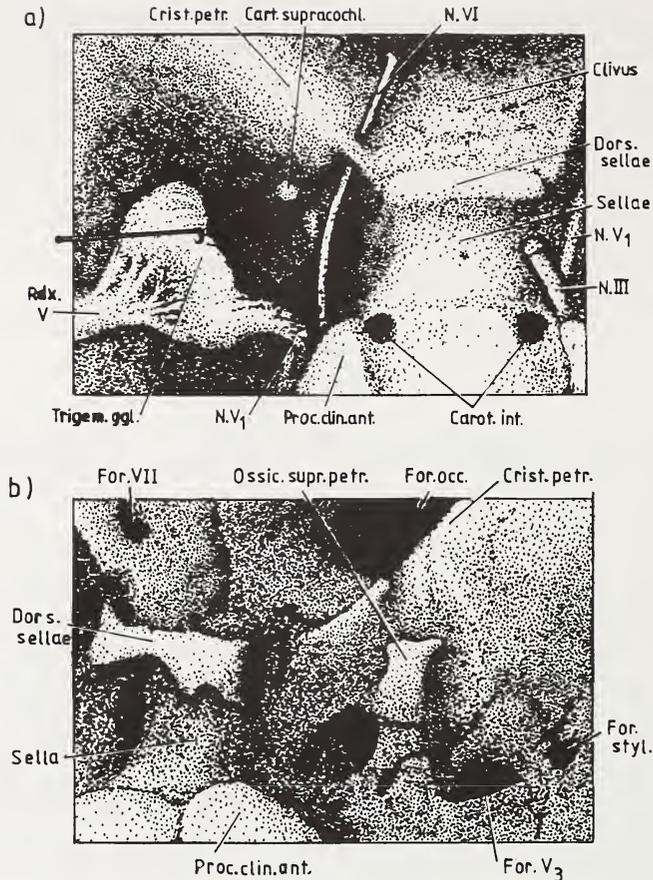


Abb. 7: a) Lage einer rechtsseitigen Cartilago supracochlearis beim Neonatus, freigelegt durch Verziehen des Trigeminalganglion nach frontal/lateral. Die Lage der Cartilago entspricht der Einstichstelle der Nadel an der Grenze von mandibularem und maxillarem Teil des Ganglions. b) Linkes, an der Vorderseite des Os petrosum fixiertes Ossiculum suprapetrosum beim Adulten. Auch hier zeigt sich die Lage an der medialen Grenze des mandibulären Ganglionteiles, was an der Gestaltung der Impressio trigemini deutlich erkennbar ist.

liegt eine dornartige Struktur vor, die in den oberen Rand des Ganglion semilunare, meist an der Grenze der Radix motorica, hineinragt und sich teilweise als feines Band fortsetzt.

Die Innenstruktur der Elemente zeigt in der Fetalzeit hyalinen Knorpel, beim Neonaten lassen sich Übergänge in Knochengewebe mit deutlichen Howshipschen Lakunen erkennen.

Bei Primaten ist weder an embryologischem noch adultem Material etwas über Cartilagine oder Ossicula bekannt. Entsprechende Untersuchungen haben nur Sinn, wenn sie an Feuchtmaterial vorgenommen werden. Das Kölner Institut bot dazu

Tabelle 5: Tabellarische Übersicht über den Abstand von Petrosium und Proc. alicochlearis, sowie die Größenverhältnisse der Cartilagine supracocheares im eigenen Schnittserienmaterial von Homo im Alter zwischen der 8. und 18. Woche.

Serien-Nr.	Alter in Wochen	SSL	Commissura alicochlearis bzw. Abstand in $\mu$ zwischen Petrosium und Proc. alicochlearis		Cartilagine supr.cochlear. Größe in $\mu$ als Mittelwert zw. Höhe u. Breite bzw. Höhe u. Länge	
3 855	?	22.1	80	100	—	—
3 856	8.	21.5	120	60	—	—
4 810	8.—9.	20.8	+ (blast.) +		—	—
4 297	8.—9.	21.6	90	60	—	—
4 725	9.	19.8	30	50	42	135
4 736	9.—10.	24.7	+ (blast.) +		—	—
4 295	?	25.2	180	120	—	—
4 319a	10.	33.6	210	90	125	110
4 754	10.	36	30	75	—	—
4 755	10.	36.1	+	+	315	345
4 752	10.	26.6	50	90	—	—
4 302	9.—10.?	?	50	100	—	115
4 751	10.	27.3	150	180	—	—
4 737	10.	28	50	50	190	155
1 000	?	29	54	48	125	—
4 757	10.—11.	30	60	60	—	—
4 320	?	31.2	50	35	—	—
4 783	11.	31	420	330	100	100
4 801	11.	39	80	+	—	—
4 760	11.	46	240	210	—	40
4 941	11.—12.	47.5	60	30	387	400
4 742	11.—12.	51	210	180	—	—
XII b	?	47	60	90	—	—
4 931	12.	51.8	90	45	—	—
4 858	13.	75.2	130	90	—	340
4 826	14.	87.8	480	480	305	565
4 860		104	150	180	—	—
4 832	18.	145	690	300	470	435

Gelegenheit. Bei keinem der 12 Objekte, weder neonaten noch adulten, ist irgendeine Spur von entsprechenden Knorpel- oder Knochenelementen zu finden.

### Diskussion

#### 1—3 Trigeminus- und Abducensbrücken sowie Tentorium-verknöcherung

Tab. 1 und Abb. 2 erlauben die Aussage, daß im Primatenstamm die Trigeminusbrücken wie auch die Knochenbildungen im ventralen Tentorium Erscheinungen der mehr ursprünglichen Formen sind und im wesentlichen mit den Cebidae ihr Ende finden. Wo unter Callitrichidae oder im Genus *Papio* noch Trigeminusbrücken vorhanden sind, erreichen sie (außer bei *Papio anubis*) nur eine unvollständige Ausbildung.

Tabelle 6: Befunde der Literatur hinsichtlich der Cartilagines supracochleares (bzw. Ossicula suprapetrosa) der Commissura aliochlearis und der Taeniae interclinoideae in der Entwicklung von Homo. R: plast. Rekonstr., G: graph. Rekonstr., S: Schnittserienbefunde, Rö: Röntgenbefunde, M: Makroskop. Befunde, †: fast regelmäßig.

Homo 20 mm — 5 Jahre	SSL mm	Autoren	Technik s. o.	Cartil. supracochl.	Comm. aliochl.	Taenien
	20	Kernan 1916	R	— —	—	— —
	21	Lewis 1920	R	— —	— —	— —
	21	Hochstetter 1940	S	? ?	— —	+ —
	21	Fischer 1903	?	? ?	? ?	+ +
	28	Levi 1900	R	— —	— —	— —
	29,2	Hochstetter 1940	S	— —	+ +	— —
	?	Gaupp 1902	?	? ?	? ?	+ +
	30,0	Fawcett 1910 a, b	R	? ?	+ +	— —
10 Embryonen	27—32	Müller u. O'Rahilly 1980	G		66 %	— —
(nach Reinbach)	30	Jacoby 1894	R	— —	+ +	— —
	30	Macklin 1921	R	+ +	— —	— —
	34	Youssef 1964	R	— —	+ +	+ +
	40	Macklin 1914	R	+ +	— —	— —
	49	Hauschild 1937	R	— —	— —	— —
	50	Hauschild 1937	R	— —	— —	— —
	32	Bersch u. Reinbach 1970	R	— —	— —	— —
	59	Hochstetter 1940	S	— —	+ +	— —
	80	Grube u. Reinbach 1976	R	+ +	— —	— —
	80	Hertwig 1906	R	— —	— —	— —
	81	James et al. 1980	S	? ?	— —	? ?
	93	Reinbach 1963	R	— —	— —	— —
	110	Fawcett 1910	S	? ?	— —	? ?
	120	James et al. 1980	S	? ?	— —	? ?
	180	Kollmann 1907	R	— —	? ?	— —
Neonati, 10 Obj.		Lang 1977	M	† †		1/10
Neonati, ? Obj.		v. Spee 1896	?			† †
3. Monat		Currarino 1974	Rö	+ +		
8. Monat		Redlich 1963	M	+ +		
10. Monat		Currarino 1974	Rö	+ +		
2 Jahre		Currarino 1974	Rö	+ +		
2,5 Jahre		Redlich 1963	M	+ +		
3 Jahre		Redlich 1963	M	— +		
3,5 Jahre		Redlich 1963	M	+ +		
4 Jahre		Currarino 1974	Rö	+ +		
5 Jahre		Redlich 1963	M	+ +		

Obwohl eine formale Korrelation von Trigemiusbrücken und Tentoriumverknöcherungen nicht festzustellen ist, sprechen folgende Befunde für einen relativ engen Zusammenhang:

1. Die weitgehend gemeinsame Erscheinung dessen, was wir einen „doppelten Boden“ der mittleren Schädelgrube bei Lemuriformes genannt haben.
  2. Die bei fast allen Formen, bis zum Menschen herauf, lateral stärkere Brückenwurzel.
  3. Die Zusammensetzung des medialen Brückenanteiles aus flachen Knochenscherben bei *Pongo* und *Homo* (Abb. 4 und 5).
  4. Der Anschluß der Lemuridenbefunde an diejenigen bei *Tupaia*.
- Die positive formale Korrelation zwischen Abducens- und Trigemiusbrücken bei

Tabelle 7: Befunde der Literatur hinsichtlich der Cartilaginee supracochleares (bzw. Ossicula suprapetrosa) der Commissura alicochlearis und der Taeniae interclinoideae in der Entwicklung von Primaten. R: plast. Rekonstr., Gr: graph. Rekonstr., S: Schnittserienbefund, ○: Aufhellung, R: Röntgenbefund, M: makroskop. Befunde. ><: nahe Berührung, +: eher Restknorpel, siehe Text.

Primates	SSL mm	Schäd. länge mm	Autoren	Technik s. o.	Cartil. supracochl.	Comm. alicochl.	Taenien
<b>Insectivora</b>							
Tenrec	23,5		Leimgruber 1939	R	— —	+ +	— —
Setifer	20,4		Roux 1947	Gr	— —	+ +	— —
Chrysochloris	28,0		Roux 1947	Gr	— —	— —	— —
Erinaceus	19,0		Fawcett 1918	R	— —	+ +	— —
Suncus	?		Roux 1947	Gr	— —	+ +	— —
Talpa	27,3		Fischer 1901	R	— —	+ +	— —
Elephantulus	17,0		Roux 1947	Gr	— —	+ +	— —
Myotis capaccinii	10,0		Frick 1954	R	— —	+ +	— —
Myotis myotis	18,0		Frick 1954	R	— —	+ +	— —
Miniopterus schreibersii	17,0		Fawcett 1919	R	— —	+ +	— —
Rhinolophus rouxii	15,0		Sitt 1943	R	— —	+ +	— —
Pteropus semindus	15,0		Starck 1943	R	— —	+ +	— —
<b>Tupaiformes</b>							
Tupaia javanica	20,0		Henckel 1928 a	R	— —	+ +	? ?
Tupaia belangeri	15,0	8	Spatz 1964	R	— —	+ +	— —
Tupaia belangeri	37,0		Zeller 1983	R	(+) (+)	+ +	— —
Tupaia belangeri	59,0	25	Spatz 1964	R	(+) (+)	+ +	— —
<b>Strepsirhini</b>							
<b>Lemuridae</b>							
Microcebus murinus	13,2		Bähler	R	— —	+ +	— —
Lemur catta	25,0		Henckel 1928 b	S	? ?	+ +	? ?
<b>Indriidae</b>							
Avahi laniger	39,0	17	Frei 1938	R	— —	— —	— —
Propithecus sp.		26	Starck 1962	R	— —	+ +	— —
<b>Lorisidae</b>							
Nycticebus cougang	30,0		Henckel 1927	R	— —	— —	— —
Loris tardigradus	22,0		Ramaswami 1957	○	— —	— —	— —
Loris tardigradus	27,0		Ramaswami 1957	○	— —	— —	— —
Galago senegalensis	19,0		Kanagasuntheran 1962	R	? ?	— —	? ?
<b>Tarsiiformes</b>							
Tarsius sp. ält. Keiml.			Hochstetter 1940	S	? ?	? ?	— —
Tarsius b. bancanus	24		Fischer 1905, Henckell 1927	R	— (+)	— +	— —
Tarsius b. bancanus	55		Wünsch 1975	R	— —	? ?	2/3 2/3
<b>Platyrrhini</b>							
<b>Callithricidae</b>							
Callithrix jacchus	20,0	7,5	Simon 1981	R	— —	— —	— —
Saguinus tamarin	58,0	25	Müller 1981	R	— —	— —	— —
<b>Cebidae</b>							
Saimiri sciureus	24		Henckel 1928 b	R	— —	— —	— —
Aotus trivirgatus	25,5		Starck (unpubl.)	R	— —	— —	— —
Aotus trivirgatus	76,0		Starck (unpubl.)	R	— —	— —	— —
Pithecia monacha		29	Tobias (unpubl.)	R	— —	— —	— —
Alouatta sp.	29,0		Henckel 1928 b	S	? ?	— —	? ?
Alouatta caraya	36,0		Kummer i. Starck 1967	R	— —	— —	— —
<b>Catarrhini</b>							
<b>Cercopithecinae</b>							
Macaca fuscata	58		Herbert 1983	R	— —	— —	— —
Macaca mulatta	?	85	Herbert 1983	M	? ?	? ?	—><—
Macaca fascicularis	25		Fischer 1903	R	— —	— —	+ +
Papio hamadryas	33		Reinhardt 1957/58	R	— —	+ +	—><—
<b>Colobinae</b>							
Presbytis auratus	53		Fischer 1903	R	— —	— —	— —
<b>Pongidae</b>							
Pan troglodytes	71		Starck 1960/73	R	— —	— —	— —

Tabelle 8: Korrelation der Trigemiusbrücken zu Abducensbrücken bei Lorisiformes.

	V.-brücken		VI.-brücken	
	%	n	%	n
Loris tardigradus	42	7°	25	8°
Nycticebus	70	10°	25	8°
Perodicticus potto	8,5	24°	16,5	24°
Galago allenyi	100	6°	100	6°
Galago senegalensis	94	18°	100	15°
Galago crassicaudatus	94	36°	97	34°
Galagoides demidovii	91	31°	95	28°
	n'' = 7		r = 0,88	
bei Papio und Theropithecus				
Papio sphinx	7	14°	41	12°
Papio leucophaeus	0	18°	27	18°
Papio comatus	25	4°	100	5°
Papio cynocephalus	15	20°	50	20°
Papio doguera	21	32°	64	32°
Papio papio	0	6°	41	6°
Papio hamadryas	3	30°	26	26°
Theropithecus	0	14°	49	14°
	n'' = 8		r = 0,84	
			Vb 95 %	

Lorisiformes und acht *Papio*-Arten (Tab. 8) scheint sehr speziellen Bedingungen zu folgen. Allerdings ist eine gleiche Korrelation auch bei einer Gruppe von 32 Simiaformen festzustellen (Tab. 11 b).

Bei Hominoidea und auch im engeren Rahmen von Ponginae erreicht eine formale Korrelation zwischen der Trigemiusbrücke und dem Condylionindex knapp den Vertrauensbereich von 95 %. Die wichtige Steuerung des Schädelgleichgewichtes auf den Condylen, die sich in dem Condylionindex nach Schultz 1955 ausdrückt, scheint bei Hominoidea auch Einfluß auf die Gestaltung der Trigemius-, enger begrenzt, auch auf die Abducensbrücken zu haben.

Formale Korrelationen der Trigemiusbrücken zum Anstellwinkel  $\lambda$  bei Hominoidea (ohne *Homo*), zum Winkel  $\varepsilon$  bei Ponginae und Hominoidea, sowie — zunächst überraschend — zum Praebasialen Winkel  $2$  bei Hominoidea sind in Tab. 11 b ausgewiesen. Bei 30 Simiaformen existiert sogar eine formale Korrelation zur Häufigkeit der Taenien (Tab. 11 b).

Unter Berücksichtigung des immer noch spärlichen Materials darf nur mit gewisser Reserve angenommen werden, daß die Trigemiusbrücken bei Strepsirrhini und Cebidae schon in juvenilem und subadultem Alter auftreten im Gegensatz zu den seltenen Fällen bei Catarrhini und *Homo*, wo sie relativ spät, d. h. nach dem Zahnwechsel, beobachtet werden.

Die Vorstellung des Erstbeschreibers Gruber (1859) erscheint bestätigt, der Trigemius- und Abducensbrücken streng getrennt wissen wollte. Die Trigemiusbrücke schrieb er dem verknöcherten Tentorium, die Abducensbrücke einer Bandverknöcherung zu. Ihre unterschiedliche Natur läßt sich auch in dem abweichenden Muster der Korrelationen (Tab. 11 b) ablesen.

Die Abducensbrücke ist nach Abb. 2 unter den untersuchten Varianten diejenige, die — abgesehen von Indriidae und *Tarsius* — bei fast allen Primatengruppen, wenn auch in wechselvoller Häufigkeit, zu finden ist.

Callitrichidae nehmen durch die starke Vertretung der Abducensbrücke und das Fehlen von Tentoriumverknöcherungen mit entsprechend spärlicher Ausprägung von Trigemiusbrücken, von Brücken in der Pterygoidealregion und Taeniae interclinoidae eine Sonderstellung ein.

Die Kopplung von Trigemiusbrücken und solchen in der Pterygoidealregion bei Strepsirrhini (Abb. 2) wird bei Cercopithecoidea durch Brücken über dem N. abducens und in der Pterygoideusregion sowie Taenien bei wechselndem quantitativen Verhalten abgelöst.

Andererseits scheint von Callitrichidae bis zu Hominoidea eine gewisse Kopplung zwischen dem Auftreten der beiden Brückenformen zu existieren, und zwar in dem Sinne, daß bei gemeinsamem Auftreten in einer Spezies die Abducensbrücken häufiger und vollständiger sind.

Echte Korrelationen der Abducensbrücken zu anderen Merkmalen (Anstellwinkel  $\lambda$ , Taenien, Sphenobasalwinkel und Praebasialer Winkel 1) beschränken sich auf die größtmöglichen Wertegruppen von Simiae (Tab. 11 b).

Für Catarrhini scheint charakteristisch zu sein, daß beide Brückenformen relativ spät, postnatal bis zur Vervollständigung des permanenten Gebisses, auftreten (Tab. 1 c—e): *Macaca nemestrina*, *Papio anubis*, *Colobus angolensis*, *Hylobates lar* und *Pongo*). Auch für den Menschen sind Brückenbildungen am n. trigeminus und n. abducens erst im späteren Kindesalter bekannt.

Wie bei der Trigemiusbrücke erscheint bei Strepsirrhini auch die Abducensbrücke, selbst in kompletter Form, sehr früh (*Hapalemur*, *Lemur fulvus*). Die Abbildung eines neonaten *Loris tardigradus* durch Ramaswami (1957) bestätigt den Befund. Starck (1962) findet bei einem *Propithecus*-Embryo von 26 mm Kopflänge, daß „die processus clinoidi posteriores nach lateral vorspringen und die Nervi abducens überbrücken“ (also beidseitig!). Zwei adulte *Propithecus*-Exemplare im vorliegenden Material zeigen nur geringe Anlagen für Abducensbrücken, aber weitgehend vollständige Trigemiusbrücken. Wie weit in der Starckschen Serie die Überbrückung homokontinuierlich und vollständig ist, geht aus der Beschreibung nicht hervor.

Gemeinsam verstärkte Häufigkeiten der verschiedenen Merkmale bei bestimmten systematischen Gruppen lassen daran denken, daß hier besondere Beziehungen der Merkmale zueinander zu erwarten sind. Das gilt für die Gemeinsamkeit hoher Merkmalshäufigkeit:

- a) von Trigemiusbrücken, Tentoriumverknöcherungen und Civinibrücken bei Lemuridae.
- b) von Abducens- und Trigemiusbrücken, sowie Hyrtlschen Brücken bei Loriformes.
- c) von Abducensbrücken, Hyrtlschen Brücken und Taenien bei Cercopithecoidea.

Bei Platyrrhini, allen Catarrhini und Hominoidea ist hinsichtlich der Brücken in der Pterygoideusregion für vorliegendes Material keine Korrelation festzustellen. Trotz der auffälligen gemeinsamen Häufigkeitsverteilung ventraler Tentoriumverknöcherungen und Trigemiusbrücken liegt bei Lemuridae und Cebidae keine for-

male Korrelation vor. Das gleiche gilt für das Verhalten der Civinibrücken zu den Trigemini- und Abducensbrücken bei Lemuridae oder der Hyrtlschen Brücken zu Trigemini- und Abducensbrücken bei Loriformes.

Bei den *Papio*-Arten ist im Gegensatz zu der formalen Korrelation von Trigemini- und Abducensbrücken untereinander eine entsprechende Beziehung der Hyrtlschen Brücken zu ihnen nicht zu beobachten.

Gegen die Deutung der Brückenbildungen über die beiden Nerven als Reste eines primären Schädelbodens (Voit 1919, Veit 1947, Neiss 1961) sprechen:

1. Die großen Häufigkeitsdifferenzen bei relativ nahestehenden Spezies unter Hominoidea und Cercopithecoidea.
2. Die ontogenetisch relativ spät progressive Anlage sowie die äußerst seltene Beobachtung entsprechender Erscheinungen am Chondrocranium von Primaten. Der Befund bei *Propithecus* (Starck 1962) blieb bisher ein Einzelfall.
3. Die engen Beziehungen der Trigemini-Brücken zu Duraverknöcherungen, die bei Strepsirrhini als ubiquitär anzusehen sind, aber auch bei *Pongo* und *Homo* gelegentlich erscheinen können. Doch darf nicht übersehen werden, daß Trigemini-Brücken auch ohne jede Spur von Tentoriumverknöcherungen auftreten (*Tarsius*).

Hinsichtlich der Ableitung von Abducensbrücken vom primären Schädelboden besteht Übereinstimmung mit Starck, der in der Vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere (1979) die früher (Starck 1965) vertretene Vorstellung der Zusammengehörigkeit der Abducensbrücken mit den Restknorpeln, also Resten eines primären Schädelbodens, aufgegeben hat.

Soweit die vorliegenden Zahlen ausreichen, kann eine deutliche Bindung von Brückenanlagen zum Geschlecht nicht festgestellt werden, was auch für besonders komplette Anlagen wie bei *Pongo*, *Pan paniscus* und *Gorilla g. beringei* gilt. Der Befund ist insofern von Bedeutung, als bei einer eventuellen funktionellen Deutung der Brückenbildungen eine unmittelbare Beziehung zum Kauapparat höchst unwahrscheinlich ist, da gerade dieser bei vielen Primaten besonders deutlich geschlechtsspezifische Ausbildung aufweist.

Hinsichtlich beider Brückenbildungen ist eine formale Korrelation zu den Basion-Nasion-Werten (also einem Maß der absoluten Schädelgröße) für acht *Papio*-Spezies nachzuweisen, für acht Hominoidea-Spezies dagegen nicht (Tab. 9).

Dabei ist daran zu erinnern, daß bei den gleichen *Papio*-Arten auch eine echte Korrelation zwischen den Häufigkeiten der beiden Brückenformen untereinander existiert (Tab. 8). Dies ist insofern überraschend, als eine Korrelation der Brückenhäufigkeit zu anderen Kennzeichen (Anstellwinkel  $\lambda$ , Basisknickungen, dem Lagerverhältnis von Kiefergelenk und Eurion oder von Alveolarbreite zur Jochbogenbreite, zur Orbitabreite u. a.) bei diesen Formen nicht gegeben ist. Allein bei Colobinae ist das Alveolarbogen-Jochbogen-Verhältnis als formal korreliert zu den Häufigkeiten der Abducensbrücken anzusehen ( $n = 6$ ,  $r = -0,82$ ). Der negative Wert sagt, daß dem kleineren Alveolarbogen-Jochbogen-Verhältnis die größere Tendenz zu Abducensbrücken entspricht (Tab. 10). Dies ist der einzige Fall unter vielen Prüfungen, daß eine der hier untersuchten Varianten Beziehungen zu einem Quermaß des Schädels zeigt.

Tabelle 9: Korrelationen von Trigeminusbrücken/Basion-Nasion und Abducensbrücken/Basion-Nasion im Genus *Papio* und *Theropithecus*.

	V.-brücken		Basion-Nasion		VI.-brücken	
	%	n	mm	n	%	n
<i>Papio sphinx</i>	7	14°	83,1	8 <sup>fr, °</sup>	41	12°
<i>Papio leucophaeus</i>	0	18°	80,1	11 <sup>fr, °</sup>	27,5	18°
<i>Papio comatus</i>	25	4°	87,8	5 <sup>fr, °</sup>	100	5°
<i>Papio cynocephalus</i>	15	20°	79,5	31 <sup>fr</sup>	50	20°
<i>Papio doguera</i>	21,5	32°	84,4	15 <sup>fr</sup>	64	32°
<i>Papio papio</i>	0	6°	81,7	11 <sup>fr</sup>	41	6°
<i>Papio hamadryas</i>	3,5	30°	78,7	16 <sup>fr</sup>	26	26°
<i>Theropithecus</i>	0	14°	78,8	4 <sup>fr</sup>	49	14°
	n'' = 8	r = 0,75	Vb 95 %	n'' = 8	r = 0,83	Vb 95 %

Tabelle 10: Korrelation der Häufigkeit von Abducensbrücken zum Verhältnis von Alveolarbogenbreite zur Jochbogenbreite bei *Colobinae*.

	VI-brücken		Alv.bg.-breit./Jo.bg.breit.	
	%	n	%	n
<i>Colobus verus</i>	18	22°	41,9	32 <sup>vo</sup>
<i>Colobus badius</i>	45	16°	43,2	47 <sup>vo</sup>
<i>Colobus polycomus</i>	26	42°	47	38 <sup>vo</sup>
<i>Nasalis larvatus</i>	35	20°	41,5	15 <sup>vo</sup>
<i>Presbytis cristatus</i>	66	24°	30,4	60 <sup>d</sup>
<i>Presbytis entellus</i>	16,5	10°	44,9	11 <sup>vo</sup>
	n'' = 6	r = -0,82	Vb 95 %	

4 *Taeniae interclinoideae*, ihre Korrelationen und ihre Entwicklung In vorliegendem Material wurden *Taeniae interclinoideae* unter *Strepsirrhini* nur bei einem einzigen unter 24 Individuen einer Art, und zwar als beidseitige Anlage bei *Galago crassicaudatus* gefunden. Simons et al. (1989) bilden, ebenfalls beidseitig, *Taenien* bei *Galago senegalensis* ab. Da sich unter den hier untersuchten *Strepsirrhini* ansonsten bei 22 Spezies mit 113 Individuen nichts entsprechendes fand, dürften die beiden Befunde als Einzelfälle gelten.

Desgleichen stellt die solide Seitenwand der Hypophysengrube bei *Daubentonia*, wie sie von Starck 1953 und Hofer 1958 beschrieben und hier an vier weiteren Objekten bestätigt wurde, eine Besonderheit dar. Zur Frage, wie der Zustand der knöchernen Seitenwand der Hypophysengrube zustande kommt, ob durch Verwachsung der *Processus clinoides* oder durch Einsenkung der Hypophyse, sind die beiden jugendlichen Stadien in Leiden wegen unvollständiger Mazeration nicht aussagefähig. Durch die hier angewandte Spiegeltechnik ist auch bei den adulten Objekten nicht zu klären, ob die Seitenwand komplett ist. Dies ist hinsichtlich des Verlaufes der allerdings rudimentären *A. carotis interna* (Zuckerkanndl 1899) von Bedeutung. Bei anderen Primaten wurde Entsprechendes unter immerhin 1220 Individuen nicht beobachtet. Unter 2187 menschlichen Schädeln hat Keyes (1935) bei einem Neger-Cranium auf einer Seite eine komplett knöcherne Seitenwand und auf der anderen

Seite eine mit einem Foramen ausgestattete Struktur beschrieben. Zur Frage der A. carotis interna ist auch dort nicht Stellung genommen. Das Auftreten dieses Extremitätenfalles beim Neger-Cranium ist vielleicht nicht ganz zufällig, da hier generell die Häufigkeit der Taenie größer ist (s. u.).

Im übrigen scheint sich nach Abb. 2 die Taenienbildung unter Primaten auf Cebidae und Catarrhini zu beschränken. Auch wenn ihre prozentuale Häufigkeit durchweg unter 50 % bleibt, ist sie dort durchweg wesentlich größer als bei *Homo*. Die Variabilität bei nahestehenden Formen ist sehr eindrucksvoll, Tab. 1c–e (z. B.: *Gorilla g. gorilla*, *Gorilla g. beringei*, *Hylobates lar/Hylobates moloch*, *Presbytis aygula/Presbytis cristata*, *Papio sphinx/Papio leucophaeus*, *Cercopithecus nictitans/Cercopithecus mona* oder *Ateles paniscus/Ateles geoffroyi*).

Formen mit großen Taenienhäufigkeiten zeichnen sich oft auch durch eine in ihrer systematischen Umgebung besondere Körpergröße aus (*Galago crassicaudatus* — „Riesengalago“, *Alouatta*, *Ateles*, mehrere *Papio*-Arten, unter Hominoidea *Pongo* und *Gorilla g. beringei*).

Wie bei Trigemini- und Abducensbrücken wurde geprüft, ob sich Korrelationen zwischen der Taenienhäufigkeit und Werten der Basion-Nasion-Strecke ergeben. Für acht *Papio*-Arten und elf Hominoidea- bzw. sechs Ponginae-Spezies ist dies nicht der Fall. Für Cebidae müßte die Frage an größerem Material noch einmal aufgenommen werden.

Die Werteserien von größeren Individuen- und Speziesgruppen bei Hominoidea sowie die deutlich größere Differenzierung der Werteserien für Taenien interclinoideae führten fast zwangsläufig zu einer ausgedehnteren Korrelationsrechnung an 10 (bzw. 11) Spezies und 9 Merkmalen (Tab. 11a und 11b). Den oberen Teil der Tab. 11a nehmen Werte von Platyrrhini und Cercopithecoidea ein, soweit sie derzeit in der Literatur und im eigenen Material vorliegen. Sie sind sehr unvollständig, werden in der Tab. 11b in den Spalten „alle Werte“ mit berücksichtigt und mögen als vorläufiger Hinweis dienen, wo weitere Unterlagen fehlen.

Da alle Korrelationsrechnungen hinsichtlich der Brücken in der Pterygoidealregion einerseits und den vorgenannten Merkmalen andererseits generell nur zu einem sehr niedrigen Korrelationskoeffizienten führten, wurde auf ihre Wiedergabe in Tab. 11b verzichtet. Die Werteserien für Trigemini- und Abducensbrücken wurden bereits abgehandelt.

Bevor auf die Einzelbefunde der Tab. 11b einzugehen ist, sei auf ein Randergebnis hingewiesen. In Tab. 11a liegen die Werte für den Condylionindex, den Anstellwinkel  $\lambda$ , die Taenienhäufigkeit, den Sphenobasalwinkel und die beiden Praebasalen Winkel bei *Pan paniscus* im Rahmen der Ponginenwerte den Werten von *Homo* am nächsten. Allerdings ist zumeist der Abstand der *Paniscus*-Werte zu den menschlichen größer als zu denen der übrigen Ponginen. Der Befund mag im Licht der jüngeren Diskussion über die größere Nähe der Hominidenwurzel zu *Pan paniscus* Berücksichtigung finden (siehe Zihlman et al. 1978, Lowenstein & Zihlman 1984).

Wenn man zunächst von der Taenienhäufigkeit ausgeht, finden sich echte, positive Korrelationen mit dem Vertrauensbereich von 95 % für den Anstellwinkel  $\lambda$  bei Hominoidea und der Simia-Gesamtgruppe, den Condylionindex bei Ponginen, Hominoidea und Gesamtsimia, den ersten Praebasalen Winkel bei Ponginae und für den Praebasalen Winkel 2 bei Hominoidea und Simia-Gesamtgruppe.

Dieser Befund wird verständlicher, wenn man die zahlreichen Korrelationen zwischen Condylionindex und Anstellwinkel  $\lambda$  einerseits und den beiden Praebasialen Winkeln andererseits berücksichtigt. Die Korrelationen der Taenien folgen denjenigen der Hinterkopfregion zu solchen der vorderen Schädelbasis (Pb1, Pb2 und — in geringerem Maße — des Sphenobasalwinkels).

Zahlreiche positive Korrelationen errechnen sich zwischen Sphenobasalwinkel und Anstellwinkel  $\lambda$ . Ebenfalls reich sind die Korrelationsverhältnisse zwischen Anstellwinkel  $\lambda$  und dem Condylionindex einerseits und den praebasialen Winkeln andererseits. Die Unterschiede im Korrelationsverhalten der beiden Praebasialen Winkel und des Sphenobasalwinkels sind schwer vereinbar mit dem Vorgehen von Autoren, für die es nur einen einzigen Basisknick gibt (Björk 1955, Anderson & Popovich 1983), und damit die Arbeiten von Kummer 1952, Starck 1953 und Hofer 1954, 1955, 1958 und viele weitere unberücksichtigt bleiben können.

In die Sprache der Morphologie übersetzt, bedeuten vorstehende Befunde: In die sehr starke Korrelation eines größeren Anstellwinkels der Hinterhauptschuppe und zunehmend occipital gelegener Schädelkondylen zur Streckung der Praebasialen Winkel, in geringerem Maß auch zum Sphenobasalwinkel, paßt sich — weniger bedeutsam — auch die Häufigkeit der Taenien ein.

Ohne weiteres ist verständlich, daß der Anstellwinkel  $\lambda$  und der Condylionindex korrelieren, da weitgehend ähnliche Meßgrößen in die beiden Erscheinungen eingehen. Dabei mag der Anstellwinkel mehr den Einfluß der Occipitalregion, der Condylionindex die Gleichgewichtsverhältnisse des Schädels auf den Kondylen repräsentieren. Der Gedanke, daß die mit dem Anstellwinkel sich ändernde Resultierende der Nackenmuskeln nicht nur die Kondylenregion, sondern auch die Schädelbasis beeinflusst, findet sich schon bei Demes (1985). Sicher nicht zufällig hat Schultz (1955) bei der Bearbeitung des Schädelgleichgewichtes bei Primaten, definiert durch den Kondylionindex, das Condylion und nicht das Basion, sowie die Stellung der Occipitalfläche und nicht die Ebene des Foramen occipitale magnum herangezogen, welches letzterem mit seinen Rändern eine Kraftaufnahme nicht zuzusprechen ist.

Zu den hier ermittelten Beziehungen zwischen der Gestaltung der Occipitalregion und den Streckungsverhältnissen der praebasialen Region bilden die Schädeluntersuchungen von Smit-Vis (1981) an experimentell bipeden Ratten eine vorwegnehmende Bestätigung vorliegender Befunde. Die erzwungene Stellungsänderung in der Occipitalregion bei den bipeden Ratten führt zu „stronger dorsal flexion of anterior cranial base“. Das entspricht den bei Primaten nachweisbaren Korrelationen von gestreckten Basiswinkeln zu größeren Anstellwinkeln und größerem Condylionindex sowie — in geringerem Maß — zu häufigerer Ausbildung von Taenien. Die Extremfälle von *Daubentonia* und *Megaladapis* zeigen, daß die Korrelationen von Taenien und Streckung der Basiswinkel nicht absolut bindend sind. *Daubentonia* mit der kompakten Seitenwand der Hypophysengrube hat einen klinokranialen Schädelbau, bei *Megaladapis* sind trotz deutlicher Airorhynchie Taenienanlagen nicht bekannt (siehe Hofer 1953).

Wenn es sich hier um multifaktorielle Einwirkungen mit Summationseffekten (Starck 1953) und evtl. auch Subtraktionswirkungen handelt, wären die Varianten bei sich nahestehenden Formen verständlich. Drei Faktoren im Zusammenhang mit der Taenienhäufigkeit treten schon in Form der Körpergröße, des Einflusses der Occipitalregion und der mehr oder weniger gestreckten Schädelbasis in Erscheinung.



Schädelbasisvarianten im Primatenstamm

Table 11b: Korrelationen des in Tabelle 11a angegebenen Materials  $r =$  Korrelationskoeffizient,  $n'' =$  Zahl der in die Korrelationsrechnung eingebrachten Meß-Serien. Obwohl entsprechende Werteserien für Nicht-Hominoidea-Formen nur in begrenzter Zahl im eigenen Material und in der Literatur vorliegen, werden die Rechnungsergebnisse jeweils unter der Rubrik „alle Werte“ auch wiedergegeben. Sie erlauben bei entsprechend vorsichtiger Berücksichtigung der Rechnungsbasis (siehe Tabelle 11a) einen Schluß auf die Korrelationsverhältnisse im größeren Rahmen der Haplorhini, vielleicht sogar auf spezifische Evolutions-tendenzen bei Hominoidea, bzw. Ponginen. Da sich die Evolution des menschlichen Schädels in vielen Zügen von Ponginen, und weiter noch von Homi-noidea, abweichend vollzogen hat, wird sich diese in der Veränderung des Korrelationskoeffizienten bei Einbeziehung, bzw. Ausschaltung der menschlichen Meß-Serie positiv oder negativ kund tun. Aus diesem Grund werden die Korrelationen für Hominoidea und Ponginae mit und ohne die entsprechenden menschlichen Werte angegeben. Die massiven Punkte zeigen die Korrelationen mit dem Vertrauensbereich von 95 % an.

	VI-Brück. r	Cond. ind. r	Anst.wink. r	$\epsilon$ -wink. r	Taenien r	Sphen. bas. r	Pb1 r	Pb2 r
	n''	n''	n''	n''	n''	n''	n''	n''
V-Brücken	7	7	7	7	7	5	7	7
Pongin. + Homo	0,60	0,75	0,64	0,47	0,70	0,51	0,73	0,71
(ohne Homo)	6	0,83	0,77	0,95	0,63	0,46	0,73	0,69
Hyl. + Pong. + Homo	11	0,67	0,57	0,64	0,58	11	0,33	11
(ohne Homo)	10	0,85	0,81	0,82	0,56	10	0,28	10
alle Werte	32	0,1	0,37	15	0,37	30	0,35	18
VI-Brücken								
Pongin. + Homo	7	0,75	0,69	7	0,47	7	0,73	7
(ohne Homo)	6	0,62	0,37	6	0,40	6	0,55	6
Hyl. + Pong. + Homo	11	0,62	0,52	11	0,42	11	0,33	11
(ohne Homo)	10	0,36	0,12	10	0,36	10	0,28	10
alle Werte	18	0,33	0,52	15	0,35	30	0,50	18
Condyf. ind.								
Pongin. + Homo	7	0,98	0,98	7	0,66	7	0,98	7
(ohne Homo)	6	0,72	0,66	6	0,82	6	0,98	6
Hyl. + Pong. + Homo	11	0,01	0,98	11	0,64	11	0,84	11
(ohne Homo)	10	0,96	0,96	10	0,75	10	0,62	10
alle Werte	14	0,84	0,84	14	0,51	18	0,75	15
Anstellwinkel								
Pongin. + Homo	7	-0,34	7	0,55	7	0,98	7	0,96
(ohne Homo)	6	0,61	6	0,80	6	0,86	6	0,99
Hyl. + Pong. + Homo	11	-0,10	11	0,52	11	0,80	11	0,94
(ohne Homo)	10	0,62	10	0,65	10	0,04	10	0,89
alle Werte	15	0,62	15	0,59	15	0,77	13	0,57
$\epsilon$ -winkel								
Pongin. + Homo	7	-0,50	7	0,23	7	-0,50	7	-0,15
(ohne Homo)	6	0,38	6	0,50	6	0,38	6	0,57
Hyl. + Pong. + Homo	11	-0,43	11	0,06	11	0,69	11	-0,14
(ohne Homo)	10	-0,63	10	0,62	10	-0,63	10	0,32
Taeniae								
Pongin. + Homo	7	0,44	7	0,73	7	0,44	7	0,67
(ohne Homo)	6	0,64	6	0,84	6	0,64	6	0,77
Hyl. + Pong. + Homo	11	0,25	11	0,55	11	0,25	11	0,61
(ohne Homo)	10	0,59	10	0,16	10	0,59	10	0,69
alle Werte	16	0,52	16	0,52	16	0,52	18	0,58
Sphen. bas. wink.								
Pongin. + Homo	7	0,90	7	0,90	7	0,90	7	0,92
(ohne Homo)	6	0,85	6	0,85	6	0,85	6	0,88
Hyl. + Pong. + Homo	11	0,79	11	0,89	11	0,79	11	0,92
(ohne Homo)	10	0,70	10	0,70	10	0,70	10	0,85
alle Werte	16	0,90	16	0,90	16	0,90	16	0,89
Pb1-wink.								
Pongin. + Homo	7	0,99	7	0,99	7	0,99	7	0,99
(ohne Homo)	6	0,99	6	0,99	6	0,99	6	0,99
Hyl. + Pong. + Homo	11	0,93	11	0,93	11	0,93	11	0,93
(ohne Homo)	10	0,85	10	0,85	10	0,85	10	0,85
alle Werte	16	0,89	16	0,89	16	0,89	16	0,89

Der Winkel  $\epsilon$  nach Angst (1967), d. h. der Winkel zwischen Ober- und Unterseite des Clivus, zeigt allenfalls eine Korrelation zur Häufigkeit der Trigeminusbrücke und zum Condylionindex. Bei allen weiter vorn gelegenen Merkmalen wird eine engere Beziehung vermißt. Für alle Ponginen gilt, daß der Winkel  $\epsilon$  im weiblichen Geschlecht größer ist als im männlichen. Der Unterschied liegt aber durchweg innerhalb der Streubreite.

Die Tab. 11b erlaubt neben der Korrelation der verschiedenen Merkmale von Rechteck zu Rechteck auch einen Vergleich der Korrelationsfaktoren innerhalb des einzelnen Rechtecks für Ponginen allein, für Hominoidea und — soweit die bisher erhobenen Werte reichen — für den Simia-Stamm.

Es zeigen sich dabei folgende Möglichkeiten:

1. Die Korrelationsfaktoren bleiben in den drei Gruppen weitgehend gleich und hoch. Das gilt für das Verhältnis von Anstellwinkel zum Condylionwinkel, von der Taenienhäufigkeit zum Condylionindex, sowie vom Condylionindex und dem Anstellwinkel zu den beiden Praebasalen Winkeln und für die Praebasalen Winkel untereinander. Wir sehen in diesem Ergebnis einen Hinweis dafür, daß diese hohen Korrelationen für den ganzen Simia-Stamm gelten.
2. Der Korrelationsfaktor steigt vom Wert für Simiae, oder vom Hominoideawert zu dem der Ponginen (mit oder ohne *Homo*) an. Dieses Verhalten spricht für eine Verstärkung der Korrelationen mit der Evolution (siehe Pb1: Trigeminusbrücke, Pb2: Abducensbrücke, Taenienhäufigkeit: Pb1).
3. Der Korrelationsfaktor hat entsprechend fallende Tendenz (Winkel  $\epsilon$ /Sphenobasalwinkel). Die Korrelationsintensität läuft der Evolution entgegen.
4. Ein häufig deutliches Absinken oder Ansteigen des Korrelationsfaktors bei Ponginen nach Hinzunahme oder Ausscheiden der entsprechenden menschlichen Werte.

Zum ersten Fall:

Praebasalwinkel 1/Häufigkeit der Abducensbrücke, oder des Anstellwinkels/Abducensbrückenhäufigkeit, oder  $\epsilon$ -Winkel/Praebasalwinkel 1.

Zum zweiten Fall:

Condylionindex/Trigeminusbrückenhäufigkeit,  $\epsilon$ -Winkel/Trigeminusbrücke, Condylionindex/ $\epsilon$ -Winkel, Anstellwinkel/Taenienhäufigkeit, Condylionindex/Taenienhäufigkeit.

In letzteren Konstellationen kann man die Möglichkeit sehen, die positive oder negative Wirkung der Differenzierung zum Menschen auf die Korrelationen bei Ponginen abzuschätzen. So wird eine maximale Korrelation für die Beziehung Anstellwinkel/Pb2-Winkel bei Ponginen ohne *Homo*, dagegen für die Beziehung Sphenobasalwinkel/Condylionindex oder Sphenobasalwinkel/Anstellwinkel in der Kombination von Ponginen mit dem menschlichen Wert beobachtet.

Unsere Ergebnisse machen es wahrscheinlich, daß zumindest bei Ponginae den Taenien eine gewisse mechanische Bedeutung zugerechnet werden darf, was beim Menschen bei den völlig andersartigen Verhältnissen der Occipitalregion und der Schädelbasis nicht der Fall sein kann. Vielleicht erlauben sie ein wenig mit Maß und Zahl in den komplexen Gestaltungsmechanismus der Schädelbasis hineinzuleuchten.

Für die sehr verschiedenen Angaben zur Häufigkeit von Taenienanlagen beim Menschen können mehrere Gründe verantwortlich gemacht werden. Die verschieden-

sten Disziplinen der Medizin haben sich um Unterlagen bemüht und mögen nach Art und Menge des Ausgangsmaterials und der Untersuchungstechnik zu verschiedenen Ergebnissen kommen. Einige Autoren (Frick 1960, Pawlik 1967, Angst 1967) haben sicher mit Recht auf die sehr große individuelle Variabilität beim Primatenschädel hingewiesen, die aus der Vielfalt der einwirkenden Faktoren resultiert und auch für *Homo* gilt. Einen wichtigen Richtpunkt hat Keyes (1935) schon mit seinen Befunden an 2000 Originalschädeln gesetzt, aus dem sich eine Rassendifferenz in der Taenienhäufigkeit zwischen Weißen mit 7,3 % und Schwarzen mit 10,9 % ergibt (siehe auch die Tab. 4 mit den entsprechenden Zahlen für die Brücken in der Pterygoidealregion, sowie Ossenberg 1976).

Wie wichtig die Breite des Ausgangsmaterials ist, zeigt die Arbeit von Eggemann & Inke (1963), die an sechsfach kleinerer Zahl von Röntgenbildern zwar auch zu einer Rassendifferenz kommen, aber mit umgekehrtem Zahlenverhältnis (5,5 % : 2,8 %).

Besonders verwirrend sind klinische Angaben mit sehr hohen Häufigkeitsdifferenzen zwischen 8 und 50 %, sowie mit Bezügen zu den verschiedensten Krankheiten (Agati 1940: Geisteskrankheiten und Tuberkulose, Bokelmann 1934: Hypogenitalismus, Schneider 1939, Martin 1941, Carstens 1949, Patsch 1956: endokrine Störungen).

Wenn auch schon Camp (1924) aufgrund von sektions-kontrollierten Röntgenbefunden (ähnlich wie Marx et al. 1947) zur Vorsicht bei der zahlenmäßigen Auswertung von Röntgenbildern hingewiesen hatte, so bleibt die Diskussion über den Zusammenhang zwischen Mangel an Wachstumshormon und der Sellagröße bis ins Zeitalter des CT-Bildes (Smith et al. 1986) lebendig.

Wenn die dort genannten Häufigkeiten bei Erkrankungen (ohne Veränderungen am Skelett) zutreffen, dann werden Angaben über vermeintliche Normalhäufigkeiten auch anhand großer anthropologischer und anatomischer Sammlungen sehr unsicher. Denn auch wenn das Material nach der Rassenzugehörigkeit wohl definiert ist, braucht der Einzelschädel keine Hinweise auf vorliegende oder vorausgegangene Erkrankungen zu zeigen.

Auch in der Frage der Ontogenese der Taenien beim Menschen zeigt die Literatur ein sehr verwirrendes Bild. Zwei Handbuchartikel (v. Spee 1896, Stadtmüller 1936) haben in der ersten Hälfte des Jahrhunderts die Vorstellung geprägt, daß generell beim menschlichen Embryo knorpelige Taenien existieren, die in den meisten Fällen sekundär in der Mitte zu Bandstrukturen zurückgebildet und bei einigen Individuen in knöcherne Taenien übergeführt würden.

Diese Darstellung fand Unterstützung in den Angaben von damals kompetenten Human-Embryologen (Gaupp 1902, Fischer 1903), man habe solche knorpeligen Taenien bei Embryonen gesehen, wobei aber genauere Angaben über Alter, Ein- oder Doppelseitigkeit, Vollständigkeit, Untersuchungstechnik u. a. m. fehlten. Die Vorstellung wurde auch von Vertretern der vergleichenden Embryologie (Voit 1909, 1919, Wegener 1920, Veit 1947, Neiss 1961) unterstützt, die in der vermeintlich generellen knorpeligen Taenie Reste des primären Schädelbodens suchten. Warnende Fagen von Henckel (1928 a u. b) und Hochstetter (1940), ob denn wirklich generell knorpelige Taenien vorhanden seien, blieben ohne Resonanz. So ging diese Vorstellung in die klinische und theoretische Literatur ein (Velhagen 1934, Martin 1941, Carstens 1949, F. Müller 1952 und andere).

Heute können den unklar definierten Angaben von Gaupp und Fischer nur sehr wenige sichere Beobachtungen im embryonalen bzw. fetalen Alter zur Seite stehen:

1. eine einseitige vorknorpelige Anlage bei 21 mm SSL (Hochstetter 1940).
2. eine doppelseitige Taenie bei 34 mm SSL (Youssef 1964) und
3. eine einseitig-unvollständige Anlage bei einem Fetalstadium von 52 mm SSL (Bersch & Reinbach 1970).

Diesen drei Fällen stehen 153 Serienbeobachtungen oder Rekonstruktionen von Embryonen und Feten gegenüber, die Taenien vermissen lassen. Die bis heute verbreitete Grundannahme eines generellen Auftretens knorpeliger Taenien beruht also auf sehr seltenen Befunden, deren Verallgemeinerung nicht mehr zulässig ist.

Beim Menschen steht also ein Prozentsatz von 2 % vollständiger Knorpeltaenien in der Entwicklung etwa 3–8 % knöcherner Taenien bei Adulten gegenüber. Mit diesem Verhältnis ist die Annahme eines Restzustandes aus der Ontogenese als einziger Herleitung nicht vereinbar. Es müssen bis zum adulten Zustand Taenien neu entstehen, ein Vorgang, der sich auch für eine Reihe von Primaten aus der Tab. 1 ablesen läßt.

Bei Neugeborenen findet Lang (1977) einmal unter zwanzig Kopfhälften eine knorpelige Taenie. Vorliegendes Material zeigt unter 40 keine. Das entspricht, zusammen genommen, einem Prozentsatz von  $1/60 = 1,6\%$ , was in groben Zügen mit dem Verhältnis beim Embryo übereinstimmt. Nach Keyes (1935), Saunders et al. (1978) und Lang (1977) findet sich die knöcherner Taenie ab dem 6., 7. und dem 9. Lebensjahr. Für eine Deutung als ontogenetischer Restzustand kämen von den 3–6 % bei Adulten allenfalls 2 % in Frage.

So gewinnt eine weitere Einordnung der *Taenia interclinoidea*, die vor allem von den Radiologen ausgeht, neue Bedeutung. Unter dem Stichwort „Verkalkte Ligamente“ nehmen sie eine Neubildung (Farberow 1934, Dietrich 1959, Psenner 1966, Bosma 1976, Bonneville 1980, Galanski & Peters 1986, Mödder 1986) an. Es ist wohl wahrscheinlich, daß man statt „Verkalkung“ Verknöcherung meint.

Familienuntersuchungen (Schneider 1939, Saunders et al. 1978) sprechen für genetische Einflüsse. Über den Zeitpunkt und den Modus ihrer Entstehung bestehen vorerst keine sicheren Vorstellungen. Saunders et al. (1978) weist auf eine Koinzidenz von Taenien mit der Überbrückung des Atlasbogens hin.

Somit muß für den Menschen damit gerechnet werden, daß die beim Erwachsenen gefundenen Taenien zum größeren Teil in den beiden ersten Lebensjahrzehnten entstehen.

Diese Schlußfolgerung wird unterstützt durch den Befund, daß Taenien bei Embryonen und Neonaten von Primaten außerhalb der Altweltaffen und Insektivoren vermißt und bei Altweltaffen äußerst selten angetroffen werden (Tab. 7).

Bei Röntgenbildern spielt die Frage nach der Sicherheit der Angaben über ein- und doppelseitige Taenien sowie die Erkennbarkeit unvollständiger Anlagen eine gewisse Rolle. In vorliegendem Gesamtmaterial finden sich unter 35 vollständigen Taenien 15 doppelseitige. Camp (1923) beschreibt unter 5 Anlagen eine doppelseitige. Dagegen berichten Bergland et al. (1968) von 1000 intraoperativen Beobachtungen über 6 % Taenien, und zwar „generally bilateral“.

Der Versuch, eine Korrelation der *Taenia interclinoidea* mit anderen Körpermerkmalen nachzuweisen, ist beim Menschen in verschiedener Richtung unternommen

worden. Platzer (1957a) stellte ein deutlich erhöhtes Auftreten von Taenien an Präparaten fest, die einen geradlinigen Verlauf der A. carotis interna von der Schädelbasis zur Dura-Austrittsstelle zeigten. Einer mittleren Verlaufskrümmung soll eine niedrige, einer starken Krümmung eine mittlere Taenienhäufigkeit entsprechen.

Weiter hat Platzer (1957b) eine positive Beziehung der Taenienhäufigkeit zu einer schwach ausgeprägten Lingula am Foramen ovale und einem kleinen Seitenwinkel des Os petrosus diskutiert. Aus der formalen Korrelation der Taenienhäufigkeit zur Streckung des Sphenobasalwinkels bei dem hier untersuchten Simia-Material (Tab. 11b) könnte man vielleicht einen Zusammenhang mit Platzers Beobachtungen am Carotisverlauf in Erwägung ziehen.

Ebenfalls beim Menschen hatte Jewett (1920) die Frage der Korrelation des Auftretens von Taenien zu metrischen Varianten anhand von Röntgenbildern angesprochen. Er glaubte, eine positive Beziehung der Taenienentwicklung zur Schädelhöhe und eine negative zur Sellahöhe nachweisen zu können.

Die Nachprüfung am vorliegenden Originalmaterial ergibt, daß die vom Basion aus gemessene maximale Schädelhöhe bei Kontrollschädeln  $x = 123 \pm 6,6$  mm ( $n'' = 30$ ), bei einseitigen Taenienanlagen  $x = 126,6 \pm 6,5$  mm ( $n = 22$ ) und bei doppel-seitigen Taenien  $x = 127,8 \pm 8,28$  mm ( $n = 20$ ) beträgt. Die Wertedifferenz liegt zwar der Richtung nach — von den Kontrollen zu den einseitigen und beidseitigen Anlagen — im Sinne der Jewettschen Hypothese, bleibt aber immer im Rahmen der Standardabweichung. Daran ändert sich nichts, wenn die Werte für die Schädelhöhe auf die Schädelgröße bezogen werden.

Ähnliche Erfahrungen machten wir im eigenen Material bei der Prüfung, ob entsprechend den Korrelationsrechnungen bei Primaten auch beim Menschen bei einseitigen bzw. beidseitigen Taenienträgern der Anstellwinkel von der Norm abweicht (Abb. 8). Der Mittelwert steigt zwar von dem der Kontrollen ( $n'' = 30$ ) zu dem der einseitigen Taenienträger ( $n = 24$ ) und weiter zu dem der doppel-seitigen Taenienträger ( $n = 15$ ) an, bleibt aber trotz kleiner werdender Abweichung innerhalb der Abweichung der Kontrollen ( $n = 30$ , Abb. 8). Angesichts der Befunde bei Hominoidea (Tab. 11b) bleibt der Befund interessant und sollte an erweitertem Material nachgeprüft werden. Die Frage der Beziehung von Sellahöhe/Taenien war am geschlossenen Schädel nicht nachprüfbar.

## 5 Die Brücken der Pterygoidealregion im Verhältnis zum System

Die beiden Brückenbildungen der Pterygoidealregion können kaum als reine Zufallsstrukturen verstanden werden. Dagegen spricht die große Konstanz ihres Verteilungsmusters bei den großen Gruppen.

Beide Brückenformen in ein und derselben Spezies erscheinen nur bei 6 unter 11 untersuchten Primatenspezies, darunter *Homo*. Dies kann dahin gedeutet werden, daß die Entstehungsbedingungen der beiden Formen trotz ihrer nahe beieinander gelegenen Lokalisation nicht die gleichen sind.

Gar keine der Brücken findet sich bei 12 untersuchten Spezies von Callitrichidae. Unter 24 Cebiden-Spezies zeigen nur drei eine solche Knochenspanne (Tab. 1b).

Jeweils eine der beiden Brücken haben dagegen — wenn auch sehr verschieden zahlreich — 89 von 111 Primatenspezies. In hoher Konstanz zeigen Lemuridae, *Tar-*



Abb. 8: Diagramm zur Größe des Anstellwinkels bei Kontrollen, einseitigen und beidseitigen Taeniae interclinoideae.

*sius* und Hominoidea die Civinibrücke, Lorisidae und Cercopithecoidea dagegen die Hyrtlbrücke.

Die relativ späte ontogenetische Entwicklung der Brückenstrukturen läßt — auch wenn sich die jeweilige Form bei Lemuren und Cercopithecoidea gegenüber Hominoidea etwas früher beobachten läßt — keine Deutung aus ihrer Ontogenese zu. Keine Embryonalserie von Mensch oder Primaten hat entsprechende Knochenstrukturen, geschweige denn Knorpelformationen, erkennen lassen. Soweit bekannt, gehen allen Knochenbildungen der Region Bandstrukturen voraus. James et al. (1980) vermissen bei menschlichen Feten von 120 mm SSL selbst noch die entsprechenden Bänder.

In jüngerer Zeit interessiert man sich in der Palaeontologie bei Untersuchungen über die phylogenetische Differenzierung im Bereich von Strepsirrhini, *Tarsius* und Haplorhini für eine knöcherne Brückenbildung zwischen den lateralen Pterygoideusflügeln und der Bulla (Rosenberger 1985, Beard, Krishtalka & Stuky 1991). Das Vorkommen solcher Knochenbrücken auch bei rezenten Lemuridae und höheren Primaten und deren Differenzierung in zwei Formen scheint unbekannt zu sein. Nach dem Vergleich der Abbildungen bei Rosenberger (1985) und Beard et al. (1991) mit den eigenen Befunden bei *Tarsius* und Lemuridae kann es sich nach Lage und Verlaufsrichtung nur um die Civinibrücke handeln, deren Häufigkeit hier bei rezenten Lemuridae und Hominoidea genauer umrissen wird. Die Tatsache, daß die Civinibrücke (abgesehen vom sehr spärlichen Auftreten bei Cebidae) bei Lemuridae, *Tarsius* und Hominoidea gefunden wird, mag vielleicht auch als ein unterstützendes Argument für die heute in der Palaeontologie diskutierte Vorstellung gelten, daß die Aufgabe-

lung in tarsioide und anthropoide Formen näher beieinander liegt, als bisher angenommen.

Civinibrücken sind somit bis zu frühen Formen der Tarsioidea (*Rooneya*, *Shoshonius*, *Necrolemur*) in zeitlicher Nachbarschaft zu Omomyidae, sowie zu ausgestorbenen Formen von Lemuriformes (*Adapis*) zurückzuverfolgen. Hyrtlbrücken sind unter Primaten erst bei rezenten Formen von Lorisidae als den ursprünglichsten Arten nachzuweisen. Bei diesem Stand der Dinge ist ein Blick auf entsprechende Befunde bei Tupaiidae und Insectivora interessant. Die Hyrtlsche Brücke ist aufgrund ihrer Beziehung zu peripheren Nerven (Fiedler 1953) unter Tupaiidae bei *Tana tana* und unter Insectivora bei *Elephantulus myurus* sowie bei *Tenrec* (eigener Befund) mit Sicherheit erkennbar. Bei Tupaiidae und Insectivora wären Kontrollen an größerem Schädelmaterial von Nerv-Muskel-Präparaten notwendig.

Das Ergebnis, daß es sich bei beiden Brückenformen um völlig unauffällige, aber sehr alte Primatenmerkmale handelt, schließt nicht die Frage aus, ob diesen Bildungen nicht auch eine mechanische Bedeutung zuzuschreiben ist. Wenn diese Frage allein angesichts des Cercopithecoiden-Materials zu diskutieren wäre, läge eine solche Deutung bei so konstanten und mechanisch widerstandsfähigen Erscheinungsformen nahe. Ein unmittelbarer Zusammenhang mit der mechanisch wichtigen Einflußnahme des Kauapparates kann allerdings als ausgeschlossen gelten. Ein starker Kauapparat geht bei Primaten, wie Cercopithecoidea oder Hominoidea, mit einer deutlichen Geschlechtsdifferenz einher. Für *Papio leucophaeus*, *Papio hamadryas* sowie *Cercopithecus aethiops* kann vorliegendes Material eine geschlechtsgebundene oder nur geschlechtsbevorzugte Verteilung des Hyrtlschen Bandes sicher ausschließen. Für *Hylobates lar*, *Pongo*, *Gorilla g. beringei* und *Pan* ist eine geringgradige Verschiebung des knöchernen Civinibandes zum weiblichen Geschlecht festzustellen.

Bislang wurde in den uns bekannten Arbeiten, die sich mit metrischen Strukturen des Primatenschädels befassen (Lange 1926, von Haussen 1931, Grimm 1939, Schultz 1941, 1942, 1955, 1962, Kummer 1952, Busanny-Caspari 1953, Hofer 1954, 1957, 1958, 1960, 1963, Biegert 1956, 1957, Martin-Saller 1959, Vogel 1966, 1969, Angst 1967, Petit-Maire 1971), kein Maß oder Index gefunden, deren Varianten sich parallel zu denjenigen der Pterygoideusbrücken verhielten.

Für den Menschen hat Corruccini (1974, 1976) beiläufig in Untersuchungen über die Beziehungen metrischer und nichtmetrischer Varianten bei 99 männlichen amerikanischen Negridenschädeln gefunden: „pterygo-basal-bridging (entspricht der Hyrtlschen Brücke) occurs in skulls with narrower zygomatic arcs and longer basion-prosthion chords, perhaps reflecting elongation of the basio-occipital“. Die relativ hohe Zahl von 9 Hyrtlschen Brücken bei 99 Schädeln entspricht den Angaben von Chouké (1946, 1947), nach denen diese Brückenform bei Negriden in einer Häufigkeit bis zu 12 % auftritt.

Die Angaben der Literatur (Tab. 4) und vorliegende Befunde an der Eckerschen Sammlung sprechen dafür, daß die Häufigkeit der Hyrtlbrücke bei Negriden weitgehend spezifisch ist und bei anderen Rassen nicht oder spärlicher auftritt. Andererseits scheint die Häufigkeit der Civinibrücken ein Spezifikum der Europäer, bzw. Eurasier zu sein und bei anderen Bevölkerungen (außer Hawaii) zu fehlen. Schon 1926 hat Lange an einer allerdings kleinen Zahl von Negridenschädeln ( $n'' = 27$ ) zeigen können, daß hier sowohl absolut, wie auch auf das Schädelvolumen bezogen,

die Strecken Basion—Nasion und Basion—Prosthion größer als beim Europäer sind, was den Befund von Corruccini bestätigt.

Am vorliegenden Schädelmaterial wurde geprüft, ob statistisch gesicherte Unterschiede der Strecken Basion—Nasion, Basion—Prosthion und größter Jochbogenbreite zwischen Schädeln mit Hyrtlscher Brücke, Civinibrücke und bei Kontrollen nachzuweisen sind (Abb. 9).

Im Gesamtmaterial der Schädel mit Hyrtlschen Brücken ( $n = 17$ ) und Civinibrücken ( $n = 29$ ) ist der Mittelwert der Strecken Basion—Nasion und Basion—Prosthion größer als beim europäischen Nicht-Brückenträger ( $n = 26$ ), aber der Unterschied ist kleiner als die Standardabweichung. Das gleiche gilt für entsprechende Teilgruppen der Freiburger Sammlung, einschließlich der 5 Negridenschädel und der Träger von Civinibrücken aus der Kölner Craniensammlung. Bei den europäischen Schädeln mit Hyrtlschen Brücken ( $n = 5$ ) liegt bei den Längsmaßen Basion—Nasion und Basion—Prosthion die Differenz des Mittelwertes zu dem der europäischen Kontrollen außerhalb der Standardabweichung und entspricht somit dem Befund von Corruccini an amerikanischen Negridenschädeln.

Nach den Ergebnissen von Corruccini am Negridenschädel ( $n = 99$ ) wäre für die Träger von Hyrtlschen Brücken eine niedrige Jochbogenbreite zu erwarten. Der Mittelwert der Jochbogenbreite der fünf Negridenschädel mit Hyrtlschen Brücken in der Eckerschen Sammlung liegt höher als der der europäischen Kontrollen. Diese Diskrepanz zum Befund von Corruccini mag am Bezug auf die europäischen Kontrollen beruhen. Aber auch innerhalb des Kölner Materials liegt die Jochbogenbreite für die Träger beider Brückenformen höher als bei den Kontrollen, bei Hyrtlschen Brücken sogar außerhalb der Standardabweichung. Bei Trägern von Civinibrücken liegen die Mittelwerte der Jochbogenbreite generell über denen der Kontrollen, aber durchweg innerhalb der Standardabweichung.

Eine Deutung der sehr variablen Ergebnisse läßt sich unter folgenden Gesichtspunkten ordnen:

Ein gemeinsames Verhalten der Hyrtlschen Brücken mit anderen Merkmalen scheint beim Menschen vorwiegend eine Frage gemeinsamer Rassenzugehörigkeit zu sein. Nur innerhalb einer Rasseneinheit sind weitere Gemeinsamkeiten zu erwarten.

Überraschend sind Befunde an den Mittelwerten für den Jochbogenquerschnitt (Höhe mal Breite in  $\text{mm}^2$  an der schwächsten Stelle). Sie liegen im Gesamtmaterial bei Brückenträgern höher als bei entsprechenden Kontrollen. Bei Jochbogenquerschnitten von Trägern Hyrtlscher Brücken ( $n = 30$ ) liegt die Differenz zu den der Kontrollen außerhalb, bei Trägern von Civinibrücken innerhalb der Standardabweichung. Das gleiche gilt, wenn die Jochbogenquerschnitte nur für europäisches Material verglichen werden. Hier scheint die Merkmalsgemeinsamkeit auch über die Rassegrenze hinaus wirksam zu sein.

## 6 Die Cartilagine supracocheares bzw. Ossicula suprapetrosa

Die Erstbeobachtung der Cartilagine supracocheares geht auf Maclin (1914) zurück. Er hat schon auf den entscheidenden Unterschied zwischen diesen und den „Restknorpeln“ der embryonalen Schädelseitenwand nach Voit (1909) hingewiesen (siehe auch Grube & Reinbach 1976). Restknorpel liegen weiter lateral in der Gegend der Commissura suprafacialis und über dem Trigeminusganglion, während die Car-

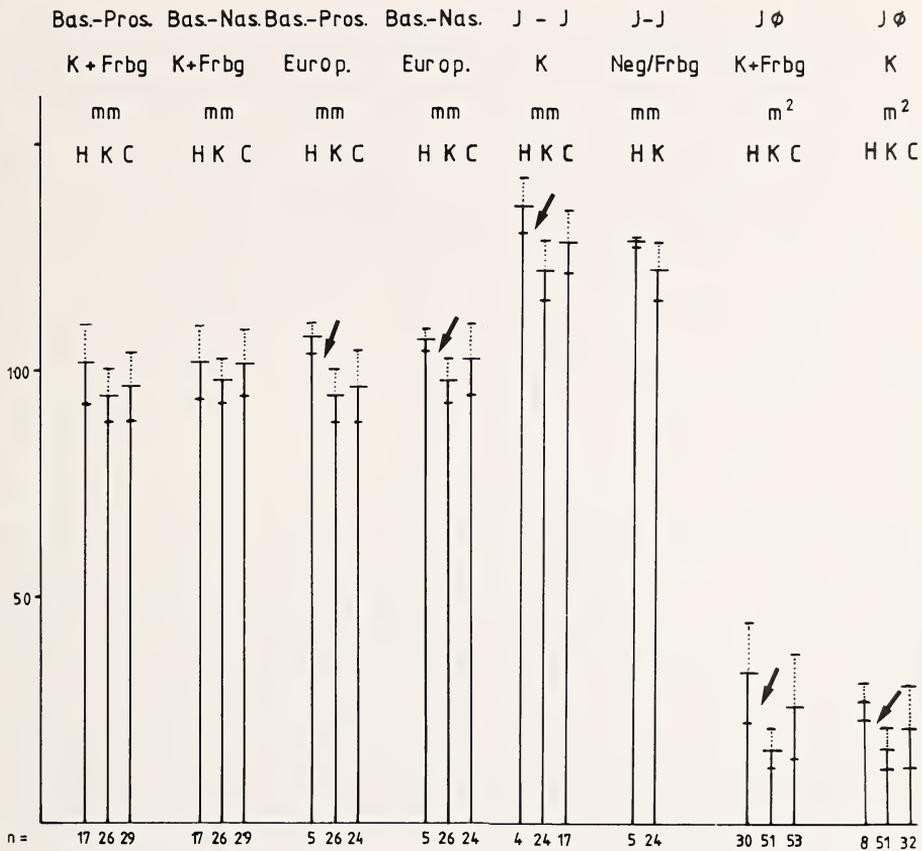


Abb. 9: Übersicht über das Verhalten einiger Schädelmaße (Basion-Nasion, Basion-Prosthion, Jochbogenbreite in mm, sowie des Jochbogenquerschnittes in mm<sup>2</sup>) bei Kontrollen aus dem Europäischen Raum, Schädeln mit Hyrtlschen und Civinibrücken. Bei Europäern zeigen Schädel mit Hyrtlbrücken (H) gegenüber Kontrollen (K) höhere Werte, als es der Standardabweichung entspricht, und zwar für Basion-Prosthion, Basion-Nasion, Jochbogenbreite und Jochbogenquerschnitt. Auch hier gibt n die Zahl der Körperseiten an.

tilagines supracochleares unter dem Ganglion, immer in enger Nachbarschaft zur Radix motorica zu finden sind. Dieser Unterschied erscheint bedeutsam und wurde nicht immer berücksichtigt (Wegener 1920, Zeller 1983).

Cartilagine supracochleares konnten nach vorliegendem Bericht und den Angaben der Literatur (Tab. 6, 7) ausschließlich nur beim Menschen nachgewiesen werden, und zwar jenseits eines Stadiums von etwa 19–20 mm SSL (siehe auch Hochstetter 1940).

Die Häufigkeit in embryonaler Zeit wird bei keinem Autor höher angegeben als bei Hochstetter, und zwar mit 40–50 %. Dieser Umstand und der vorliegende Befund einer Häufigkeit von 32 % bei Neugeborenen sprechen dafür, daß die Schätzung von Lang (1977) eines „fast regelmäßigen“ Auftretens bei Keimlingen und Neo-

naten wohl zu hoch gegriffen ist. Dafür spricht auch die hier angegebene Häufigkeit von 17,8 % bei Adulten. Sonst müßten sehr viele Cartilagine supracochleares zwischen embryonalem und neonatem Zeitpunkt neu entstanden und nach der Geburt verschwunden sein. Entsprechende Befunde für ein solches Geschehen fehlen.

Die Lage der Cartilagine supracochleares entspricht nach Galanski et al. (1986), sowie Stark & Weber (1961) einer Zone der Schädelbasis, in der Chondrome bzw. Osteochondrome angetroffen werden. An einen Zusammenhang mit den Cartilagine supracochleares hat offenbar bisher niemand gedacht, obwohl Stark & Weber die Möglichkeit eines Entwicklungsfehlers bei Chondromen diskutieren.

Bei in Serien untersuchten Primatenembryonen bzw. -feten liegt unter 23 Objekten nur bei *Tarsius bancanus* (Fischer 1905, Henckel 1927 a u. b) die Beschreibung eines vergleichbaren Befundes vor. Doch hat Henckel schon wegen der lateralen Lage über dem Trigeminalganglion diese einseitige Knorpelanlage den Restknorpeln zugerechnet. Bei den Objekten, die einen entsprechenden Befund vermissen lassen, handelt es sich mehrfach um Stadien, die jünger als solche sind, in denen man im Rückschluß vom Menschen mit Cartilagine supracochleares rechnen dürfte. Entsprechende Restanlagen bei neonaten oder adulten Affen zu finden, muß als reiner Glücksfall gelten, da offene Schädel mit Weichteilen oder solche mit vorsichtiger Mazeration sicher sehr selten sind und nicht zu auswertbaren Zahlen führen. Eigene Versuche haben an Feuchtmaterial von drei neonaten und 11 adulten Objekten verschiedener Affen (siehe Material und Methode) keine Spur von Restzuständen erkennen lassen. Die Cartilagine supracochleares haben mit der eng benachbarten Commissura alicochlearis teils gemeinsame, teils trennende Kennzeichen. Beide erscheinen etwa zur gleichen Zeit (zwischen 20 und 30 mm SSL), treten nur in einem Teil der Individuen auf und sind nicht immer beidseitig zu finden (Tab. 6). Bei einseitigem Auftreten der beiden Anlagen scheint nach vorliegendem Material eine Koppelung zwischen der Seite der Cartilago und der Seite der Kommissur nicht vorzuliegen.

Über die Häufigkeit der Kommissur bei *Homo* gehen die Angaben erheblich auseinander. Müller & O'Rahilly (1980) benennen für „Stage 23“ (27–32 mm SSL, d. h. 8. Woche) eine Häufigkeit von 66 % (n = 10). Wenn man das Hochstettersche Material (1940) und vorliegende Befunde grob im entsprechenden Altersrahmen nachrechnet, gilt dort ein Prozentsatz von 3–4 %, hier von 33 % (n = 32, bzw. 3), aber in beiden Fällen nur im Blastemstadium. Echte Knorpelverbindungen finden sich bei Hochstetter mit 59 mm SSL, hier bei 36 und 39 mm und wahrscheinlich bei Youseff (1962) mit 34 mm SSL. Die Diskrepanz erklärt sich wahrscheinlich daraus, ob man schon eine Aneinanderlagerung mit als Kommissur rechnet (O'Rahilly?) oder nur die „homokontinuierliche“ Verbindung (Reinbach 1963/64) als solche gelten läßt (Hochstetter 1940, Reinbach 1963/64 und vorliegende Werte). Die Angabe von Ina Herbert (1983), die Kommissur fehle beim Menschen überhaupt, ist somit irrig (siehe auch Starck 1961).

Völlig im Gegensatz zu den Cartilagine supracochleares verliert sich die Kommissur (hier von 39 mm an, bei Hochstetter von 59 mm SSL an) vollständig. Soweit Untersuchungen entsprechender Stadien von Primaten vorliegen (Tab. 7), ist der Nachweis der Kommissur für *Microcebus*, *Lemur*, *Propithecus* und *Tarsius bancanus* (einseitig) und *Papio hamadryas* gesichert.

Die Entwicklung von Cartilagine supracochleares ist dagegen (wie bisher nachgewiesen) auf den Menschen beschränkt und nicht altersmäßig begrenzt. Ihre Reste können bis ins hohe Alter beobachtet werden.

Wie die Cartilagine supracochleares zu deuten sind, ist schwieriger zu sagen als zu definieren, was sie nicht sind. Sie können nach ihrer knorpeligen Vorgeschichte nicht als „umschriebene Ossifikation der Dura“ (Psenner 1966) angesehen werden. Wie schon Grube & Reinbach (1976) sowie Lang (1979) betont haben, können sie wegen ihrer Lage unter der R. trigemini nicht den sogenannten Restkörpern der knorpeligen Schädelbasis (wie sie von Voit 1909, Henckel 1927, Spatz 1964 u. a. definiert wurden) an die Seite gestellt werden (Wegener 1920). Nachdem die Ontogenese von Cartilagine supracochleares und der Commissura alicochlearis weitgehend geklärt wurde, ist auch eine Gleichstellung (Henckel 1928) unmöglich. Das Fehlen von Cartilagine supracochleares bei Primaten außer *Homo* bedarf weiterer sorgfältiger Prüfung.

### Zusammenfassung

Die Trigemini-Brücke beschränkt sich im Primatenstamm hinsichtlich ihrer Häufigkeit im wesentlichen auf Strepsirrhini und Cebidae. Sie hat dort enge Beziehungen zu Verknöcherungen im ventralen Tentorium cerebelli. Die enge Korrelation zwischen der Trigemini-Brücke und dem Condylion-Index nach Schultz bei Hominoidea sollte weiter geprüft werden. Im Verhältnis zu den selteneren Manifestationen bei höheren Formen (*Homo* und *Pongo*) tritt die Trigemini-Brücke bei ursprünglichen Formen ontogenetisch früher auf.

Letztere Aussage gilt auch für die Abducensbrücke, die im System ab der Lorisiformes die gleichmäßigste Verteilung im Primatenstamm aufweist. Soweit Trigemini- und Abducensbrücken gemeinsam auftreten, sind die Abducensbrücken ontogenetisch früher, häufiger und vollständiger ausgebildet. Wenn Hinweise auf eine Beziehung zu Schädelbasisresten existieren sollten, sind sie am ehesten bei embryonalen Objekten von Strepsirrhini zu erwarten.

Abgesehen von dem Spezialfall von *Daubentonia*, beschränkt sich die Taenia interclinoida im wesentlichen auf Cebidae und Catarrhini. Charakteristisch ist die hohe Häufigkeitsvariabilität von Genus zu Genus, von Spezies zu Spezies und — beim Menschen — von Rasse zu Rasse. Es bestehen enge positive Korrelationen zu Verhältnissen in der Occipitalregion („Anstellwinkel“ der Hinterhauptschuppe und Condylion-Index nach Schultz 1955) sowie zu den Praebasialen Winkeln. Auch unabhängig von den Taenien finden sich im ganzen Hominoideastamm viele Korrelationen zwischen Erscheinungen der Occipitalregion einerseits und den Praebasialen und Praesellären Winkeln andererseits. Das Fehlen der Taenien bei ursprünglichen Formen, die äußerst seltene Entwicklung in der Embryonalzeit und das späte postnatale Erscheinen bei allen höheren Formen spricht nicht für eine Beziehung zu Resten eines primären Schädelbodens. In diesen Zusammenhang gehört auch die notwendige Aufgabe der Vorstellung einer generellen Bildung von Knorpeltaenien beim menschlichen Embryo.

Die Häufigkeitsverteilung der beiden hauptsächlichen Brückenformen in der Pterygoidealregion, der Civinibrücken (oder Pterygo-Spinosusbrücken) und der Hyrtlischen Brücken (Foramen crotaphitico-buccinatorium oder pterygo-basal bridging) folgt einerseits weitgehend den systematischen Großgruppen (Cercopithecoidea: fast ausschließlich Hyrtlbrücken, Lemuridae, Indriidae, *Tarsius* und Ponginae: nur Civinibrücken, Callitrichidae: keine Brückenbildung). Andererseits ist die Häufigkeitsverteilung bei beiden Strukturen innerhalb der Großgruppen unabhängig vom Verwandtschaftsgrad. Die unterschiedliche Häufigkeit bei menschlichen Rassen findet ihr Spiegelbild in den großen Differenzen von Spezies zu Spezies bei Primaten. Bisher angegebene Beziehungen von metrischen Maßen zur Häufigkeit der beiden Brückenbildungen beim Menschen werden noch an größerem Material nachgeprüft werden müssen und können nicht auf den Affenschädel übertragen werden. Abgesehen von Lemuriformes treten Pterygoideusbrücken bei *Homo* und anderen Catarrhini in spät-juvenilem Alter

auf. Allein bei denjenigen Cercopithecinae, wo eine große Häufigkeit der Hyrtlbrücke herrscht, kann ihre ontogenetische Entwicklung in den Zeitraum des Zahnwechsels zurückgenommen sein. Eine Beziehung der Häufigkeitsverteilung zur Ausbildung des Kauapparates oder zum Geschlecht liegt offenbar nicht vor.

Eine Rückverfolgung der beiden Brückenstrukturen an die phylogenetische Basis der Primaten, bzw. zu den Insektivoren, läßt die Civinibrücke im palaeontologischen Material bis nahe an die Omomyidae wiedererkennen. Für die Hyrtlsche Brücke geht die Spur zu den Insektivoren (*Elephantulus* und *Tenrec*) und Tupaiidae (*Tana*). Beide Bildungen begleiten — mehr oder weniger unabhängig voneinander — den Primatenstamm in fast alle seine Äste.

Nach bisherigen Untersuchungen treten Cartilaginee supracochleares bzw. Ossicula suprapetrosa einzig und allein beim Menschen auf, und zwar embryonal in 40–50 % der Fälle von etwa 30 mm SSL an. Im weiteren Leben reduzieren sich die Anlagen beim Adulten zu etwa 17 % Ossicula suprapetrosa. Für ihre Definition ist ihre Lage, basal zum Trigeminalganglion, in enger Nachbarschaft zur Grenze von motorischer und sensibler Wurzel des Nervus trigeminus von wesentlicher Bedeutung.

### Literaturverzeichnis

- Agati, D. (1940): Selle turciche di frenopatici. Rilieve anatomo-radiografico su 196 crani di frenopatici. — Arch. Radiologia 16: 5–23.
- Akabori, E. (1933): Crania Nipponica Recentia I. — Jap. J. Med Sci. I Anatomy 4: 61–315.
- Anderson, D. L. & F. Popovich (1983): Relation of cranial base flexure to cranial form and mandibular position. — Am. J. phys. Anthropol. 61: 181–187.
- Angst, R. (1967): Beitrag zum Formwandel des Craniums der Ponginen. — Z. Morph. Anthropol. 58: 109–151.
- Augier, M. (1931): Squelette céphalique. — In: Poirier-Charpy, Traité d'Anatomie humaine. Paris, Masson.
- Bähler, H. (1938): Das Primordialcranium des Halbaffen *Microcebus murinus*. — Med. Diss. Bern.
- Beard, K. C., L. Krishtalka & R. K. Stucky (1991): First skulls of the early eocene primate *Shoshonius cooperi* and the anthropoid-tarsier dichotomy. — Nature 349: 64–67.
- Bergland, R. M., B. S. Ray & R. M. Torack (1968): Anatomical variations in the pituitary gland and adjacent structures in 225 human autopsy cases. — J. Neurosurg. 28: 93–99.
- Bersch, W. & W. Reinbach (1970): Das Primordialcranium eines menschlichen Embryo von 52 mm Sch. St. Länge. — Z. Anat. Entw. gesch. 132: 240–259.
- Bibus, E. (1967): Kraniometrische Untersuchungen an *Colobus*-Schädeln. — Folia primatol. 6: 92–130.
- Biegert, J. (1956): Das Kiefergelenk der Primaten. — Morph. Jb. 97: 249–404.
- Biegert, J. (1957): Der Formwandel des Primatenschädels. — Morph. Jb. 98: 77–199.
- Björk, A. (1955): Cranial base development. — Am. J. Orthodont. 41: 198–225.
- Bokelmann, O. (1934): Die spezielle Anatomie der Sella turcica und ihre klinische Bedeutung für die Erkennung der Hypophysengröße, zugleich ein Beitrag zur Frage der Beziehungen der Hypophysengröße, sowie Größe und Form der Sella zum anatomischen und funktionellen Hypogonitalismus. — Fortschr. Geb. Röntgenstr. 49: 364–396.
- Bonneville, J. F. (1980): Radiology of the sella turcica. — Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Bosma, J. F. (1976): Symposium of development of the basicranium. — U. S. Dept. of H. E. W., NIH., Bethesda, Maryland: 76–989.
- Brunn, A. v. (1891): Das Foramen pterygospinosum (Civini) und der Porus crotaphitico-buccinatorius (Hyrtl). — Anat. Anz. 6: 96–104.
- Busanny-Caspari, W. (1953): Die Schädelbasis in ihren Korrelationen zum Gesichts- und Hirnschädel. — Beiträge zur Anthropol.: 1–64.
- Camp, J. D. (1923): Normal and pathologic anatomy of the sella turcica as revealed at necropsy. — Radiol. 1: 65–73.
- Camp, J. D. (1924): Normal and pathologic anatomy of the sella turcica as revealed by roentgenograms. — Am. J. Roentgenol. 12: 143–156.

- Carstens, M. (1949): Die Selladiagnostik. — Fortschr. Geb. Röntgenstr. 71: 257–272.
- Chouké, K. S. (1946): On the incidence of the foramen of Civini and the porus crotaphitico-buccinatorius in American Whites and Negroes. I. Observations on 1544 skulls. — Am. J. phys. Anthropol. 4: 203–227.
- Chouké, K. S. (1947): On the incidence of the foramen of Civini and the porus crotaphitico-buccinatorius in American Whites and Negroes. II. Observations on 2745 additional skulls. — Am. J. phys. Anthropol. 5: 79–86.
- Corruccini, R. S. (1974): An examination of the meaning of cranial discret traits for human skeletal biological studies. — Am. J. phys. Anthropol. 40: 425–446.
- Corruccini, R. S. (1976): The interaction between nonmetric and metric cranial variations. — Am. J. phys. Anthropol. 44: 285–293.
- Currarino, G. & A. Weinberg (1974): Os suprapetrosum of Meckel. — Am. J. Rad. 121: 139–142.
- Demes, B. (1985): Biomechanics of the primate skull base. — Adv. Anat. Embr. Cell Biol. 94.
- Dietrich, H. (1959): Neuro-Röntgendiagnostik des Schädels. 2. Aufl. — G. Fischer, Jena.
- Dmoch, R. (1975/76): Beiträge zum Formwandel des Primatencranium mit Bemerkungen zu den sagittalen Knickungsverhältnissen. — Morph. Jb. 121: 450–491, 521–601, 625–668; 122: 1–81.
- Eggemann, G. & G. Inke (1963): Existieren Unterschiede in der Form, in der Lage und in den Flächen, Strecken und Winkelmaßen des Röntgenbildes der Sella turcica bei den Vertretern der drei Großrassen? — Morph. Jb. 104: 272–313.
- Eisler, P. (1912): Die Muskeln des Stammes. — In: Bardelebens Handbuch der Anatomie BD. 2.2.1.
- Etter, L. E. (1970): Atlas of Roentgen Anatomy of the Skull. — 3. Ed. Thomas, Springfield.
- Farberow, B. J. (1934): Röntgendiagnostik der Tumoren der Gegend der Sella turcica. — Fortschr. Geb. Röntgenstr. 50: 445–467.
- Fawcett, E. (1910a): Notes on the development of the human sphenoid. — J. Anat. Physiol. 44: 207–222.
- Fawcett, E. (1910b): Description of a reconstruction of the head of a 30 mm human embryo. — J. Anat. Physiol. 44: 303–311.
- Fawcett, E. (1918): The primordialcranium of *Erinaceus europaeus*. — J. Anat. 52: 211–250.
- Fawcett, E. (1919): The primordial cranium of *Miniopterus schreibersi* at 17-mm total length stage. — J. Anat. 53: 315–350.
- Fenart, R. & R. Debloch (1973): *Pan paniscus* et *Pan troglodytes* Craniometrie. — Ann. koninkl. Mus. Midden. Afr. 204: 1–473.
- Fiedler, W. (1953): Die Kaumuskulatur der Insectivora. — Acta anat. 18: 101–175.
- Fiedler, W. (1956): Übersicht über das System der Primaten. — Primatologia, Handbuch der Primatenkunde. Vol. 1 S. Karger-Verlag, Basel, New York.
- Fischer, E. (1901): Das Primordialcranium von *Talpa europaea*. — Bergmann, Wiesbaden.
- Fischer, E. (1903): Zur Entwicklungsgeschichte des Affenschädels. — Z. Morph. Anthropol. 5: 383–414.
- Fischer, E. (1905): On the primordial cranium of *Tarsius spectrum*. — Proc. K. ned. Akad. Wet. 8: 397–400.
- Frei, H. (1938): Das Primordialcranium eines Fetus von *Avahis laniger* mit 39 mm Kopf-Rumpflänge. — Med. Diss. Bern.
- Frick, H. (1954): Die Entwicklung und Morphologie des Chondrocraniums von *Myotis* Kaup. — Thieme-Verlag Stuttgart.
- Frick, H. (1960): Über die Variabilität der praebasalen Kyphose bei Pavianschädeln. — Z. Anat. Entw. gesch. 121: 446–454.
- Froe, A. de & J. H. Wagenaar (1935): Die Bedeutung des Porus crotaphitico-buccinatorius und des Foramen pterygospinosum für Neurologie und Röntgenologie. — Fortschr. Geb. Röntgenstr. 52: 64–69.

- Galanski, M. & P. E. Peters (1986): Tumoren und tumorähnliche Läsionen der Schädelbasis. — In Schinz: Radiologische Diagnostik in Klinik und Praxis. 7 Aufl. Bd. V, T. 1. Thieme-Verlag, Stuttgart.
- Gaupp, E. (1902): Über die Ala temporalis des Säugetierschädels und der Regio orbitalis einiger anderer Wirbeltierschädel. — Anat. Hefte 19: 159–230.
- Grimm, J. (1939): Schädelproportionen und absolute Größe in der Primatenreihe. — 1. Teil, Rassenkunde 9: 6–26; 2. Teil, 9: 103–131.
- Gross, J. (1893): Über das Foramen pterygospinosum (Civini) und das For. crotaphitico-buccinatorium (Hyrtl). — Anat. Anz. 8: 321–348, 651–663.
- Grube, D. & W. Reinbach (1976): Das Cranium eines menschlichen Embryo von 80 mm Sch. St. Länge. Zur Morphologie des Craniums älterer menschlicher Feten III. — J. Anat. Embr. 149: 183–208.
- Gruber, W. (1859): Beiträge zur Anatomie des Keilbeines und Schläfenbeines. — Mém. Acad. Sci. St. Petersb. 7. Ser. Bd. 1 Nr. 3.
- Gruber, W. (1859): Beiträge zur Anatomie des Keilbeines und Schläfenbeines. — Mém. Acad. Sci. St. Petersb. 7. Ser. Bd. 1 Nr. 4.
- Hauschild, R. (1937): Rassenunterschiede zwischen negriden und europiden Primordialcranium des 3. Fetalmonats. — Z. Morph. Anthrop. 36: 215–279.
- Haussen, H. v. (1931): Über die relative Lage des Kiefergelenkes am Schädel der Primaten. — Z. Morph. Anthrop. 29: 465–497.
- Henckel, K. O. (1927a): Zur Entwicklungsgeschichte des Affenschädels. — Z. Morph. Anthrop. 26: 365–383.
- Henckel, K. O. (1927b): Das Primordialkranium der Halbaffen und die Abstammung der höheren Primaten. — Verh. anat. Ges. 36: 108–116.
- Henckel, K. O. (1928a): Studien über das Primordialkranium und die Stammesgeschichte der Primaten. — Morph. Jb. 59: 105–178.
- Henckel, K. O. (1928b): Das Primordialkranium von *Tupaia* und der Ursprung der Primaten. — Z. Anat. Entw.gesch. 86: 204–227.
- Henle, J. (1871): Handbuch der Knochenlehre. 3. Aufl. — Vieweg, Braunschweig.
- Herbert, I. (1983): Beitrag zur Craniogenese von *Macaca*, Blyth 1875. — Europäische Hochschulschriften Reihe 7 Medizin: Abt. D, Allgem. Med. 25: 1–78.
- Hertwig, O. (1906): Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. 3, Teil 2. — G. Fischer, Jena.
- Hochstetter, F. v. (1940): Über die Taenia interclinoidea, die Commissura alicochlearis und die Cartilago supracochlearis des menschlichen Primordialcraniums. — Morph. Jb. 84: 220–243.
- Hochstetter, F. v. (1942): Über die harte Hirnhaut und ihre Fortsätze bei den Säugetieren. — Akad. d. Wiss., Wien. Mathem. Naturw. Klasse. Denkschriften 106. Bd. 2: 1–113.
- Hofer, H. (1954): Die cranio-cerebrale Topographie bei den Affen und ihre Bedeutung für die menschliche Schädelform. — Homo 5: 4–24.
- Hofer, H. (1957): Zur Kenntnis der Kyphosen des Primatenschädels. — Verh. anat. Ges. 54.
- Hofer, H. (1958): Vergleichende Beobachtungen über die cranio-cerebrale Topographie von *Daubentonia madagascariensis* (Gmelin 1788). — Morph. Jb. 99: 26–64.
- Hofer, H. (1960): Studien zum Problem des Gestaltwandels des Schädels der Säugetiere, insbesondere der Primaten. I. Die medianen Krümmungen des Schädels und ihre Erfassung nach der Methode von Landzert. — Z. Morph. Anthrop. 50: 299–316.
- Hofer, H. (1963): Studien zum Problem des Gestaltwandels des Schädels der Säugetiere, insbesondere der Primaten. II. Über die Kyphosen fetaler und neonataler Primatenschädel. — Z. Morph. Anthrop. 53: 29–52.
- Hovelaque, A. & M. Virenque (1913): Les formations aponeurotiques de la région ptérygo-maxillaire chez l'homme et chez quelques mammifères. — C. r. de l'ass. Anat.: 51–59.
- Hyrtl, J. (1862): Über den Porus crotaphitico-buccinatorius beim Menschen. — Sitzungsber. Kais. Akad. Wiss. Wien. Nat. math. Kl. 46, 1: 111–115.
- Iwata, S. (1930): Foramen pterygo-spinosum und Foramen crotaphitico-buccinatorium. — Zyūzenkai zasshi 35.

- Jakoby, M. (1894): Ein Beitrag zur Kenntnis des menschlichen Primordialcraniums. — Arch. mikrosk. Anat. Entw. Mech. 44: 61–86.
- James, T. M., R. Presley & F. L. D. Steel (1980): The foramen ovale and sphenoidal angle in Man. — Anat. Embryol. 160: 93–104.
- Jewett, C. H. (1920): Teleröntgenolography of the sella turcica with observations on one hundred normal cases. — Am. J. Roentgen. 7: 352–355.
- Kanagasuntheram, R. & C. V. Kanan (1962): The chondrocranium of a 19 mm cr. length embryo of *Galago senegalensis*. — Acta zool. 45: 107–121.
- Kernan, J. D. (1916): The chondrocranium of a 20 mm human embryo. — J. Morph. 27: 605–645.
- Keyes, J. E. L. (1935): Observations on four thousand optic foramina in human skulls of known origin. — Arch. Ophthalmol. 13: 538–568.
- Kollmann, J. (1907): Handatlas der Entwicklungsgeschichte des Menschen. — Fischer, Jena.
- Kummer, B. (1952): Untersuchungen über die Entstehung der Schädelbasisform bei Mensch und Primaten. — 50. Vers. anat. Ges., Marburg: 122–126.
- Lang, J. (1977): Structure and postnatal organisation of heretofore uninvestigated and infrequent ossifications of the sella turcica region. — Acta. anat. 99: 121–139.
- Lang, J. (1979): Os suprapetrosum. — In: Lanz-Wachsmuth, Praktische Anatomie, 1. Bd., Teil 1B.
- Lange, B. (1926): Studien an median-sagittalen Schädeln diagrammen verschiedener Menschenrassen. — Anat. Anz. 62: 193–227.
- Le Double, A. J. (1903): Traité des variations des os du crâne de l'homme. — Vigot, Paris.
- Leimgruber, Ch. (1939): Le crâne primordial d'un embryon de *Centetes ecaudatus*. — Biomorphosis 1: 545–585.
- Levi, G. (1900): Beitrag zum Studium der Entwicklung des knorpeligen Primordialcranium des Menschen. — Arch. mikrosk. Anat. 55: 348–414.
- Lewis, H. (1920): The cartilaginous skull of a human embryo twenty-one millimetres in length. — Contr. Embryol. 9, Nr. 39: 9–324.
- Lowenstein, J. M. & A. L. Zihlman (1984): Human evolution and molecular biology. — Persp. Biol. Med. 27: 611–622.
- Macklin, C. C. (1914): The skull of a human fetus of 40 mm. — Am. J. Anat. 16: 317–426.
- Macklin, C. C. (1921): The skull of a human fetus of 43 mm greatest length. — Contr. Embr. 10, Nr. 48: 57–103.
- Martin, H. O. (1941): Sella turcica und Konstitution. — Thieme-Verlag, Leipzig.
- Martin, R. & K. Saller (1959): Lehrbuch der Anthropologie. Bd. II, Fischer-Verlag, Stuttgart.
- Marx, H., W. Hesse & H. Nasmann (1947): Sella turcica und Hypophyse. — Klin. Wochenschr. 24/25: 299.
- Matthies, V. (1987): Die Belastung des Jochbogens von *Rattus norvegicus* und *Homo sapiens* recens unter den Gesichtspunkten der funktionellen Knochenanpassung. — Med. Diss. Köln.
- Mödder, U. (1986): Nase, Nasennebenhöhlen und Parapharyngealraum. — In Schinz: Radiologische Diagnostik in Klinik und Praxis. 7. Aufl. V., 235–276.
- Müller, D. (1981): Beitrag zur Craniogenese von *Saguineus tamarin*, Link 1795 (Platyrrhini, Primates). — Courier Forschungsinstitut Senckenberg 46: 1–100.
- Müller, F. (1952): Die Bedeutung der Sellabrücke für das Auge. — Klin. Mbl. Augenheilkunde 120: 298–302.
- Müller, F. & R. O'Rahilly (1980): The human chondrocranium of the embryonic period proper with particular reference to the nervous system. — Am. J. Anat. 159: 33–58.
- Neiss, A. (1961): Über osteologische Details, die im Röntgenbild sichtbar, aber in der Anatomie wenig bekannt sind. — Anat. Anz. 110: 102–115.
- Ortmann, R. (1980): Über Spannungsstrukturen in der tiefen Gesichtregion. — Dtsch. Z. Mund-Kiefer-Gesichts-Chir. 4: 238–246.
- Ossenberg, N. S. (1976): Within and between race distances in population studies based on discrete traits of the human skull. — Am. J. phys. Anthropol. 45: 701–716.

- Patsch, J. (1956): Untersuchungen der Sella turcica bei tuberkulösen Erkrankungen. — Wien. Med. Wschr. 106: 522.
- Pawlik, M. (1967): Über die Variabilität der präbasalen Kyphose bei der Gattung *Cercopithecus*. — Folia primatol. 5: 201–212.
- Platzer, W. (1957a): Zur Anatomie der „Sellabrücke“ und ihrer Beziehung zur A. carotis interna. — Fortschr. Geb. d. Röntgenstr. 87: 613–616.
- Platzer, W. (1957b): Die Variabilität der A. carotis interna im Sinus cavernosus in Beziehung zur Variabilität der Schädelbasis. — Morph. Jb. 98: 227–243.
- Psenner, L. B. (1966): Schädel. — In Schinz: Lehrbuch der Röntgendiagnostik Bd. III. Thieme-Verlag, Stuttgart.
- Petit-Maire, N. (1971): Morphogénèse du crâne des Primates. — L'Anthropologie 75: 85–118.
- Ramaswami, L. S. (1957): The development of the skull in the slender loris. — Acta zool. 38: 27–68.
- Redlich, F. H. (1963): Röntgenologischer Erstnachweis des Os suprapetrosum (Meckel). — Fortschr. Geb. d. Röntgenstr. und d. Nuclearmedizin 98: 599–604.
- Reinbach, W. G. (1963/65): Das Cranium eines menschlichen Feten von 93 mm Sch.-St. Länge. — Z. Anat. Entw.gesch. 124: 1–50.
- Reinhard, W. (1957/58): Das Cranium eines 33 mm langen Embryos des Mantelpavians. — Z. Anat. Entw.gesch. 120: 427–455.
- Riesenfeld, A. (1969): Head balance and brachycephalization. — Homo 20: 81–90.
- Rosenberger, A. L. (1985): In favor of the Necrolemur-Tarsier hypothesis. — Folia primatol. 45: 179–194.
- Roth, E. (1883): Beitrag zu den Merkmalen niederer Rassen am Schädel. — Arch. Anthrop. 14: 73–88.
- Roux, G. H. (1947): The cranial development of certain Ethiopian insectivores and its bearing on the mutual affinities of the group *Suncus*. — Acta zool. 28: 165–397.
- Sachs, L. (1978): Statistische Methoden und ihre Anwendungen. — Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg — New York.
- Saunders, S. R. & F. Popovich (1978): A family study of two skeletal variants: Atlas Bridging and Clinoid Bridging. — Am. J. phys. Anthrop. 49: 193–204.
- Schneider, I. A. (1939): Sellabrücke und Konstitution. — Thieme-Verlag, Stuttgart.
- Schultz, A. H. (1941): The relative size of the cranial capacity in Primates. — Am. J. phys. Anthrop. 28: 273–287.
- Schultz, A. H. (1942): Conditions for balancing the head in Primates. — Am. J. phys. Anthrop. 29: 483–497.
- Schultz, A. H. (1955): The position of the occipital condyles and of the face relative to the skull base in primates. — Am. J. phys. Anthrop. 13: 97–120.
- Schultz, A. H. (1962): Metric age changes and sex differences in primate skulls. — Z. Morph. Anthrop. 52: 239–255.
- Simon, K. H. (1981): Beitrag zur Craniogenese von *Callithrix jacchus* L. (Platyrrhini, Primates). — Courier Forschungsinstitut Senckenberg 45: 1–106.
- Simons, E. L. & D. T. Rasmussen (1989): Cranial Morphology of *Aegyptopithecus* and *Tarsius* and the Question of the Tarsier-Anthropoidean Clade. — Am. J. phys. Anthrop. 79: 1–23.
- Sitt, W. (1943): Zur Morphologie des Primordialcraniums und Osteocraniums eines Embryos von *Rhinolophus rouxii* von 15 mm Sch. St.-Länge. — Morph. Jb. 88: 268–342.
- Smith, St. P., S. M. Wolpert, A. Sadoghi-Nejad & B. Senior (1986): Value of computed tomographic scanning in patients with growth hormone deficiency. — Pediatrics 78: 601–605.
- Smit-Vis, J. H. (1981): Growth control of the cranial base. A study with experimentally bipedal rats. — Anat. Anz. 149: 455–470.
- Smit-Vis, J. H. (1983): Growth control of the cranial base. A study with experimentally bipedal rats. — Anat. Anz. 155: 97–110.
- Spatz, W. (1964): Beitrag zur Kenntnis der Ontogenese des Craniums von *Tupaia glis* (Diard 1820). — Morph. Jb. 106: 321–416.

- Spee, F. Graf v. (1896): Keilbein. — In: Hdb. d. Anatomie I, 1. Hrsg. von K. v. Bardeleben. Fischer-Verlag, Jena.
- Stadtmüller, F. (1936): Kraniaum und Visceralskelett der Säugetiere. Bd. IV. — In: Hdb. der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Hrsg. Bolk, L., Göppert, E., Kallius, E. & W. Lubosch. Urban und Schwarzenberg. Berlin u. Wien.
- Starck, D. (1943): Beitrag zur Kenntnis der Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Chiropterenocraniums. Das Chondrocranium von *Pteropus semindus*. — Z. Anat. Entw.gesch. 112: 588—633.
- Starck, D. (1953): Morphologische Untersuchungen am Kopf der Säugetiere, besonders der Prosimier, ein Beitrag zum Problem des Formwandels des Säugetierschädels. — Z. wiss. Zool. 157: 169—219.
- Starck, D. (1960): Das Cranium eines Chimpansenfetus (*Pan troglodytes* (Blumenbach 1799) von 70 mm Sch.St.Länge, nebst Bemerkungen über die Körperform von Chimpansenfeten. — Morph. Jb. 100: 559—647.
- Starck, D. (1961): Ontogenetic development of the skull of primates. — In: International Colloquium on the Evolution of Mammals. Kon. Vlaamse Acad. Wétensch. Part I: 205—214. Brüssel.
- Starck, D. (1962): Das Cranium von *Propithecus spec.* — Bibliotheca primatol. 1: 163—196.
- Starck, D. (1965): Embryologie. — Thieme, Stuttgart.
- Starck, D. (1967): Le crâne des Mammifères. — In: Traité de Zoologie 16, Part 1: 405—549. Ed. P. Grassé. Masson, Paris.
- Starck, D. (1973): The skull of the fetal chimpanzee. 1—33. — In: G. W. Bourne, ed.: The Chimpanzee Vol. 6. S. Karger, Basel, New York.
- Starck, D. (1979): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Bd. 2. — Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- Stark, L. & E. Weber: (1961): Die Osteome der Schädelbasis. — Zentbl. Neurochirurgie 21: 126—144.
- Veit, O. (1947): Über das Problem Wirbeltierkopf. — Thomas, Kempen.
- Velhagen, K. (1934): Sellabrücken. — Arch. Augenheilk. 108: 559—564.
- Vogel, Ch. (1966): Morphologische Studien am Gesichtsschädel catarrhiner Primaten. — Bibliotheca primatol. 4: 1—226.
- Vogel, Ch. (1969): Funktionelle und phylogenetische Aspekte der Morphologie des Schädels höherer Primaten, einschließlich der Hominiden. — Z. Morph. Anthropol. 60: 242—262.
- Voit, M. (1909): Das Primordialcranium des Kaninchens unter Berücksichtigung der Deckknochen. — Anat. Hefte 38: 425—616.
- Voit, M. (1919): Die Abducensbrücke beim Menschen, ein Rest der primären Schädelwand. — Anat. Anz. 52: 36—41.
- Wegener, R. N. (1920): Das Ligamentum spheno-petrosum (Gruber), Abducensbrücken und homologe Gebilde. — Anat. Anz. 53: 161—175.
- Wood-Jones, F. (1930/31): The non-metrical morphological characters of the skull as criteria for racial diagnosis. Part I. General discussion of the morphological characters employed in racial diagnosis. — J. Anat. 65: 179—195.
- Wood-Jones, F. (1934): The non-metrical morphological characters of the skull as criteria for racial diagnosis. Part IV. The non-metrical morphological characters of the Northern Chinese skull. — J. Anat. 68: 96—108.
- Wünsch, D. (1975): Zur Kenntnis der Entwicklung des Craniums des Koboldmaki, *Tarsius bancanus bancanus* Horsfield 1821. — In: Beiträge zur Kenntnis des Primatenocraniums 4: 1—117. Selbstverlag d. Zentr. d. Morphol., Dr. Senckenberg. Anatom. Institut Frankfurt a. M.
- Youssef, E. H. (1962): The development of the auditory capsule in a 34 mm human embryo. — J. Egypt. med. Ass. 45: 751—765.
- Youssef, E. H. (1964): The development of the skull in a 34 mm human embryo. — Acta anat. 57: 72—90.
- Zeller, U. (1983): Zur Ontogenese und Morphologie des Craniums von *Tupaia belangeri* (Tupaiaidae, Scandentia, Mammalia). — Med. Diss. Göttingen, 1—308.

- Zihlman, A. L. & D. L. Cramer (1978): Skeletal differences between pygmy (*Pan paniscus*) and common chimpanzee (*Pan troglodytes*). — *Folia Primatol.* 29: 86–94.
- Zuckermandl, E. (1899): Zur Anatomie von *Chiromys madagascariensis*. — *Denkschr. math. nat. Kl. Wien* 68: 89–200.

Dr. Ulrich Demmel, akadem. Oberrat, Dr. Rolf Ortman, Prof. emerit., Anatomisches Institut der Universität zu Köln, Joseph-Stelzmann-Str. 9, D-50931 Köln.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bonn zoological Bulletin - früher Bonner Zoologische Beiträge.](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [44](#)

Autor(en)/Author(s): Demmel Ulrich, Ortman Rolf

Artikel/Article: [Die Häufigkeitsverteilung einiger Schädelbasisvarianten im Primatenstamm 69-122](#)