AUS DEM ANTHROPOLOGISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT Breslau.

(DIREKTOR: PROF. DR. MOLLISON.)

DER GEHIRNREICHTUM DER AUSTRALIER UND ANDERER HOMINIDEN, BEURTEILT NACH IHREM SKELET.

VON

OTTO HAUGER.

Mit 4 Abbildungen im Text.

Hoch über der Tierreihe, gemessen an ihren geistigen Fähigkeiten, steht der Mensch, äusserlich schon gekennzeichnet durch die mächtige Entfaltung seines Neurocraniums. Seit man erkannt hat, dass die psychischen Funktionen des Menschen sich auf der somatischen Grundlage seines Gehirns abspielen, haben Naturforscher und Ärzte sich bemüht, einen Zusammenhang zwischen beiden zu finden. Aristoteles hat noch geglaubt, dass der Mensch unter allen Lebewesen das schwerste Gehirn habe. Man ist bald zur Erkenntnis gekommen, dass man mit absoluten Zahlen nichts anfangen kann, sondern dass man das Gehirngewicht in Beziehung zu den übrigen Abmessungen des Individuums setzen muss. Das Gehirn ist ein Teil des Zentralnervensystems, die Grösse der Zentrale aber ist abhängig von der Grösse und den Funktionen des Apparats, dem sie vorsteht. Man hat infolgedessen das Gehirngewicht in Vergleich gesetzt mit dem Körpergewicht und der Körperlänge. A. Brandt (1) hat zum ersten Male den Zusammenhang zwischen dem Hirngewicht und dem Körpergewicht innerhalb der Tierreihe näher untersucht und erkannt, dass die Zunahme des Gehirngewichts der Zunahme des Körpergewichts nicht direkt proportional ist, sondern dass die kleinen Tiere ein relativ grösseres Gehirn als die grossen haben. Er kam zu dem Schluss, dass es vor allem die somatischen Funktionen des Gehirns sind, die beim kleinen Individuum eine grössere Gehirnmasse verlangen. Th. L. W. v. Bischoff (2) hat dann eine Reihe von Untersuchungen über das Hirngewicht des Menschen zusammengefasst. An einem grossen Material

geht er all den Faktoren auf den Grund, die die Grösse des menschlichen Hirngewichts beeinflussen. Retzius (3), Marchand (4), Matiegka (5), Dräseke (6), Handmann (7), Wendt (8) und eine Anzahl anderer haben weiteres Material für die Gewichtsverhältnisse des menschlichen Gehirns gesammelt und veröffentlicht. Die Ergebnisse der einzelnen Autoren lassen sich nicht ohne weiteres miteinander vergleichen, da ihre Technik der Wägung eine verschiedene ist. Immerhin aber lassen sich aus ihren Arbeiten die Faktoren deutlich erkennen, von denen beim Menschen und analog bei anderen Tieren die Grösse des Hirngewichts abhängig ist.

Es sind die folgenden:

1. Das Gehirn verändert sich mit dem Lebensalter. Es wächst in den ersten Lebensjahren sehr rasch, erreicht mit dem 20. Lebensjahr sein grösstes Gewicht, um schliesslich vom 50. Lebensjahr an auch seinerseits der senilen Involution zu verfallen.

2. Das Geschlecht spielt eine bedeutsame Rolle; das grössere absolute Hirngewicht des Mannes, das kleinere des Weibes sind bekannt. Das relative Gehirngewicht lässt die Frau allerdings besser dastehen.

3. Mit zunehmender Körpermasse, die sich ausdrücken lässt im Körpergewicht, wie auch mit zunehmender Körperlänge wächst das Hirngewicht.

4. Körperliche Entwicklung und Ernährungszustand spielen eine Rolle.

5. Der Einfluss der Kultur auf die Gehirnmasse ist viel umstritten. Broca an Pariser und E. Schmidt an Ägypterschädeln haben geglaubt, ihr eine günstige Einwirkung auf die Gehirnentwicklung zuschreiben zu sollen. Neuere Untersuchungen geben dem Unrecht.

6. Klar liegt der deutliche Unterschied des Gehirngewichts bei den verschiedenen menschlichen Gruppen zutage.

7. Die Intelligenz ist ebenfalls einer der Faktoren, die das Hirngewicht mitbestimmen.

8. Die Blutfülle des untersuchten Gehirns, pathologische Anomalien, vorausgegangene körperliche und Geisteskrankheiten und die Methodik der Wägung beeinflussen das Ergebnis von Gewichtsbestimmungen.

Das Verhältnis des Gehirngewichts zum Körpergewicht ist die Grundlage für alle übrigen Korrelationen. Die Tatsache, dass das Gehirn mit zunehmender Körpermasse nicht in derselben Masse zunimmt, hat schon Brandt (1) erkannt. Sie machte den Satz, dass das relative Gehirngewicht ohne weiteres die Intelligenz anzeige, hinfällig. Es galt zu ergründen, welche Gesetzmässigkeit in der Zunahme beider Gewichte, des Gehirn- und Körpergewichts, herrschte. Bischoff (2) wie Manouvrier (9) haben berechnet, wieviel Gramm Gehirn auf Kilogramm Körpergewicht und auf Centimeter Körperlänge kommen, wie Gehirn und Körper in ihren Gewichtseinheiten im Mittel zunehmen, aber eine Gesetzmässigkeit erkannten sie nicht. Da kamen O. Snell 1891 (11) und unabhängig von ihm Dubois 1897 (12, 13) zu der Erkenntnis, dass sich die gesetzmässige Zunahme beider Gewichte durch eine einfache Formel ausdrücken liess. Es ergab sich nämlich bei Untersuchungen innerhalb der Tierreihe, wenn man von Tieren, die auf gleicher geistiger Stufe standen, grosse und kleine (z. B. Katze und Löwe) miteinander verglich, dass die Gehirngewichte zunahmen, wie die 0,56. Potenzen der Körpergewichte. O. Snell gab für das wechselseitige Verhältnis die Formeln an, die sich auch bei Dubois in derselben Form finden:

$$\begin{aligned} e &= k \cdot s^r \\ E : e &= S^r : s^r \\ (S : s)^r &= E : e \\ r &= \frac{\log E - \log e}{\log S - \log s} \end{aligned}$$

$$k = \frac{E}{S^r} = \frac{e}{s^r},$$

wobei e das Gehirngewicht, s das Körpergewicht des kleineren Tieres, E und S das Gehirn- und Körpergewicht des grösseren Tieres bedeuten und k ein weiter unten zu besprechender Faktor ist. Die als Exponent des Körpergewichts auftretende Grösse r ist in ihrer Deutung sehr schwierig. *Lapique* (16, 17, 18, 19) bezeichnet sie in seinen Untersuchungen als eine „puissance étrange“. Ihre Erklärung ist gleichbedeutend mit der Aufhellung der Tatsache, dass ein kleineres Tier ein relativ grösseres Gehirn braucht als ein gleich intelligentes grösseres. *O. Snell* bringt das mit dem Stoffwechsel in Zusammenhang. Das kleinere Tier hat infolge seiner grösseren Körperoberfläche einen grösseren Stoffwechselumsatz, für diese grösseren somatischen Funktionen bedarf es grösserer nervöser Zentren, und deshalb hat es ein relativ grösseres Gehirn als das grössere Tier der gleichen Gattung. *Dubois* (14) weist darauf hin, dass es die Entwicklung der Sinnesorgane ist, die beim kleineren Tier einen relativ grösseren Raum in Anspruch nehmen als beim grösseren, und ihrerseits auch wieder die grössere Gehirnmasse des kleineren Tieres bedingen. Wie dem auch sei, jedenfalls kommen er sowohl, wie *Lapique*, wie auch *Girard* (20) immer wieder für die Grösse r innerhalb der Wirbeltierreihe zu Werten, die um 0,56 schwanken, vorausgesetzt, dass man Arten gleicher Organisation, gleicher Körperform und gleicher Lebensweise miteinander vergleicht.

Damit ist nun die Abhängigkeit des Hirngewichts vom Körpergewicht in ihren Zusammenhängen gegeben. Es ist aber klar, dass auch der Grad der geistigen Fähigkeiten eines Tieres von Einfluss auf das Gehirngewicht ist. Das veranlasst *Snell* sowohl wie *Dubois*, einen Faktor einzuführen, der der Ausdruck für die psychischen Qualitäten des betreffenden Individuums sein soll und dem *Snell* die Bezeichnung „psychi-

scher Faktor“ und Dubois die Bezeichnung „Cephalisationskoeffizient“ gibt und ihn mit k bezeichnet. So ist die Formel $e = k \cdot s^r$ entstanden.

Will man mit ihr arbeiten, so hat man selbstverständlich alle übrigen Faktoren, die ausser Körpergewicht und Intelligenz das Gehirngewicht beeinflussen, sorgfältig auszuschalten; es sind dies die Punkte 1 und 2, 4 bis 6 und 8 der obigen Zusammenstellung. Dann aber kann man die Formel benützen und aus ihr auf die Intelligenz der untersuchten Individuen interessante Schlüsse ziehen. Dubois (12, 13, 14, 15), Lapique (16, 17, 18, 19), Girard (20) haben innerhalb der ganzen Vertebratenreihe die Gültigkeit des Gesetzes erprobt. Als Endergebnis dieser Untersuchungen kommt Dubois 1914 (15) für die Grösse r zu dem Werte 0,5576, gültig beim Vergleich von Vertebratenarten gleicher Organisation, gleicher Körperform und Lebensweise. Er macht aber dabei die Einschränkung, dass dieser Korrelationsexponent r , an grossen und kleinen Individuen der gleichen Art berechnet, nur 0,232 beträgt. Zu demselben Ergebnis ist auch Lapique gekommen.

Lapique hat darauf hingewiesen, dass die rechnerischen algebraischen Ergebnisse sich graphisch sehr übersichtlich darstellen lassen, wenn man auf einem Koordinatensystem nicht die Körper- und Gehirngewichte selbst, sondern deren Logarithmen abträgt. Das ist begreiflich, denn in der Formel $e = k \cdot s^r$ spielt die Grösse r , da sie Exponent ist, die entscheidende Rolle. Sie wird in der logarithmischen Formel zum Faktor und in der graphischen Darstellung mit logarithmischem Masssystem erhält sie ihren Ausdruck in einer Geraden, die mit der Horizontalen den durch r gegebenen Winkel bildet. Es ist der Winkel α , dessen Tangente die Grösse r ist. Auf dieser Geraden aber liegen dann die mittleren Gehirngewichte verschieden grosser Individuen derselben Art und Intelligenz, sie wird für diese Tiere zur Isonuralen. Auf diese Weise hat

Lapique in übersichtlicher Form das feste Verhältnis zwischen Körper- und Gehirngewicht innerhalb der ganzen Wirbeltierreihe zur Darstellung gebracht (16, S. 251) und gezeigt, dass die Höhenlage der durch r gegebenen Linie von der Intelligenzentwickelung der betreffenden Tierart abhängig ist.

Es liegt auf der Hand, dass es gerade für den Anthropologen schwer ist, frisches Leichenmaterial — denn solches muss es sein, sollen die Werte miteinander verglichen werden — zu gewinnen. Man hat zwar oft versucht [Eyerich und Loewenfeld (21) und viele andere (cf. Martin, 22, S. 648)], Schädelumfang und andere Masskriterien für die Gehirnausbildung heranzuziehen und sie mit Körperlänge und anderen Vergleichswerten in Beziehung zu setzen. Dass man nach solchen Methoden aber nur grobe Werte erhalten kann, und dass dem Untersucher dabei die feinen Gesetzmässigkeiten, die Snell und Dubois aufgedeckt haben, entgehen, ist verständlich.

Dem Anthropologen steht vielfach nur Skeletmaterial und für die fossilen Hominiden überhaupt nur solches zur Verfügung. Er ist genötigt, damit fürlieb zu nehmen. Durch diese Tatsache veranlasst, hat Mollison (23) darauf hingewiesen, dass das Snell-Dubois'sche Gesetz auch am Skeletmaterial seine Gültigkeit behält. Das Gehirngewicht ersetzt er durch den in der Untersuchungstechnik viel stabileren Wert der Schädelkapazität, von ihm K oder k bezeichnet. Statt des Körpergewichts nimmt er das Knochenvolumen der langen Extremitätenknochen und nennt diese Grösse V oder v , je nachdem es sich um das grössere oder kleinere Tier handelt. Der Cephalisationskoeffizient k von Dubois wird bei ihm zum Cerebralkoeffizienten c . Die Grösse r bleibt bestehen. Dann lauten die Formeln:

$$K = c \cdot V^r$$

$$K : k = V^r : v^r$$

$$\log K - \log k = r (\log V - \log v)$$

$$r = \frac{\log K - \log k}{\log V - \log v}$$

$$c = \frac{K}{V^r}$$

Auch dieses Verhalten lässt sich nach Lapique genau so graphisch darstellen (Fig. 1 und 3), nur nennt man die Isoneurale dann besser Isencephale. Mollison hat die Grösse r , die uns auch hier vor allem interessiert, für den Gorilla (6 Exemplare) berechnet und erhält dafür den Wert 0,5804, der fast genau mit dem Duboisschen r übereinstimmt.

Die Giltigkeit des Duboisschen Gesetzes auch am so gewählten Skeletmaterial erscheint im ersten Augenblick merkwürdig. Sie ist es aber nicht. Mollison ersetzt einmal das Gehirngewicht durch die Schädelkapazität; zwischen beiden besteht ja eine ziemlich feste Korrelation, die von Welcker (24) und Manouvrier (25) schon zahlenmässig festgelegt wurde. Statt des unsicheren Faktors des Körpergewichts nimmt Mollison das Knochenvolumen der 6 markantesten Extremitätenknochen, Humerus, Radius, Ulna, Femur, Tibia und Fibula, das heisst er setzt statt des Körpergewichts oder was, da man innerhalb ähnlicher Arten vergleicht, ja auch dasselbe ist, statt des Körpervolumens nur einen bestimmten Teil desselben, einen Teil, der viel zuverlässiger ist, als die je nach dem Ernährungszustande stark schwankende Grösse des Körpergewichts. Es bestehen also (natürlich nicht bis in viele Dezimalen hinein mathematisch genau genommen) die festen Beziehungen:

$$\text{Schädelkapazität} = \text{Gehirngewicht} : a = \text{Gehirnvolumen} : a_1;$$

$$\text{Knochenvolumen} = \text{Körpergewicht} : b = \text{Körpervolumen} : b_1.$$

Daraus ergibt sich aber, dass man nach der Mollisonschen Methode zu denselben Werten für r gelangen muss wie nach

der Duboisschen, denn es ist irrelevant, ob man in der Formel

$$r = \frac{\log K - \log k}{\log V - \log v}$$

K und k, V und v nimmt, oder konstante Bruchteile dieser Grössen. Die Differenzen der betreffenden Logarithmen sind dieselben. Die für den Duboisschen Koeffizienten der Cephalisation und den Mollisonschen Cerebralkoeffizienten gewonnenen Werte sind natürlich bei den beiden Methoden verschieden und miteinander nicht vergleichbar.

In einem aber, und das ist in der Genauigkeit, gebührt der Mollisonschen Methode vor der Duboisschen bei weitem der Vorzug. Für die Gehirngewichte erhält man so verschiedene Werte, je nach der Technik, nach der man arbeitet, je nachdem man die Medulla etwas weiter oben oder unten abschneidet usw., je nach dem Zustande des Gehirns, ob frisch oder konserviert. Bischoff (2, S. 76) hat gezeigt, wieviel das Gehirn durch Konservierung mit der Zeit an Gewicht verlieren kann. Blutfülle und vieles andere spielt noch eine Rolle. Demgegenüber hat man in der Schädelkapazität, wenn man beim Menschen nur die Voraussetzung macht, sie erst bei Individuen vom 20. Lebensjahr an zu messen, etwas absolutes Festes, Starrwandiges in der Hand, das die Schrumpfung des Gehirns im Alter nicht mitmacht und das eine Konstante bleibt, ob ich sie jetzt oder erst nach vielen Jahren messe. Das Körpergewicht ferner ist derartig abhängig vom Ernährungszustand, von Veranlagung, von oft schwer fassbaren Krankheitszuständen und so vielem anderen, bei Haustieren von Zuchtergebnissen, von Domestikation. Wie will ich sagen, das und das Tier, der und der Mensch war in einem normalen Gewichtszustand? Das bleibt für das Tier noch mehr als für den Menschen, wo wir viele Vergleichszahlen haben, Schätzung. Leuret (26, S. 384) hat schon, um einen krassen Fall herauszunehmen, ge-

zeigt, dass sich das relative Gehirngewicht bei einer Gans, je nachdem sie gemästet ist, zwischen 1:467 und 1:3600 bewegt. Wenn ich aber das Körpergewicht zum Hirngewicht in der Snell-Duboissschen Formel in Beziehung setze, so tue ich es deshalb, weil die nervöse Masse von der Körpermasse und weil die Grösse der Nervenzentrale von dem Umfange und der Zahl der Aussenstationen abhängt. Ich will wissen, wie ist denn das Verhältnis des Gehirns zu der Summe der innervierten Körperapparate? Da spielt das Fett nur eine untergeordnete Rolle, denn seine Innervation ist gleich Null. Da ist das Integument sowohl mit seinen Sinnesorganen wie vor allem der Lokomotionsapparat mit seinem Skeletsystem, seinen Muskeln und Bändern von entscheidender Wichtigkeit. So kann Mollison sehr wohl als Teil von ausschlaggebender Bedeutung das Skelet der Extremitäten beim Menschen und hochentwickelten Vertebraten in der Formel in Rechnung setzen. Und er wird, obwohl auch das noch nicht das Ideal ist, dabei genauere Werte erhalten, als nach der Duboissschen Methode. Eine Einschränkung ist dabei zu machen: Das Extremitätenskelet kann nur bei den Tierarten zum Vergleich herangezogen werden, in deren Dasein die Extremitäten eine entscheidende Rolle spielen. Das ist der mit seinen Gliedmassen arbeitende Mensch, das sind die Affen, das sind die Tiere, für die die Schnelligkeit der Beine eine lebenswichtige Rolle spielt. Das sind vielleicht noch die Vögel, das ist wahrscheinlich nicht mehr das Hausschwein, das kann eine Schlange überhaupt nicht mehr sein.

Mollison hat in seiner oben erwähnten Arbeit (23) den Gehirnreichtum der Primaten auf Grund ihres Extremitätenskelets nach der Snell-Duboissschen Formel und anderen Erwägungen beurteilt. Auf dieser Arbeit aufbauend und seine Ergebnisse heranziehend habe ich innerhalb der Species Mensch die Giltigkeit des Snell-Duboissschen Gesetzes und seine

Folgerungen auf die Gehirnentwicklung und Intelligenz zu ergründen versucht.

Für meine Untersuchungen war ich auf das Material des Anthropologischen und des Anatomischen Instituts der Universität Breslau angewiesen; Herr Prof. Mollison und Herr Geh. Rat Kallius hatten die Güte, mir es für meine Untersuchungen zur Verfügung zu stellen. Herr Prof. Mollison gab mir die Anregung zu dieser Arbeit, er stand mir auch während derselben stets gerne mit Rat und Tat zur Seite. Ich bin ihm dafür zu grösstem Danke verpflichtet.

Bei unserem geringen Besitzstande an eindeutigen und kompletten Rasseskeleten war eine grössere Serie von Australierskeleten, die Klaatsch von seiner australischen Reise mitbrachte (27), besonders wertvoll. 20 liessen sich für meine Untersuchungen verwerten. Sie stammten mit zwei Ausnahmen alle von der Küste von Queensland. Die Skelete haben den grossen Vorzug, einer homogenen Gruppe anzugehören und rühren von Individuen her, die an Körpergrösse und deshalb auch an Knochenvolumen erheblich voneinander verschieden waren. Das war zur Eruierung der Gesetzmässigkeit im Wachstum der Grössen Schädelkapazität und Knochenvolumen sehr schätzenswert. Als europäische Vergleichsgruppe konnte ich 11 Europäerskelete der anatomischen Sammlung Breslau heranziehen. Ihre Herkunft ist leider nicht so eindeutig, wie die der Australier, sie stammen wohl meist aus dem Osten Deutschlands, womit, rassenmässig gesprochen, allerdings nichts gesagt ist. Diese Europäergruppe, deren Individuenzahl auch etwas klein ist, kann also lange nicht so wie die Australiergruppe als etwas Homogenes aufgefasst werden, eine grössere Streuung in ihren Werten war von vornherein zu erwarten. Sechs Negritos entnahm ich der Arbeit Mollisons. Der Rest der Individuen ist aus der Tabelle I ersichtlich. Es ist selbstverständlich, dass nur solche Skelete zur Untersuchung

Tabelle I.

		Nr.	Geschlecht	Kapazität	Knochen- volumen	Rela- tive Kapa- zität	Soma- tische Kompo- nente	Psychi- sche Kompo- nente	Cerebral- koeffi- zient
				in cem	in cem	$\frac{K \cdot 100}{V}$	$\frac{V \cdot 39}{100}$ in cem	$\frac{K - \text{Som. Komp.}}{V^{0,25}}$ in cem	$\frac{K}{V^{0,25}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Australier	Br	1004	1	♂	1038	597	174	233	210,0
		1006	2	♂	1163	955	122	373	210,1
		1007	3	♀	1220	760	160	296	237,9
		1008	4	♀	1185	869	137	339	218,2
		1009	5	♀	1235	1312	94	518	204,8
		1010	6	♀	1252	867	145	339	230,7
		1016	7	♀	1130	595	190	233	229,2
		1017	8	♀	1153	745	155	292	220,8
		1020	9	♀	1193	605	197	236	240,5
		1021	10	♀	965	379	255	148	218,6
		1028	11	♀	1056	476	222	186	226,0
		1031	12	♀	1093	496	221	194	231,6
		1033	13	♀	1141	722	158	282	220,0
		1034	14	♀	1233	1020	121	398	218,1
		1039	15	♀	928	573	162	224	189,7
		1042	16	♀	1341	880	153	344	246,8
		1043	17	♀	1240	664	187	259	244,3
		1044	18	♀	1089	714	153	279	211,1
		1070	19	♀	1225	991	124	387	218,3
		1073	20	♀	1041	634	164	247	207,5
Europäer	NC	122	21	♂	1704	1267	135	495	285,6
		128	22	♂	1254	1062	118	414	219,7
		364	23	♂	1504	1125	134	438	259,7
		367	24	♂	1391	1241	112	484	234,3
		368	25	♂	1646	1022	161	399	291,1
		369	26	♂	1381	1089	127	426	240,4
		370	27	♂	1426	1111	128	434	247,0
		696	28	♂	1402	1058	132	413	245,9
		697	29	♂	1293	1250	103	488	217,5
		698	30	♂	1658	1066	156	416	286,2
Negrito oder Aëta	AH	25	31	♀	1368	831	165	324	254,7
		3828*	32	♂	1266	579	218	226	258,0
		2626*	33	♀	1100	497	221	194	238,5
		3828a*	34	♂	1460	716	204	279	282,2
		3828b*	35	♂	1226	641	191	251	243,6
		2625*	36	♂	1246	551	226	215	257,2
		3828c*	37	♂?	1522	566	269	221	312,0

			Nr.	Geschlecht	Kapazität	Knochen- volumen	Rela- tive Kapa- zität	Soma- tische Kompo- nente	Psychi- sche Kompo- nente	Cerebral- koeffi- zient
					in ccm	in ccm	$= \frac{K \cdot 100}{V}$	$= \frac{V \cdot 39}{100}$ in ccm	$= K -$ Som - Komp. in ccm	$= \frac{K}{V^{0,85}}$
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
Lappländer .	NC	123	38	♀	1283	617	208	241	1042	257,4
	NC	124	39	♂	1490	941	158	367	1123	269,0
Igorote . .	NC	125	40	♂?	1151	590	195	231	920	233,6
	NC	127	41	♂	1249	868	144	338	911	230,2
Ostindier . .	NC	23	42	♂	1212	893	136	349	863	221,7
Buschmann .	NC	46	43	♂?	1260	891	141	349	911	236,0
Sandwich-In- sulaner . .	St	3982*	44	♂	1573	730	215	285	1288	302,7
Paraguay- Indianer . .	AH	92*	45	♂	1333	1126	118	439	894	230,1
Neger . . .	AH	158*	46	♂	1388	947	147	369	1019	250,8
Neandertaler *			47		1230	1106	111	433	797	212,2

Die mit * bezeichneten Individuen sind der Mollisonschen Arbeit entnommen.

herangezogen wurden, bei denen alle Knochen zweifelsfrei von demselben Individuum stammten. Das ist bei vielen Sammlungsskeleten nicht ohne weiteres der Fall.

Von sämtlichen Skeleten wurde die Schädelkapazität und das Volumen der langen Röhrenknochen (Humerus, Radius, Ulna; Femur, Tibia und Fibula) der rechten Körperhälfte, und, wenn sie fehlten, der linken Seite nach der von Mollison (23, S. 389) angegebenen Methode mit Rübsamen und unter Benützung der dort beschriebenen Messinstrumente gemessen. Die gefundenen Summenwerte für die Einzelindividuen sind in der Tabelle I niedergelegt. Die Ergebnisse wurden in der Fig. 3 nach dem Lapiqueschen Verfahren, indem auf der Abszisse der Logarithmus des Knochenvolumens und auf der Ordinate der Logarithmus der Schädelkapazität abgetragen wurde, übersichtlich dargestellt.

Dabei ergab sich nun, dass die von Dubois für die ganze Wirbeltierreihe als gültig stabilisierte Formel $E = k \cdot S^{0,56}$ und die von Mollison für die Anthromorphen am Knochenmaterial errechnete Formel $K = c \cdot V^{0,58}$ nicht mehr für den Menschen gilt. Denn für den Menschen nimmt der Exponent r einen anderen Wert an, er wird kleiner. Schon Mollison hat erkannt, dass innerhalb der Primaten die niederen Ostaffen das grösste, die höheren Affen ein kleineres und die Menschen das kleinste r besitzen. Sein geringes Material gestattete ihm nicht, zu genauen Ergebnissen für den Menschen zu kommen.

Der Wert der Grösse r ergab sich aus meinen Zahlen für den Menschen als $r = 0,25$, ich errechnete ihn für die höheren Affen nach Mollison als $r = 0,43^1)$ und für die niederen Ostaffen als $r = 0,60$. In der graphischen Darstellung (Fig. 1) ist diese Veränderung von r innerhalb der Primaten deutlich zu erkennen, denn die Grösse r findet in der Neigung der Isencephalen ihren klaren Ausdruck, da sie ja die Tangensfunktion des Winkels ist, den diese Linie mit der Horizontalen bildet.

Lapique (17) und auch Dubois in seiner letzten Arbeit (15) finden nun ebenfalls für den Menschen innerhalb seiner Art den Wert für $r = 0,25$. Lapique fand ihn aber auch für den Haushund gültig (17, S. 314) und Dubois (15, S. 336) auch für Eichhörnchen und Ochsenfrösche²⁾. Der domestizierte Haushund ist ein ungünstiges Studienobjekt, das zugrunde liegende Material Dubois' ist, da es sich immer nur um sehr

¹⁾ Ich komme hier zu einem anderen Wert für r für die höheren Affen als Mollison, weil Mollison diesen Wert nur aus den 6 Gorillas berechnete, ich aber aus allen 12 Anthropomorphen der Mollisonschen Veröffentlichung.

²⁾ Die Ergebnisse Lapiques am Haushund wurden neuerdings bestätigt durch B. Klatt (zur Methodik vergleichender metrischer Untersuchungen, besonders des Herzgewichts. Biol. Zentralbl. Bd. 39. 1919. S. 413). Auch er weist dabei auf die Domestikation hin.

Er hat versucht, diese Merkwürdigkeit auch zu erklären. Sein Gesetz innerhalb der Art steht auf schwachen Füßen, frapierend aber ist, dass sich aus meinen Berechnungen dieselbe Grösse $r = 0,25$ für den Menschen ergibt, wie sie Lapique und Dubois mit ganz anderen Methoden gefunden haben.

Die Berechnung der Grösse r erfolgte aus folgenden Erwägungen heraus. Die Einzelkapazitäten und Einzelvolumina sind Gruppen von zwei Merkmalen, die in Beziehung zueinander gesetzt werden sollen. Dass eine Gesetzmässigkeit in ihrem gegenseitigen Verhalten besteht, ist erwiesen. Die Korrelation zweier Merkmale lässt sich auf mathematischem Wege zum Ausdruck bringen, indem man den Korrelationskoeffizienten berechnet (Martin, 22, S. 78 f.). Im Koordinatensystem mit dem Massstab des einen Merkmals auf der Ordinate, dem Massstab des anderen Merkmals auf der Abszisse stellt sich dieser Korrelationskoeffizient x als eine Gerade dar, die mit der Horizontalen einen bestimmten durch x gegebenen Winkel bildet. Für je 2 Punkte auf dieser Geraden gilt dann das Gesetz:

$$x = \frac{K - k}{V - v}.$$

Nun haben Snell, Dubois und Lapique aber erwiesen, dass sich die Gehirngewichte bzw. die Kapazitäten nicht wie die r -fachen Produkte der Körpergewichte bzw. der Knochenvolumina verhalten, sondern wie die r -ten Potenzen. Mit anderen Worten, sie sind zu keinem Korrelationskoeffizienten gekommen, sondern zu einem Korrelationsexponenten. Der Korrelationsexponent zweier Grössen ist aber mathematisch gleich dem Korrelationskoeffizienten der Logarithmen dieser beiden Grössen. Ich brauche also nur den Korrelationskoeffizienten für die Logarithmen der Schädelkapazitäten und die Logarithmen der Knochenvolumina zu berechnen und ich habe die Korrelation zwischen Kapazität und

Volumen, wie sie die Snell-Duboissche Formel verlangt. Dieser neue Korrelationskoeffizient r hat dann für je 2 Individuen folgende Eigenschaft:

$$r = \frac{\log K - \log k}{\log V - \log v}.$$

Mit derselben Gleichung aber haben schon Snell und Dubois (siehe oben) die Grösse r ausgedrückt. Das gefundene r hat dann die Eigentümlichkeit, im Koordinatensystem, auf dem ich jetzt aber die Massstäbe der Logarithmen abtragen muss, in einer Geraden seinen Ausdruck zu finden. Dieses logarithmische Koordinatensystem ist aber nichts anderes, als die Lapique'sche Anordnung und die durch r gegebene Gerade ist die Lapique'sche Isoneurale und die Mollison'sche Isencephale.

Nun lässt sich der Korrelationsexponent für eine ganze Gruppe nach der folgendermassen modifizierten Pearson'schen Formel (cf. Martin, 22, S. 79) berechnen:

$$r = \frac{\sum (\log K - \log M_K) (\log V - \log M_V)}{n \cdot \sigma_{\log K} \cdot \sigma_{\log V}},$$

M_K und M_V sind die Mittelwerte für Kapazität und Knochenvolumen innerhalb der untersuchten Gruppe, n die Individuenzahl, $\sigma_{\log K}$ und $\sigma_{\log V}$ die stetigen Abweichungen der Logarithmen beider Merkmale.

Diese Methode, r zu berechnen, ist zwar umständlich, aber genau und mathematisch einwandfrei. Nach ihr berechnet ist für den Australier $r = 0,2279$ und der wahrscheinliche Fehler $E_r = 0,1428$.

Man kommt auf wesentlich einfacherem Wege zu denselben Resultaten für r mit etwas verminderter Genauigkeit, wenn man folgendermassen vorgeht: Man teilt die zu untersuchende Gruppe durch den Mittelwert ihrer Einzelvolumina in zwei Hälften, in eine, der die Individuen mit grösseren Voluminis als der Mittelwert angehören, und eine andere Hälfte, in der sich alle anderen Individuen mit kleineren Voluminis befinden.

Für beide Hälften gesondert werden nun die Mittelwerte für V und K berechnet, und aus diesen Mittelwerten ergibt sich dann r nach der Formel

$$r = \frac{\log K - \log k}{\log V - \log v}.$$

Zeichnet man die gefundenen beiden Mittelwerte für beide Hälften in der Lapiqueschen Anordnung (Fig. 1 und 3) ein, so braucht man beide Punkte nur zu verbinden und man ist auch auf graphischem Wege zu r gekommen. Dieser kürzere Weg der Berechnung wurde in dieser Arbeit eingeschlagen, nach ihm ist z. B. für den Australier $r = 0,253$.

Was sagt uns nun der verschiedene Wert für die Grösse r innerhalb der Primatenreihe aus, was bedeutet das, dass er für den Menschen kleiner ist als für die Affen und übrigen Wirbeltiere? Das lässt uns das Snellsche Gesetz erkennen, denn in der Formel $K = c \cdot V^r$ haben wir noch einen Koeffizienten c , der eingeführt ist, um *ceteris paribus* die Intelligenz zu beurteilen:

Je weniger bei der Zunahme des Knochenvolumens die Schädelkapazität gesetzmässig innerhalb einer Art steigt, desto geringer ist die Grösse r , desto geringer ist die Neigung der Isencephalen, desto grösser wird aber der Cerebralkoeffizient, das heisst, desto intelligenter ist die Art. Diejenige Art, bei der $r = 1$ wäre, der Winkel der Isencephalen zur Horizontalen also $= 45^\circ$, bei der also mit zunehmendem Knochenvolumen die Schädelkapazität in gleichem Verhältnis steigen würde, hätte den kleinsten Cerebralkoeffizienten, wäre an psychischen Qualitäten am ärmsten. Das würde heissen: Gleichmässig mit der Körpervergrösserung nimmt auch der dazu notwendige nervöse Apparat an Grösse zu, ohne dass etwas von nervösen Elementen vorhanden wäre, was über diese somatischen Anforderungen hinaus eine psychische Rolle spielte. Der Cerebralkoeffizient

wäre dann einfach $= \frac{K}{V}$, das heisst, er wäre eine Grösse um 1 oder ein echter Bruch¹⁾, während er beim Affen etwa 10 und beim Menschen um die 250 beträgt. Etwas Derartiges gibt es aber praktisch schon deshalb nicht, weil ja nachgewiesen ist, dass kleinere Tiere ein relativ grösseres Gehirn haben, als grössere. Es ist anzunehmen, dass der grösste Wert, den r in der Wirbeltierreihe annehmen kann, eben jener Zahl $r = 0,56$ nahesteht, die in allen Arbeiten wiederkehrt.

Je mehr aus dem Centralnervensystem, soweit wir es messbar in der Schädelkapazität in der Hand haben, und das ursprünglich nur den Organismus reguliert, je mehr aus ihm eine Psyche herauswächst, sich höhere über die Bedienung des körperlichen Apparats hinausgehende geistige Fähigkeiten entwickeln, desto geringer wird die Neigung der Isencephalen zur Horizontalen, desto kleiner wird der Wert für r . Der psychische Anteil des Gehirns spielt dann eine solche Rolle, dass er die gesetzmässige Zunahme der für die Körperfunktionen notwendigen Gehirnmasse bei zunehmender Körpermasse verdeckt.

Würde der Wert von $r = 0$ sein, so wäre der Cerebralkoeffizient $c = \frac{K}{V^0}$, das heisst, er wäre die Schädelkapazität selber, es wäre alles nur Psyche, somatische Funktionen wären überhaupt nicht mehr vorhanden. Etwas derartiges nur Psychisches und Körperinnervationsloses gibt es nicht.

Was mit diesen Sätzen ausgesprochen ist, ist eine Vermutung, die sich aus dem Verhalten der Grösse r innerhalb der Affen- und Menschenreihe ableiten lässt, und die an Wahrscheinlichkeit beim Durchdenken der zahlenmässigen Untersuchungsergebnisse gewinnt. Es ergibt sich daraus, dass die Dinge

¹⁾ Innerhalb der Säugetierreihe gibt es kaum Individuen, deren Schädelkapazität viel grösser ist, als das Volumen ihrer 6 Extremitätenknochen.

folgendermassen liegen: Der den somatischen Funktionen dienende Gehirnteil nimmt mit zunehmender Körpermasse zu, und zwar stärker als die 0,58. Potenzen der Körpervolumina bzw. der Knochenvolumina. Der die Grundlage der Psyche bildende Hirnteil ist von dem Körpervolumen vermutlich ebenfalls nicht unabhängig, sondern nimmt wohl auch zu, aber nur sehr minimal. Bei den niederen Primaten, wo die psychische Komponente des Gehirns noch schlecht entwickelt ist, entsteht aus der Zunahme beider Gehirnteile eine Resultierende, die $r=0,60$ ist. Beim Menschen, wo der stark entwickelte psychische Hirnteil sehr überwiegt, wird dadurch r zum Wert 0,25 herabgedrückt.

Es ist nun wohl möglich zu sagen, wo die rein somatischen und wo gewisse psychische Funktionen des Individuums in seinem Gehirn ungefähr ihren Sitz haben (Flechsig, 28). Man kann aber die beiden Massenteile des Gehirns, die Psyche und Soma dienen, nicht gewichtsmässig voneinander trennen. Infolgedessen können wir auch die Grössen r für die somatische und psychische Komponente des Gehirns nicht einzeln bestimmen, sondern müssen uns mit obiger Überlegung bescheiden.

Wohl aber können wir an dieselbe Frage noch von einer anderen Seite herantreten.

Wir lassen dabei das Snell-Duboissche Gesetz ganz beiseite. Dubois hat der Vereinfachung halber angenommen, dass somatischer wie psychischer Hirnteil in gleichem Masse vom Körpergewicht abhängig sind. Wir sind eben darauf gekommen, dass das nicht richtig sein kann, und haben erkannt, dass Dubois, wenn er ein konstantes und nicht wie wir ein innerhalb der Wirbeltierreihe abnehmendes r annimmt, die psychische Komponente mit zunehmendem Körpervolumen zu stark wachsen lässt. Wir wollen nun ins andere Extrem verfallen und von der Voraussetzung ausgehen, dass die psychische

Komponente überhaupt nicht wachse, sondern absolut konstant sei, wie es auch Mollison versuchsweise für die Anthropomorphen in seiner Arbeit angenommen hat (23, S. 391). Es erhebt sich dabei für uns die Frage: Welchen Prozentsatz des Knochenvolumens als Ausdruck der somatischen Komponente des Gehirns müssen wir von der Schädelkapazität abziehen, um einen stets konstant bleibenden Rest der Schädelkapazität, der die psychische Komponente sein soll; zu erhalten? Da sich feststellen lässt, welche Kapazität im Mittel jedem Knochenvolumen entspricht, brauchen wir das nur an diesen Mittelwerten zu erproben. Man erhält für die psychische Komponente die konstantesten absoluten Werte, wenn man annimmt, dass die für rein körperliche Bedürfnisse notwendige Kapazität 39% des Volumens der Extremitätenknochen ausmache. Der konstante psychische Anteil der Kapazität beträgt dann, an diesen Mittelwerten berechnet, bei grossen wie kleinen Individuen ungefähr 955 ccm. Bei den Anthropomorphen ist Mollison, als er ihre psychische Komponente der Kapazität als konstant annahm, auf etwa 15% des Extremitätenvolumens für den somatischen Anteil gekommen und auf einen für die höheren Funktionen übrigbleibenden Kapazitätsrest von 300 ccm.

Es ist aber nicht anzunehmen, dass der Mensch einen über doppelt so grossen Prozentsatz seines Gehirns zur Regulierung seiner körperlichen Bedürfnisse benötigen sollte, als der höhere Affe. Der Wert der somatischen Gehirnkomponeute ist mit 39% zweifellos zu hoch. Es ist also nicht richtig, wenn man den psychischen Anteil als konstant und von der Körpergrösse unabhängig annimmt und nur den körperlichen wachsen lässt. Die somatische Komponente wird dann, da sie ja das ganze Wachstum allein darstellen soll, zu gross, sie nimmt sich noch ein Stück Psyche, wenn man so sagen darf, zu Hilfe. Denn sie kann ja gar nicht 39% betragen, sondern höchstens 15% wie beim Anthropomorphen, wahrscheinlich aber noch weniger,

weil auch beim Anthropomorphen ein Fehler nach derselben Richtung vorliegt.

Man kommt so, von ganz anderen Voraussetzungen ausgehend, zu demselben Schluss, dass nämlich die somatische Komponente des Gehirns mit zunehmender Körpermasse stark wachsen muss und die psychische Komponente keine Konstante ist, sondern ebenfalls wächst, wenn auch nur wenig.

Die logischen Schlüsse, die sich auf beiden Hypothesen als auf zwei Extremen aufbauen, nähern sich demselben einen Punkte, in dem die Wahrheit liegen muss.

Aber noch mehr sagt uns dieser neue Gedankengang. Wir haben als Mittelwert der psychischen Komponente innerhalb der ganzen von uns untersuchten Menschheitsgruppe ungefähr den Wert 955 ccm erhalten und für die somatische Komponente die Grösse: 39% des Knochenvolumens.

Wir brauchen nun nur bei allen Einzelindividuen 39% ihres Knochenvolumens von ihrer Schädelkapazität abzuziehen und haben dann die ihnen eigentümliche psychische Komponente. Diese ist natürlich bei den Einzelindividuen nicht mehr gleich dem Mittelwert, sondern höher oder niedriger, je nach dem Masse der Cerebralisation des betreffenden Individuums, je nach dem Masse der Ausbildung seiner höheren Gehirnfunktionen.

Die psychische Komponente muss also dasselbe aussagen wie der Cerebralkoeffizient, da beide Werte ja letzten Endes auf denselben rechnerischen Grundlagen sich aufbauen. Die Grösse 39 in der Gleichung

$$\text{Psychische Komponente} = K - \frac{V \cdot 39}{100}$$

ist ja berechnet aus den sich entsprechenden Mittelwerten für K und V, die nach der Formel

$$c = \frac{K}{\sqrt[3]{0.25}}$$

gefunden sind.

Das fast gleiche Verhalten von Cerebralkoeffizient und psychischer Komponente zeigt deutlich die Fig. 2. Sie gibt die Resultate der Tabelle I graphisch wieder. Auf der Horizontalen finden wir die laufenden Nummern der Einzelindividuen verzeichnet. Die untere Kurve ist aus den Einzelwerten der psychischen Komponente gewonnen; für sie gilt der linke Massstab. Die obere Kurve stellt das Verhalten des Cerebralkoeffizienten dar, ihre Werte sind bezogen auf den

Graphische Darstellung des Verhaltens des Cerebralkoeffizienten und der psychischen Komponente.

Die Horizontalen sind die Mittelwerte.

rechts verzeichneten Massstab. Wir erkennen in den Horizontalen die niederen Mittelwerte in psychischer Komponente und Cerebralkoeffizienten für den Australier, die höheren für den Europäer. (Gestrichelt ist die unter Einschluss der beiden fraglichen Individuen berechnete Mittelwertslinie für die Negrito.) Wir sehen, dass die Kurve beim Australier nur schwachen, beim Europäer starken Schwankungen unterliegt, dass die Cerebralisation, die Entwicklung der Psyche inner-

halb der Australiergruppe nicht so variabel ist wie beim Europäer.

Die graphische Darstellung der Fig. 1 führt unmittelbar in die Fig. 3 ein. Die Fig. 3 gibt in der Lapiqueschen Anordnung die menschlichen Gruppen allein wieder.

Kapazität und Knochenvolumen des Menschen, dargestellt im logarithmischen Koordinatensystem.

—○— Australier, —⊙— Europäer, —+— Negrito, ● Skelete anderer Gruppen: Bu Buschmann, Ig Igorote, La Lappländer, Nea Neandertaler, Nr Neger und Ostindischer Neger, Pa Paraguay-Indianer, Sa Sandwich-Insulaner. + Mittelwerte der einzelnen Gruppen, —+— Mittelwert Mensch, + ← Horizontalverschiebung des Mittelwertes der Europäer (cf. S. 609).

Das Feld durchschneidet eine stark der Horizontalen zugeneigte Gerade; sie ist die Isencephale der Mittelwerte, ist der Ausdruck der Grösse r . Die Streuung der Einzelwerte, d. h. die Entfernung der Einzelwerte von der Isencephalen, ist beim Menschen viel beträchtlicher als bei der Gruppe der Anthro-

pomorphen und der der niederen Affen (vgl. Fig. 1). Die Cerebralisation ist bei ihm also viel grösseren Schwankungen unterworfen, die psychischen Differenzen sind viel grösser. Auch innerhalb der Species Mensch lässt sich der schon oben erwähnte Ausschlag des Europäers gegenüber dem Australier auf dieser Figur im grösseren Streubild des Europäers erkennen.

Die homogene Gruppe der 20 Australier liegt von allen Individuen am tiefsten, nur wenige Individuen übersteigen die Mittelwertslinie nach oben. Der Cerebralkoeffizient schwankt bei ihnen zwischen 189 und 247, er ist im Mittel 222. Die psychische Komponente bewegt sich zwischen 704 und 997 mit dem Mittelwert 851. In all dem tritt der intellektuelle Tiefstand der Gruppe klar zutage. Dadurch, dass die Gruppe über Individuen von sehr kleinem und sehr grossem Knochenvolumen verfügt, zeigt sie alle Verhältnisse besonders klar. Sie ist eine Illustration für die Tatsache, dass das Gehirn des Australiers auf einer tieferen Entwicklungsstufe stehen geblieben ist als das des Durchschnittsmenschen, eine Tatsache, die durch anatomische Untersuchungen an Australiergehirnen auch erwiesen ist [Bolk (29), Duckworth (30), Flashman (31), Karpf (32), Büschan (33)].

Die Europäergruppe nimmt eine wesentlich andere Lage ein. Sie hat in ihren Einzelwerten eine grössere Streuung nach oben und unten, sie ist ja auch nicht so homogen und unter dem Einfluss der Kultur schwankt die Ausbildung des Gehirns beträchtlich. Sie hält sich ganz auf der rechten Seite der Figur, denn der Europäer ist im Vergleich zum Australier plumper, er hat einen viel massigeren Knochenbau, also ein grösseres V. Der Mittelwert für den Cerebralkoeffizienten der Europäergruppe steht hoch über dem der Australier, fast so hoch über der Durchschnittsisencephalen, wie der Australier darunter. Es kommt dem Europäer im Punkte seiner psychi-

schen Entwicklung also eine wesentlich höhere Stelle zu, als dem Australier. Der Cerebralkoeffizient schwankt zwischen 217 und 291 und ist im Mittel 253, die psychische Komponente bewegt sich zwischen 805 und 1247 mit dem Mittel 1027.

Die Negritogruppe (6 Individuen) ist zu klein, als dass sich daraus gültige Mittelwerte berechnen lassen. Gleichwohl ist ersichtlich, dass zwei ihrer Individuen eine besonders hohe Stellung in ihrer Schädelkapazität einnehmen. Sie fallen, wie auch der Sandwich-Insulaner aus der Reihe und beeinflussen den Mittelwert sehr stark. Ich enthalte mich jeder Deutung dieser Eigentümlichkeit, vielleicht waren die einzelnen Skelette nicht von demselben Individuum. Die Negritos würden sich in ihren Mittelwerten etwa wie die Europäer stellen, streicht man die beiden fraglichen Skelete, dann stehen sie wesentlich tiefer. Der Cerebralkoeffizient für die übrigbleibenden 4 Individuen schwankt dann zwischen 238 und 258 und ist im Mittelwert 249,3. Die mittlere psychische Komponente ist dann 981.

Eine Reihe von Individuen anderer menschlicher Gruppen finden sich auf dem ganzen Streubild des Menschen verteilt. Eine Zusammenfassung aller Mittelwerte gibt die Tabelle II.

Man hat sich in der Literatur besonders viel mit relativen Hirngewichten beschäftigt, als man nachwies, dass das kleinere Tier des relativ grösseren Gehirns bedürfe. Das lässt sich an der relativen Schädelkapazität natürlich ebenso gut erkennen. Die Fig. 4 gibt für den Menschen auf der Ordinate die relativen, das heisst die in Prozenten des Knochenvolumens ausgedrückten Schädelkapazitäten und auf der Abszisse die Knochenvolumina wieder. Da zeigt sich, dass die kleineren Individuen die grössere relative Kapazität besitzen, und dass die relativen Kapazitäten mit zunehmendem Knochenvolumen, das heisst mit zunehmender Massigkeit und Grösse der Indi-

Tabelle II.

	Individuen- zahl	Mittlere Kapazität	Mittleres Volumen	Mittlere psychische Komponente
Australier	20	1146	742	851
Europäer	11	1457	1102	1027
Negrito	6	1303	591	1072
Negrito ohne Nr. 34 und 37	4	1210	563	988
Rest	9	—	—	—
Mensch	46	1276	828	—
Anthropomorphen . .	12	474	985	—
Niedere Affen . . .	14	127	160	—

viduen nicht kontinuierlich, sondern in einer Kurve fallen. Die Gleichung für diese Kurve lässt sich berechnen. Sie ist, da

$$K = c \cdot V^r$$

$$RK = \frac{K \cdot 100}{V}$$

und die Grössen $c = 240$ (im Mittel) und $r = 0,25$ (im Mittel) bekannt sind:

$$RK = \frac{100 \cdot c \cdot V^r}{V} = \frac{24\,000 \cdot V^{0,25}}{V}$$

oder, wenn ich statt RK (Relative Kapazität) = y und statt $V = x$ setze:

$$y = 24\,000 \cdot x^{-0,75}$$

Fig. 4 gibt die nach dieser Formel konstruierte Kurve wieder. Sie ist ein klarer Ausdruck für die Gesetzmässigkeit, die in den in der Figur eingezeichneten Einzelwerten liegt, und sie legt sich der lang gestreckten Australiergruppe sehr gut an.

Die innerhalb der einzelnen menschlichen Gruppen gewonnenen Resultate lassen sich, da die Grösse r innerhalb der

Mittelwerte.

Grösse r (= tg α)	Winkel α (Neigung der Isen- cephalen)	Mittlerer Cerebral- koeffi- zient c	σ_c	Vari- ations- koeffi- zient	Wahrsch. Fehler von c	Typen- differenz der Cerebral- koeffizienten
0,253	—	222	14,1	6,35	2,18	} 346,5
—	—	253	24,5	9,69	4,98	
—	—	265	28,4	10,72	7,82	
—	—	249	8,2	3,29	2,77	} 65,1
—	—	—	—	—	—	
0,25	14°	240	26,6	11,11	2,65	—
0,43	23° 20'	24,5	—	—	—	—
0,60	31°	6,0	—	—	—	—

ganzen Species Mensch als annähernd konstant anzunehmen ist, wie wir gesehen haben, gut miteinander vergleichen, da sie nur durch die verschiedene Grösse des uns vor allem interessierenden psychischen Faktors c, des Cerebralkoeffizienten sich unterscheiden.

Immerhin bedarf hierfür das von Mollison beim Skeletmaterial eingeführte Gesetz beim Menschen einer Korrektur. Es bringt die Schädelkapazität in Beziehung zum Knochenvolumen und setzt damit voraus, dass das Knochenvolumen seinerseits wieder der Ausdruck eines bestimmten nervös versorgten somatischen Apparates sei. Je grösser das Knochenvolumen, desto grösser sei auch dieser Apparat, Muskeln, Gelenke, Haut usw., desto grösser sei auch ihr nervöses Centrum im Gehirn. Das ist richtig innerhalb der Affenreihe, das stimmt auch noch beim Australier, das stimmt bei anderen wildlebenden Volksstämmen, aber es stimmt nicht mehr beim Kulturmenschen. Alle primitiv lebenden Volksstämme haben einen graziilen Knochenbau, der Kulturmensch aber hat einen wesentlich plumperen. Das ist nach Fischer (34) eine Folge der

Domestikation. Das Plumperwerden der einzelnen Skeletteile erhöht selbstverständlich das Knochenvolumen beim Europäer um ein beträchtliches, ohne dass damit, wie es die Voraussetzung der Formel ist, auch der am Knochen ansetzende nervös zu versorgende Lokomotionsapparat usw. entsprechend dem

Relative Kapazität und Volumen der Extremitätenknochen.

Horizontal liegt der Massstab für das Volumen der Extremitätenknochen, vertikal der Massstab für die relative (d. h. die in Prozenten des Knochenvolumens ausgedrückte) Kapazität.

A Australier, E Europäer, N Negrito. Übrige Bezeichnungen siehe Fig. 3.

Knochenvolumen zunimmt. Das erhöhte Knochenvolumen beim Kulturmenschen ist eben einfach nur der Ausdruck einer infolge kultureller Einflüsse erhöhten Massigkeit, sonst sagt es nichts.

Das ist beim Europäer in Rechnung zu setzen. Trotzdem eigentlich, wenn man so sagen darf, sein grosses Knochen-

volumen eine viel zu grosse somatische Gehirnkomponte für sich in Anspruch nimmt, stellt er sich doch noch psychisch hoch über den Australier, bei dem beides in normalem Verhältnis steht. Aber gegenüber anderen Gruppen, so gegenüber dem Negrito, steht er nicht mehr so hoch da, denn da drückt ihn schon merklich sein zu grosses Knochenvolumen.

Ich habe versucht, diesen Faktor, der das Ergebnis beim Europäer beeinflusst, in Rechnung zu setzen. Bei sämtlichen Individuen, die mir erreichbar waren, wurde an den volumetrisch verwendeten Knochen auch die Länge gemessen. Ich habe mich bei dieser Längenmessung der von Mollison in seiner Arbeit über die Körperproportionen der Primaten (35, S. 84 f.) benützten Messverfahren bedient.

Die gefundenen Werte für Längen und Volumina der Einzelknochen sind in der Tabelle III niedergelegt. Es kam nun darauf an, für das wechselseitige Verhältnis beider Grössen einen Ausdruck zu finden, das heisst, einen Index aufzustellen, der die Grösse der Massigkeit der verschiedenen Knochen angab. Um in der gleichen Dimension zu bleiben, wurde das Volumen in Beziehung gesetzt zur dritten Potenz der Länge, und um Zahlen mit vielen Dezimalen zu vermeiden, wurden die erhaltenen Werte mit 10^5 multipliziert. Das Volumen wurde in Kubikzentimeter, die Länge in Zentimeter in Rechnung gesetzt. Die gefundene Verhältniszahl möchte ich Massenindex nennen; sie ist gegeben durch die Gleichung:

$$I = \frac{V \cdot 10^5}{L^3}.$$

Der Massenindex eines Knochens ist demnach gleich dem Volumen des Knochens, multipliziert mit 100 000 und dividiert durch den Kubus der Länge. Die Indices für die Einzelknochen wie auch die Mittelwerte sind aus der Tabelle ersichtlich.

Dieser neu aufgestellte Index ist ein viel richtigerer und klarerer Ausdruck für die Massigkeit eines Knochens als

die Indices, die bisher in der Literatur zu diesem Zwecke angegeben wurden. Denn diese stützen sich nur auf lineare Masse, sie setzen Umfang der Diaphysen und Länge, Durchmesser der Diaphysen und Länge zueinander in Beziehung (Martin, 22, S. 928) und geben damit wohl ungefähre Anhaltspunkte, aber keine präzise Grösse für die mehr oder minder starke Plumpheit eines Knochens. Sie sind Behelfskriterien, da man vor Volummessungen der Knochen sich gescheut hat. Das lag zum grossen Teil daran, dass bisher für die Technik dieser Messungen nur schlecht gangbare Wege vorhanden waren.

Auf die Einzelergebnisse der Tabelle III einzugehen, ist hier nicht der Ort, so mag dieses Nebenresultat für sich allein sprechen.

Uns interessiert die Frage: Wie müssen wir dem Europäer die grössere Plumpheit seines Skelets in Rechnung setzen? Wir fassen zu diesem Zwecke nach Berechnung der Mittelwerte für die einzelnen Gruppen die Gesamtvolumina sämtlicher 6 Knochen und ebenso auch die 6 Längen in Summen zusammen und berechnen für diese Summen die entsprechenden Indices. Wir erhalten:

	Individuen- zahl	Gesamt- volumen in ccm	Summe der 6 Längen in mm	Massen- index
Australier ♂	9	915	2051	10,60
Australier ♀	11	605	1854	9,49
Australier ♂ und ♀	20	739	1942	10,08
Europäer ♂	10	1129	1995	14,22
Lappländer ♂ und ♀	1	617	1677	13,07
Igorote ♂	2	726	1844	11,49
Ostindier ♂	1	873	1803	14,90
Buschmann ♂	1	791	2007	9,78

Der männliche Australier ist also um $\frac{10,60}{14,22} = 0,747$ in seinem Knochenbau graziler als der Europäer. Unter der Annahme, dass die grössere Massigkeit des Europäerskelets nur durch die Kultur und nicht durch stärkere Entwicklung der Muskulatur usw. bedingt sei, müssten wir mit dieser Zahl das Knochenvolumen des Europäers multiplizieren, um eine Volumengrösse für seine Knochen zu erhalten, die seine durch die Domestikation erworbene Plumpheit ausschaltet und ihm die Grazilität wiedergibt, die er im wildlebenden Zustande vielleicht einmal besessen hat, und die vielleicht ein besserer Ausdruck für die Grösse seines innervationsbedürftigen Lokomotionsapparates wäre, als die unkorrigierten Werte.

Der mittleren Kapazität des Europäers $= 1457$ ccm entspräche dann nicht das Knochenvolumen von 1102 ccm, sondern eines von 823 ccm. Mit anderen Worten, die eingezeichneten Werte für die Europäer wären auf der Fig. 3 nach links horizontal zu verschieben. Sie würden sich dadurch noch höher über die mittlere Isencephale erheben als sie so schon liegen, und stehen nun erst einigermaßen richtig dem Australier und Negrito gegenüber. Ihr psychisches Höherrücken kommt auch zum Ausdruck im Cerebralkoeffizienten, denn dieser wäre dann für den Europäer statt 253 im Mittel 262. Diese Korrektur ist natürlich nur eine ungefähre, aber immerhin ist sie bei Untersuchungen an Kulturvölkern nicht ausser acht zu lassen.

Wenn man sich einmal nach der Mollison'schen Methode ein Bild für die Cerebralisation innerhalb der Primaten geschaffen hat, wie es die Fig. 1 veranschaulicht, und wenn man auch bei den Hominiden über genügende Vergleichswerte verfügt, wozu diese Arbeit ein Beitrag sein soll, dann gelingt es leicht, fossile Reste, über deren psychische Qualitäten man sich ein Urteil verschaffen will, in diesen Rahmen einzuordnen. Voraussetzung ist, dass man annähernd ihre Kapazität und

annähernd das Knochenvolumen ihrer grossen Extremitätenknochen kennt.

Der Neandertaler mit einer Kapazität, die Schwalbe auf 1230 ccm angibt, und einem Volumen seiner 6 Extremitätenknochen, das Mollison auf 1106 berechnet hat, steht, wie die Fig. 3 erkennen lässt, hinsichtlich seines Gehirnreichtums noch etwas unter dem Durchschnitt der Australier mit grösstem Knochenvolumen. Sein Cerebralkoeffizient von 212 und seine psychische Komponente von 797 werden, wie die Fig. 2 zeigt, nur von wenigen Australiern an Niedrigkeit übertroffen.

Den *Pithecanthropus erectus*, ein viel umstrittenes Objekt, hat schon Mollison (35, S. 394) auf Grund seiner Untersuchungen zwischen die menschliche und die Anthropomorphengruppe stellen können. Der *Pithecanthropus* hat nach Dubois eine Kapazität von 900 bis 1000 ccm, sein Femur hat nach Mollison ein Volumen von ungefähr 646 ccm. Es sei nun einerseits die Annahme gemacht, der *Pithecanthropus* gehöre zu den Anthropomorphen. Sein Knochenvolumen ist, nach Mollison, nach dem Mittel der *Hylobatiden* berechnet, dann 1610 ccm. Nach der innerhalb der Anthropomorphen gültigen Formel

$$c = \frac{K}{\sqrt[0,48]{V}}$$

berechnet, ist sein Cerebralkoeffizient dann 37,6, während er bei den Anthropomorphen im Mittel 24,5 ist und 28,1 nicht übersteigt. Berechne ich mit diesem ungünstigen Anthropomorphen-r, um den Menschen ohne Einschränkung vergleichsweise heranziehen zu können, auch den Mittelwert für c beim Menschen, so erhalte ich 71. Der *Pithecanthropus* steht mit seinem Cerebralkoeffizienten also zwischen beiden Gruppen, er gehört weder der einen noch der anderen an.

Es sei jetzt andererseits angenommen, der *Pithecanthropus* gehöre zur Gattung Mensch. Dann entspricht, nach dem Mittel-

wert für Australier berechnet, seinem Femurvolumen ein Gesamtvolumen sämtlicher 6 Extremitätenknochen von 1046 ccm. Nach der für den Menschen giltigen Formel

$$c = \frac{K}{V^{0,25}}$$

berechnet, hat er dann einen Cerebralkoeffizienten von 158,2, während das menschliche Mittel bei 240 liegt und das Anthropomorphenmittel mit diesem für sie zu günstigen Menschen-r berechnet bei 84,6 liegt.

Während der Pithecanthropus also das eine Mal, wenn ich ihn als Anthropomorphen behandle, sich hoch über das Mittel der Anthropomorphen hinausstellt, bleibt er das andere Mal, wenn ich annahmsweise ihn zum Menschen stempale, tief unter allen Werten der menschlichen Gruppe. Die Wahrheit liegt in der Mitte, er ist weder ein Mensch noch ein Anthropomorphe.

Zusammenfassend komme ich zu dem Ergebnis:

Das von Snell erkannte und von Dubois und Lapique an reichem Material wissenschaftlich präzisierte Gesetz, dass sich die Gehirngewichte bei den Wirbeltieren verhalten wie die 0,58. Potenzen ihrer Körpergewichte, lässt sich am Skeletmaterial nachprüfen.

Es behält seine Giltigkeit für die Primaten niederer Ordnung.

Bei den Anthropomorphen verhalten sich die Kapazitäten bzw. die Gehirngewichte wie die 0,43., beim Menschen wie die 0,25. Potenzen der Knochenvolumina bzw. Körpergewichte.

Diese neu sich ergebende Gesetzmässigkeit findet ihre Erklärung darin, dass die Gehirnmasse mit zunehmender Körpermasse nicht in all ihren Teilen in gleicher Weise zunimmt, sondern dass der der somatischen Innervation dienende Hirnanteil stark, der für die höheren psychischen Fähigkeiten vorhandene Hirnanteil nur wenig mit zunehmender Körpermasse wächst.

Die Cerebralisation, das heisst, die höhere Vergeistigung des Gehirns, lässt sich aus der Art dieser Zunahme erkennen. Sie findet ihren zahlenmässigen Ausdruck im Cerebralkoeffizienten der Snellschen Formel und in der psychischen Komponente Mollisons.

Das nach diesen Gesichtspunkten untersuchte Material lässt klar die grosse geistige Kluft zwischen niederen Affen und Anthropomorphen und die noch grössere zwischen Anthropomorphen und Menschen erkennen (Fig. 1).

Innerhalb der Species Mensch hat sich ergeben, dass den beiden untersuchten Gruppen, dem Australier und dem Europäer, eine verschiedene Cerebralisation als Ausdruck ihrer geistigen Fähigkeiten zukommt, dass dem Australier für seine über das rein Körperliche hinausgehenden psychischen Bedürfnisse weniger Gehirn zur Verfügung steht als dem Europäer (Fig. 3).

Es besteht die Möglichkeit, aus dem Skelet eines Individuums einen Schluss auf seine Cerebralisation, d. h. letzten Endes auf die Grösse jenes Hirnanteils zu machen, der die Psyche vermittelt.

Abgeschlossen den 27. Oktober 1919.

Literatur.

1. Brandt, A., Sur le rapport du poids du cerveau à celui du corps chez différents animaux. B. de la soc. Impér. des naturalistes de Moscou 1867. T. 40. 2. p. 525—543.
2. Bischoff, Th. L. W. v., Das Hirngewicht des Menschen. Bonn 1880.
3. Retzius, G., Über das Hirngewicht der Schweden. Biol. Unters., N. F. IX. 1900.
4. Marchand, F., Über das Hirngewicht des Menschen. Abhandl. d. sächs. Gesellsch. d. Wissensch., Math.-phys. Klasse, 1902. S. 392—482.
5. Matiegka, H., Über das Hirngewicht, die Schädelkapazität und die Kopfform, sowie deren Beziehungen zur psychischen Tätigkeit des Menschen. Sitzungsber. d. böhm. Gesellsch. d. Wissensch., Math.-naturw. Klasse, 1902. XX.
6. Dräseke, G., Gehirngewicht und Intelligenz. Arch. Rassen- und Gesellschaftsbiologie, Bd. 3, S. 499—522.
7. Handmann, E., Über das Hirngewicht des Menschen auf Grund von 1414 im Pathologischen Institut zu Leipzig vorgenommenen Hirnwägungen. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1906. Anat. Abt. S. 1—40.
8. Wendt, W. W., Alte und neue Gehirnprobleme. München 1909.
9. Manouvrier, L., Sur la valeur de la taille et du poids de corps comme terme de comparaison entre la masse de l'encéphale et la masse du corps. Bulletins de la Société d'Anthropologie. Paris 1882.
10. Derselbe, Sur l'interprétation de la quantité dans l'encéphale et dans le cerveau en particulier. Mémoires de la Soc. d'Anthrop. Paris. 2. Série. T. 3 (1885). p. 137—326.
11. Snell, Otto, Die Abhängigkeit des Hirngewichts von dem Körpergewicht und den geistigen Fähigkeiten. Arch. f. Psych. Bd. 22. 1891.
12. Dubois, Eugen, Les poids somatiques et encéphales. Bull. de la Soc. d'Anthrop. Paris 1897. p. 374.
13. Derselbe, Über die Abhängigkeit des Hirngewichts von der Körpergröße bei den Säugetieren und beim Menschen. Arch. f. Anthropol. Bd. 25. Heft 1 und 2. 1898. S. 1—28.

14. Dubois, Eugen, Sur la relation du poids du cerveau au poids du corps chez l'homme. Bull. de la Soc. d'Anthrop. 1897. p. 337.
15. Derselbe, Die gesetzmässige Beziehung von Gehirnmasse zur Körpergrösse bei den Wirbeltieren. Zeitschr. f. Anthrop. u. Morphol. Bd. 18. Festschr. f. Schwalbe 1914.
16. Lapique, Louis, Tableau général des poids somatique et encéphale dans les espèces animales. Bull. de la Soc. d'Anthrop. Paris 1907. p. 249—270.
17. Derselbe, Les poids encéphalique en fonction du poids corporel entre individus d'une même espèce. Bull. de la Soc. d'Anthrop. Paris 1907. p. 313—345.
18. Derselbe, Comparaison du poids encéphalique entre les deux sexes de l'espèce humaine. Bull. de la Soc. d'Anthrop. Paris 1907. p. 313.
19. Derselbe, Sur la relation du poids de l'encéphale au poids du corps chez le chien. Soc. de Biol. 1898.
20. Girard, P., Les poids somatique et encéphale chez les oiseaux. C. R. de la Soc. de Biol. 1905. p. 665.
21. Eyerich, G. und L. Loewenfeld, Über die Beziehungen des Kopfumfanges zur Körperlänge und zur geistigen Entwicklung. Ref. in Arch. f. Anthrop. N. F. Bd. 4. S. 203.
22. Martin, R., Lehrbuch der Anthropologie. Jena 1914.
23. Mollison, Th., Zur Beurteilung des Gehirnreichtums der Primaten nach ihrem Skelet. Arch. f. Anthrop. N. F. XIII. S. 388.
24. Welcker, H., Die Kapazität und die drei Hauptdurchmesser der Schädelkapsel bei den verschiedenen Nationen. 1886. Arch. f. Anthrop. Bd. 16. S. 1.
25. Manouvrier, De la quantité dans l'encéphale. Mémoires de la Soc. d'Anthropol. de Paris 1885.
26. Leuret, Anatomie comparée du système nerveux. Paris 1839—57. I. p. 384. cf. Snell.
27. Klaatsch, Ergebnisse meiner australischen Reise. Korrespondenzbl. d. deutsch. Gesellsch. f. Anthropol., Ethnol. u. Urgeschichte. Jahrg. 38. Nr. 9/12. S. 79—94.
28. Flechsig, P., Gehirn und Seele. 2. Ausg. Leipzig 1896.
29. Bolk, Das Gehirn eines Papua von Neuguinea. Petrus Camper, Deel III. S. 347—366.
30. Duckworth, W. L. H., The brains of aboriginal natives of Australia in the Anatomy School, Cambridge University. Journ. Anat. and Physiol. Vol. 42. p. 176 u. 271. Ref.: Jahresber. d. Literatur über phys. Anthrop. p. 830.
31. Flashman, D. Fr., The morphologie of the brain of the Australian aboriginal. Reports from the Pathol. Laboratory of the Lunacy Depart-

- ment, New South Wales Gouvernement 1908. Vol. 1. p. 3. p. 1—42.
Ref.: Zentralbl. f. Anthrop. 1909. p. 279.
32. Karpf, J. P., Über ein Australiergehirn, nebst Bemerkungen über einige Negergehirne. Arbeit. a. d. Neurol. Inst. Wien 1902. Heft 9.
Ref.: Zentralbl. f. Anthrop. 1904. S. 303.
33. Buschan, G., Kultur und Gehirn. Arch. f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie. 1904. Jahrg. 1. S. 689—701.
34. Fischer, Eugen, Die Rassenmerkmale des Menschen als Domestikationserscheinungen. Zeitschr. f. Morph. u. Anthrop. Bd. 18. Stuttgart 1914.
35. Mollison, Th., Die Körperproportionen der Primaten. Morph. Jahrb. Bd. 42. Heft 1/2. 1910.
-

Ta-

V = Volumen in ccm. L = Länge

	Nr.	Geschlecht	Humerus			Radius		
			V.	L.	I.	V.	L.	I.
Australier	1006	2	142	323	421	43	257	253
	08	4	156	308	534	—	—	—
	09	5	—	—	—	66	280	302
	10	6	153	330	426	41	265	221
	20	9	93	309	315	29	227	248
	33	13	95	296	366	29	230	238
	34	14	170	353	370	49	269	251
	42	16	150	326	433	41	237	308
	70	19	141	335	422	43	266	228
Australier ♂	Mittelwert		138	323	411	43	254	256
Australier	1004	1	82	297	314	25	227	214
	07	3	90	336	238	36	258	209
	16	7	87	275	419	30	214	312
	17	8	112	306	391	33	236	244
	21	10	54	266	288	—	—	—
	28	11	61	278	284	21	217	206
	31	12	68	291	276	—	—	—
	39	15	99	288	416	29	206	333
	43	17	92	293	367	33	222	314
	44	18	107	291	435	30	225	263
	73	20	95	307	328	26	235	202
Australier ♀	Mittelwert		86	294	341	29	227	255
Australier ♂ u. ♀	Mittelwert		108	306	371	35	239	255
Europäer	122	21	174	330	485	54	243	378
	128	22	176	328	499	49	232	392
	364	23	153	314	495	46	232	368
	367	24	168	325	490	51	240	369
	368	25	159	314	513	43	238	318
	369	26	158	328	448	46	242	326
	370	27	153	351	353	47	254	290
	696	28	163	331	450	43	244	296
	697	29	179	344	440	53	249	344
	698	30	175	320	535	52	253	321
Europäer ♂	Mittelwert		166	329	471	48	243	340
Lappländer	123	38	101	287	427	28	199	355
	124	39	152	294	602	40	212	421
Igorote	125	40	75	267	396	27	213	277
	127	41	132	300	490	37	249	241
Ostindier	23	42	150	284	654	38	220	358
Buschmann	46	43	127	310	426	38	243	258

belle III.

in mm. I = Massenindex.

Ulna			Femur			Tibia			Fibula		
V.	L.	I.	V.	L.	I.	V.	L.	I.	V.	L.	I.
39	273	241	414	450	454	—	—	—	46	390	78
52	259	301	364	423	478	214	360	459	41	354	94
72	296	276	526	459	550	474	441	551	67	419	92
49	284	214	372	449	413	214	401	331	38	401	59
33	245	226	253	412	360	166	354	375	31	348	74
34	245	233	306	405	463	224	368	450	34	359	74
56	283	246	434	468	421	260	408	383	51	400	79
55	252	338	352	423	464	230	369	461	52	364	108
44	273	217	432	455	460	286	398	455	45	391	76
48	268	256	384	438	451	258	387	433	45	381	82
29	242	204	240	407	359	194	339	216	27	335	72
41	276	195	342	453	368	212	396	342	39	391	66
34	235	263	245	375	467	165	338	465	34	318	106
42	275	202	314	424	412	204	386	355	40	371	83
20	216	199	150	367	301	119	314	379	19	302	59
19	231	154	214	379	393	138	329	390	23	320	70
30	237	226	213	383	380	140	341	354	19	329	54
33	223	297	223	394	365	160	342	406	—	—	—
34	240	246	291	411	420	179	347	427	35	338	92
37	237	278	306	412	437	194	365	400	40	358	80
31	248	202	277	411	399	182	348	437	23	316	56
32	242	224	256	401	391	173	349	379	30	341	74
39	254	238	313	418	418	207	365	403	37	360	77
56	260	320	534	436	643	381	378	706	68	371	136
51	248	336	486	421	648	261	343	707	39	340	99
49	253	302	518	422	691	302	358	658	57	364	119
53	260	303	543	426	702	357	355	802	69	354	157
52	262	291	454	416	630	270	348	643	44	351	101
58	271	291	486	427	620	291	368	589	50	368	100
52	273	256	510	463	515	311	402	478	38	397	62
53	265	291	454	431	568	286	357	629	59	362	124
59	269	302	589	441	685	—	—	—	55	331	100
60	285	258	478	423	627	—	—	—	—	—	—
54	265	295	505	431	633	307	362	653	53	365	111
32	224	288	270	364	562	153	302	557	33	301	121
48	234	375	415	387	457	—	—	—	—	—	—
28	235	217	255	367	520	173	333	467	32	328	91
44	272	211	385	405	583	219	356	487	51	350	118
42	242	295	364	392	607	250	338	649	49	327	140
40	262	222	391	436	472	250	380	457	45	376	85