

Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin und Versicherungsmedizin
der Universität München (Direktor: Prof. Dr. W. LAVES)

**Das menschliche Hirngewicht und seine Abhängigkeit
von Lebensalter, Körperlänge, Todesursache und Beruf***

Von
W. SPANN und H. O. DUSTMANN

Mit 6 Textabbildungen
(*Ein gegangen am 7. März 1965*)

Es ist bekannt, daß Volumen und Gewicht des menschlichen Gehirnes nicht nur von Geschlecht und Körperlänge abhängig sind, sondern auch von einer Reihe anderer Faktoren mitbeeinflußt werden. Zahlreiche Autoren (MARCHAND, MATIEGKA, HANDMANN, RÖESSLE-ROULET, IM OBERSTEG, SPANN u. a.) haben sich mit dem Problem des Hirngewichtes auseinandergesetzt. Einschlägige Untersuchungen reichen mehr als ein Jahrhundert zurück. Etwa 1835 erschienen die ersten Veröffentlichungen über das menschliche Hirngewicht, gleichzeitig in Deutschland (TIEDEMANN), England (SIMS) und Frankreich (LETOUT). Daran schloß sich in den folgenden Jahrzehnten bis in die neueste Zeit eine Reihe von Untersuchungen an, die entweder nur das Hirngewicht betrafen, meist aber auch das Hirngewicht zu anderen Faktoren, wie der Körperlänge, dem Körpergewicht, dem Ernährungszustand, der Schädelform usw. in Beziehung setzten. Während sich um die Jahrhundertwende mehrere breit dargestellten Veröffentlichungen über dieses Thema finden, sind diese in der neueren Literatur spärlich. Eingehende Messungen und Untersuchungen wurden im Jahre 1932 von ROESSLE und ROULET vorgenommen. 1952 erschien eine Arbeit von IM OBERSTEG, 1955 eine von SPANN.

MARCHAND (1902) und HANDMANN (1906) beobachteten und beschrieben erstmals bei verschiedenen Todesursachen Abweichungen des Hirngewichts von der Norm. IM OBERSTEG fand als erster bei 110 Fällen eine Erhöhung des Hirngewichts bei Co-Vergiftungen und eine Erhöhung bzw. Erniedrigung bei Erhängten abhängig vom Strangulationsmechanismus. SPANN konnte diese Ergebnisse an seinen 704 Fällen bestätigen und noch für weitere Todesursachen Beziehungen nachweisen.

Durch die vorliegenden Untersuchungen sollten sowohl die bisherigen Erkenntnisse an einem großen Material, dem wegen der Aufsplitterung in zahlreiche Einzelgruppen eine besondere Bedeutung zukommt, nachgeprüft als auch der Versuch der Klärung weiterer Einzelfragen unternommen werden.

* Herrn Prof. STOCHDRÖPH verbindlichen Dank für seine Beratung.

Das besondere Interesse galt neben den statistischen Reihenuntersuchungen den Problemen des Wachstumes des Gehirns bis zur Pubertät, dem Zeitpunkt der Gewichtsabnahme bei fortschreitendem Alter, sowie der Abhängigkeit des Hirngewichtes von der Körperlänge und dem Einfluß des Berufes auf das Hirngewicht.

Methodik

Nach Abziehen der Kopfschwarte wurde das knöcherne Schädeldach in typischer Weise stets an der gleichen Stelle mittels Handsäge horizontal so vorsichtig durchtrennt, daß die harte Hirnhaut möglichst unverletzt blieb. Der Längsblutleiter wurde eröffnet, die Dura mater in Höhe der Sägeschnittebene mit der Schere durchschnitten und nach Einschneiden der Hirnschel entfernt. Sodann wurden die Hirnnerven durchtrennt, das Gehirn herausgestülpt und das Kleinhirnzeltlach durch Scherenschlag eröffnet. Nun wurde nach Durchtrennung der Medulla oblongata, die stets an der gleichen Stelle unter Kontrolle des Auges und fast immer von der gleichen Person vorgenommen wurde, das Gehirn dem Schädel entnommen und sofort auf einer Präzisionswaage gewogen. Bei der Wägung wurden die weichen Häute am Hirn belassen. Das auf diese Weise festgestellte Hirngewicht wurde protokolliert.

Mathematische Bearbeitung des Zahlenmaterials

Die Untersuchung des Gesamtmaterials erfolgte in drei Gruppen: Kinder, Erwachsene und Greise. Aus später darzulegenden Gründen wurde die 1. Gruppe auf die ersten 14 Lebensjahre beschränkt. Die Grenze zwischen der 2. und 3. Gruppe bildete das 65. Lebensjahr. Darüber hinaus erfolgte eine Unterteilung nach dem männlichen und weiblichen Geschlecht. Bei der Untersuchung der Abhängigkeit des Hirngewichts von der Körperlänge wurde in Gruppen mit 5 cm Abstand unterteilt.

Bei allen angegebenen Durchschnittszahlen handelt es sich um einen Mittelwert, der aus der Anzahl der Fälle berechnet wurde. Als Mittelwert wurde das arithmetische Mittel (SALINGER-FISCHER) verwendet.

$$M = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Die Abhängigkeit des Hirngewichtes von der Körperlänge (relatives Hirngewicht) wurde durch Division des Hirngewichtes in Gramm durch die Körperlänge in Zentimetern ermittelt. Diese Zahl gibt Auskunft über die auf je 1 cm Körperlänge entfallende Hirnmasse in Gramm. Durch diese Berechnung, auf die besonderer Wert gelegt wurde, sollte bei allen übrigen Untersuchungen der Einfluß, den die Körperlänge auf das Hirngewicht ausübt, ausgeschaltet werden.

Aus Platzgründen werden nur die unerlässlich notwendigen Tabellen wiedergegeben. Das gesamte Zahlenmaterial ist ausführlich in der Dissertation DUSTMANN niedergelegt.

Untersuchungsgut

Das Obduktionsmaterial stammt ausschließlich aus dem Institut für Gerichtliche Medizin und Versicherungsmedizin der Universität München. Von den in den Jahren 1955 mit 1962 obduzierten Leichen wurde in 1861 Fällen das Hirngewicht exakt ermittelt und der vorliegenden

Arbeit zugrunde gelegt. Das Gesamtmaterial gliedert sich in 1229 männliche und 632 weibliche Individuen einerseits und in 179 Kinder (unter 15 Jahren), 1337 Erwachsene (bis zu 65 Jahren) und 289 alte Personen andererseits. Bei 56 Verstorbenen fehlte eine Altersangabe. Die Gruppe der Kinder unterteilt sich in 116 Knaben und 63 Mädchen. Unter den Erwachsenen befanden sich 902 Männer und 435 Frauen, älter als 65 Jahre waren 175 Männer und 114 Frauen. Von den 56 Verstorbenen ohne Altersangabe waren 36 männlich und 20 weiblich. Das Alter der untersuchten Individuen erstreckte sich vom Neugeborenen bis zu 94 Jahren.

Im Gegensatz zu einem Material aus Pathologisch-anatomischen Instituten und Prosekturen handelte es sich bei der Mehrzahl der Fälle um Individuen, die ohne Krankenlager verstarben. Das Obduktionsgut stammte vorwiegend aus städtischer Bevölkerung und umfaßte Angehörige aller sozialen Schichten.

Eigene Untersuchungen

I. Das Gewicht des Erwachsenengehirns

Im ersten Untersuchungsgang wurde das durchschnittliche Hirngewicht von Erwachsenen (15—65) getrennt nach Geschlechtern ermittelt. Anschließend erfolgte für jeden einzelnen Fall die Berechnung des relativen Hirngewichtes und aus 902 Fällen für Männer und 435 für Frauen des arithmetischen Mittels sowohl des absoluten als auch des relativen Hirngewichts. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1. *Arithmetisches Mittel des absoluten und des relativen Hirngewichtes, getrennt nach Geschlechtern*

a) Absolutes Hirngewicht	b) Relatives Hirngewicht
Männer 1434 g	Männer 8,3
Frauen 1306 g	Frauen 8,0

Die Berechnung eines Gesamtdurchschnittsgewichtes für Erwachsene erschien wenig sinnvoll, da zwischen dem Hirngewicht von Männern und Frauen geschlechtsgebundene Unterschiede bestehen. MARCHAND berechnete (1902) das durchschnittliche Hirngewicht und gab für Männer 1400 g, für Frauen 1275 g an. Diese Werte sind bei Männern um 34 g und bei Frauen um 31 g geringer als unsere Ergebnisse. MARCHAND fiel damals schon die Beziehung des Hirngewichtes zur Körperlänge auf, er berechnete als erster das relative Hirngewicht und ermittelte für Männer Werte zwischen 7,7 und 8,8; für Frauen zwischen 7,6 und 8,0. — Sein Leichenmaterial stammte aus einem pathologisch-anatomischen Institut.

MATIEGKA (1902) teilte sein Untersuchungsgut seiner Herkunft nach in zwei Gruppen und berechnete für beide Gruppen getrennt das arithmetische Mittel (Tabelle 2). Vergleicht man MATIEGKAS Resultate mit

Tabelle 2. *Ergebnisse von MATIEGKA (1902)*

Pathologisch-anatomisches Institut:	Männer	1348 g
	Frauen	1204 g
Gerichtlich-medizinisches Institut:	Männer	1450 g
	Frauen	1306 g

den von uns festgestellten Werten, so fällt auf, daß sein Hirndurchschnittsgewicht aus dem Gerichtlich-medizinischen Untersuchungsgut bei Frauen mit unserem Ergebnis voll übereinstimmt, während bei Männern das Durchschnittsgewicht nur um 16 g abweicht. Im Gegensatz dazu bestehen zu dem Material aus dem pathologisch-anatomischen Institut bei beiden Geschlechtern Differenzen von jeweils etwa 100 g. Diese Abweichungen dürften ihre Erklärung sowohl in der unterschiedlichen Zusammensetzung der Lebensalter der Verstorbenen, als auch in der Divergenz der Zusammensetzung des Obduktionsmaterials finden. Während in den Pathologisch-anatomischen Instituten vorwiegend alte Menschen aus Kliniken seziert werden, die nach längerem oder kürzerem Leiden dort verstarben, werden in den Gerichtlich-medizinischen Instituten in erster Linie Individuen mit einem geringeren Durchschnittsalter obduziert, die durch ein Unfallereignis verstarben oder aus anderen Gründen bei voller Gesundheit aus dem Leben gerissen wurden.

HANDMANN (1906) gibt als Durchschnittswert für den erwachsenen Mann 1370 g, für die erwachsene Frau einen solchen von 1250 g an. Das Material stammte aus dem Pathologisch-anatomischen Institut der Universität Leipzig. Ein Vergleich der Zahlenwerte zeigt, daß die Ergebnisse von HANDMANN zwischen denen von MATIEGKA und den unsrigen liegen. Die von HANDMANN ermittelten Werte für das relative Hirngewicht (Männer 8,3, Frauen 7,9) stimmen nahezu exakt mit unseren Zahlen überein. Lediglich bei Frauen weicht unser Wert um 0,1 nach oben ab.

ROESSLE u. ROULET (1932) geben einen Mittelwert von 1405 g für Männer an, weisen aber darauf hin, daß dieser von 456 Gehirnen sezierter Soldaten errechnet wurde. Der von uns ermittelte Wert liegt um 29 g höher.

IM OBERSTEG (1952) fand für Männer (n 50) einen Wert von 1422 g, für Frauen (n 30) einen solchen von 1304 g. IM OBERSTEGs Fällen stammen aus dem Gerichtlich-medizinischen Institut der Universität Basel und gestatten in bezug auf die Materialauswahl am ehesten einen Vergleich mit unseren Messungen, die bei Männern nur um 12 g, bei Frauen nur um 2 g nach oben abweichen.

SPANN (1955) fand bei 443 männlichen und 210 weiblichen Gehirnen Durchschnittswerte von 1422 g bis 1307 g. Dieses Untersuchungsgut stammt aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Universität München. Bei Frauen liegt unser arithmetisches Mittel nur um 1 g tiefer. Die bei Männern vorliegende Abweichung unseres Wertes von 12 g nach oben dürfte ihre Erklärung in der bei der vorliegenden Arbeit vorgenommenen Abgrenzung des Lebensalters bei 65 Jahren finden. SPANN hat seinen Fällen nach oben hin keine Altersgrenze gesetzt. Wie wir, bestimmte auch er einen Durchschnitt für das relative Hirngewicht, der für Männer 8,6, für Frauen 8,2 betrug.

II. Hirngewicht und Lebensalter

MÜLLER ist der Ansicht, daß das menschliche Gehirn seine endgültige Größe und sein maximales Gewicht schon mit dem 6. Lebensjahr erreicht. MARCHAND, HANDMANN, SPANN u.a. vertreten die Auffassung, daß das Gehirn etwa bis zum 18. und 20. Lebensjahr wachse. Beschreiben fast alle Autoren die Tatsache, daß sich im Alter die Gehirnsubstanz vermindert, so gehen die Meinungen über Beginn und Verlauf dieser Gewichtsabnahme weit auseinander. Einige Verfasser geben als Grenzalter der senilen Involution des Gehirnes das 60. Lebensjahr an, andere nennen das 70. und 80. Jahr. Ein wesentlicher Grund für die Diskrepanz in den Aussagen der einzelnen Autoren ist in erster Linie wohl in der geringen Zahl der untersuchten Fälle zu suchen, auf die sich diese Ergebnisse stützen. Wegen der notwendigen Aufsplitterung des Gesamtmaterials in zahlreiche Einzelgruppen ist ein Mindestmaß von Fällen erforderlich um Zufallserscheinungen auszuschließen und annähernd gültige Aussagen machen zu können.

Untersuchungsergebnisse: a) Männer. Bei Männern steigt das absolute Hirngewicht bis etwa zum 7. Lebensjahr rasch an, nimmt von da ab nur noch geringfügig zu und erreicht im Alter zwischen 10 und 15 Jahren seinen höchsten Wert. Zwischen dem 15. und 45. Lebensjahr finden wir einen Gesamtdurchschnitt von ca. 1450 g, um den die Mittelwerte der einzelnen Altersgruppen schwanken. Um das 45. Lebensjahr setzt eine geringe, aber deutlich sichtbare Gewichtsverminderung ein. Von da an schwankt die Kurve bis etwa zum 65. Jahr um einen Wert von 1410 g. Erst Mitte des 7. Lebensjahrzehntes beginnt eine deutliche Gewichtsabnahme des Gehirns (Tabelle 3).

Von den 23 Gehirnen, die von Männern die älter als 80 Jahre waren, stammten, errechnete sich ein Durchschnittsgewicht von nur noch 1284 g und für das relative Hirngewicht 7,7. Das Hirngewicht eines 80jährigen entspricht somit nur noch dem eines 3—4jährigen Kindes.

b) Frauen. Das Hirngewicht steigt wie bei männlichen Individuen bis etwa zum 7. Lebensjahr rasch an und erreicht zwischen dem 10. und

15. Jahr sein Endgewicht. Zwischen 15 und 45 Jahren schwankt es um einen Wert von 1325 g. Auch beim weiblichen Geschlecht macht sich nach dem 45. Lebensjahr eine Abnahme des Hirngewichtes bemerkbar. Ab der Mitte des 7. Lebensjahrzehntes zeigt sich auch hier ein rasch zunehmender Gewichtsverlust (Tabelle 3).

Das relative Hirngewicht steigt bei beiden Geschlechtern im ersten Lebensjahr stark an und ist bis zum 7. Jahre verhältnismäßig hoch. Daraus geht hervor, daß das Gehirn schon in früher Kindheit im Verhältnis zur Körperlänge und dem Volumen der übrigen Organe gut entwickelt ist, was auch seiner Funktion in dieser Lebensphase entspricht.

Tabelle 3
Durchschnittshirngewichte für 3 Lebensalterstufen, getrennt nach Geschlechtern

	Alter Jahre	Hirngewicht g	Relatives Hirngewicht	Fälle
♂	15—45	1448	8,4	464
	45—65	1412	8,3	438
	65—94	1358	8,0	175
♀	15—45	1325	8,1	271
	45—65	1277	7,9	164
	65—87	1211	7,7	114

Das relative Hirngewicht sinkt etwa vom 7. bis zum 15. und 16. Lebensjahr, also bis zum Ende der Pubertätszeit. Daraus geht hervor, daß das Wachstum des Gehirns in diesem Abschnitt gegenüber dem Wachstum des Körpers und der übrigen Organe zurückbleibt.

Die geringgradige Abnahme des relativen Hirngewichts vom 45. und die stärkere vom 65. Lebensjahr spricht dafür,

dass sich im Alter nicht nur am Gehirn eine Involution vollzieht, sondern daß auch der Körper im Zuge des Alterungsprozesses einen Teil seiner ursprünglichen Länge einbüßt.

Abb. 1 und 2 zeigen die Abhängigkeit des absoluten und des relativen Hirngewichts vom Lebensalter getrennt nach Geschlechtern. Die Kurve der Frauen liegt auch beim relativen Hirngewicht etwas tiefer, als die der Männer, was dafür spricht, daß das niedrigere Hirngewicht der Frauen nicht allein auf deren geringere Körperlänge zurückzuführen ist.

Nach MARCHAND findet das Wachstum des Gehirns seinen Abschluß beim männlichen Geschlecht im 20., beim weiblichen zwischen dem 16. und 18. Lebensjahr. Die gleiche Auffassung wird von HANDMANN vertreten. SPANN nennt das 18. Lebensjahr als Wachstumsgrenze für das männliche und weibliche Geschlecht. Diese Ergebnisse sind nach unseren Untersuchungen, nach denen das Gehirn bei beiden Geschlechtern bis spätestens zum 15. Lebensjahr sein endgültiges Gewicht erreicht hat, zu hoch. Im übrigen wächst ab Beginn des Schulalters das Gehirn nur noch wenig.

MÜHLMANNS Ergebnisse stimmen mit unseren Befunden überein. Er vertritt die Ansicht, daß das absolute Hirngewicht beim Manne bis zum

Alter von 15 Jahren, beim Weibe bis zum Alter von 14 Jahren ansteigt, also in der Periode der Geschlechtsreifung seine maximale Entwicklung erreicht. Die in der Literatur zum Teil zitierten Angaben früherer Autoren, nach denen das Gehirn bis zum 30. Lebensjahre an Größe und Gewicht zunehme, sind unbewiesen und nach unseren Ergebnissen unzutreffend. Wahrscheinlich kamen sie durch Zufälligkeiten in der Zusammenstellung des Untersuchungsmateriales zustande. Auch die von

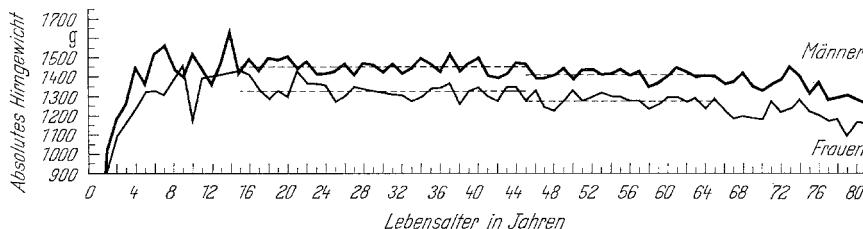


Abb. 1. Die Abhängigkeit des absoluten Hirngewichtes vom Lebensalter, getrennt nach Geschlechtern

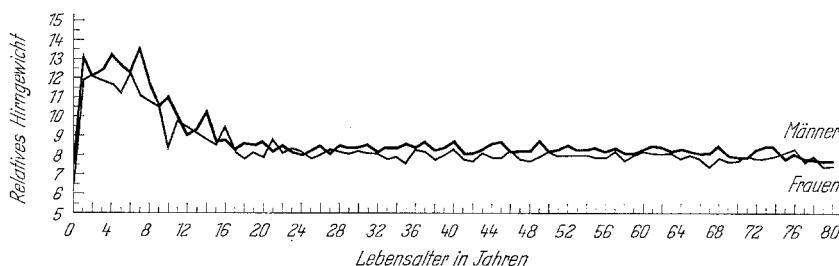


Abb. 2. Die Abhängigkeit des relativen Hirngewichtes vom Lebensalter, getrennt nach Geschlechtern

MÜLLER vertretene Meinung, das Gehirn entwickle sich bei beiden Geschlechtern voll bis zum 6. Lebensjahr ist nach unseren Ergebnissen unrichtig.

Was die Gewichtsabnahme des Gehirns mit zunehmendem Lebensalter betrifft, so tritt nach MARCHANDS und HANDMANNs Beobachtungen vom 60. Lebensjahr an eine allmähliche Abnahme des Hirngewichts ein, die individuell stark variiert. Jedoch macht sich nach MARCHAND die senile Atrophie des Gehirns bei Frauen früher, schon zu Beginn des 7. Jahrzehnts geltend, während sie beim Manne erst am Ende des 7. bzw. Anfang des 8. Dezenniums deutlich wird.

MATIEGKA und SPANN geben ebenfalls das 7. Lebensjahrzehnt für den Beginn einer Gewichtsverminderung an. Im wesentlichen stimmen in dieser Frage unsere Ergebnisse mit den Resultaten der genannten Autoren überein. Es sei aber betont, daß unsere Untersuchungen bei beiden Geschlechtern eine bisher nicht beobachtete deutlich erkennbare Gewichtsabnahme schon nach dem 45. Lebensjahr ergeben haben.

c) *Säuglinge*. Abb. 3 a und b zeigen die Zunahme des absoluten und des relativen Hirngewichts im ersten Lebensjahr. Der Mensch kommt schon mit einem relativ hohen Hirngewicht zur Welt. Innerhalb des ersten Lebensjahres erreicht das Gehirn bei beiden Geschlechtern fast das Dreifache des Geburtsgewichtes. Als Durchschnittsgewicht der Neugeborenen ergab sich bei 9 männlichen Kindern ein absolutes Hirngewicht von 361 g und ein relatives von 7,1. Bei Mädchen fanden sich Werte von 283 g bzw. 6,1 (3 Fälle). Vergleicht man diese Zahlen mit dem Körpergewicht eines Säuglings (ca. 3000 g), so sieht man, daß der Mensch zum Zeitpunkt der Geburt sein höchstes Hirngewicht im Vergleich zum Körpergewicht besitzt.

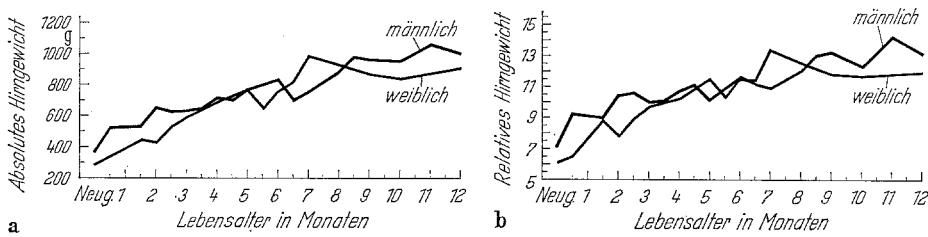


Abb. 3 a Das absolute Hirngewicht im 1. Lebensjahr, getrennt nach Geschlechtern.
b Das relative Hirngewicht im 1. Lebensjahr, getrennt nach Geschlechtern

III. Hirngewicht und Körperlänge

Obwohl nach allen Literaturangaben eine feste Beziehung zwischen dem Hirngewicht und der Körperlänge besteht, haben wir diese Frage an unserem großen Untersuchungsgut nochmals geprüft. Durch Ermittlung und Verwendung des relativen Hirngewichts wurde dieser störende Einfluß bei den übrigen Untersuchungsgängen ausgeschaltet.

Nach Trennung des Obduktionsgutes nach Geschlechtern erfolgte eine Auslese nach dem Lebensalter. Berücksichtigt wurden für diesen Untersuchungsgang nur Individuen von 15—65 Jahren (898 Männer, 430 Frauen). Anschließend erfolgte die Einteilung des ausgewählten Untersuchungsgutes gruppenweise nach der Körperlänge (Tabelle 4). Abb. 4 zeigt die Abhängigkeit des Hirngewichtes von der Körperlänge getrennt nach Geschlechtern.

Läßt man bei der männlichen Untersuchungsgruppe, die nur aus zwei Fällen bestehende Gruppe A unberücksichtigt, so findet sich mit

Tabelle 4
Gruppeneinteilung nach der Körperlänge

A = bis 150 cm	E = 165 mit 169 cm
B = 150 mit 154 cm	F = 170 mit 174 cm
C = 155 mit 159 cm	G = 175 mit 179 cm
D = 160 mit 164 cm	H = über 180 cm

zunehmender Körperlänge ein im wesentlichen kontinuierliches Ansteigen des Hirngewichts.

Bei Frauen müssen Gruppe G und H wegen der zu geringen Zahl der Fälle ausscheiden. Die Kurve verläuft wie bei Männern steigend und annähernd linear, liegt jedoch wesentlich tiefer. Daraus geht hervor, daß das niedrigere Hirngewicht der Frauen nicht nur auf deren allgemein geringere Körperlänge zurückzuführen ist. Weibliche Individuen haben ein geringeres Hirngewicht als männliche gleicher Körperlänge.

MARCHAND und HANDMANN konnten noch nicht eine Beziehung zwischen Hirngewicht und Körperlänge feststellen. Sie beschrieben lediglich die Beobachtung, daß das Hirngewicht der Männer unter Mittelgröße (150 bis 160 cm) ebenso das der Frauen unter 145 cm etwas niedriger sei als das der großen Individuen. MATIEGKA, ROESSLE-ROULET, IM OBERSTEG und SPANN wiesen jedoch wie wir eindeutig die Abhängigkeit des Hirngewichts von der Körperlänge nach.

Hirngewicht und Körperlänge. Obwohl nach dem bisher Bekannten nicht mit einer nachweisbaren Beziehung zwischen Hirngewicht und Körpergewicht zu rechnen war, haben wir orientierende Untersuchungen zur Beantwortung dieser Frage durchgeführt. Die Ergebnisse ließen wie erwartet keine Korrelation nachweisen.

In der Literatur beschäftigte sich lediglich MARCHAND mit der Beeinflussung des Hirngewichts durch die Körpermaße. Auch er konnte keinen Zusammenhang finden. Er diskutiert deshalb die Frage, welche der Faktoren, die hauptsächlich das Körpergewicht beeinflussen, eine nähere Beziehung zum Hirngewicht haben könnten: „Das Skelet allein schwerlich, wie aus dem Verhältnis vom Hirngewicht zur Körperlänge hervorgeht; das Fettgewebe, welches eine so erhebliche Bedeutung für das Körpergewicht hat, noch weniger, da es ein ganz wechselnder Faktor ist, die Muskulatur ebenfalls kaum, da die Maße derselben zu sehr von rein akzidentellen Einwirkungen abhängt. Ein bestimmtes Verhältnis zwischen dem Hirngewicht und der Gesamtmasse der inneren Organe dürfte sich ebenfalls schwer feststellen lassen“.

IV. Hirngewicht und Todesursache

Allein der beachtliche Unterschied der durchschnittlichen Hirngewichte je nach der Herkunft des Untersuchungsgutes legte die

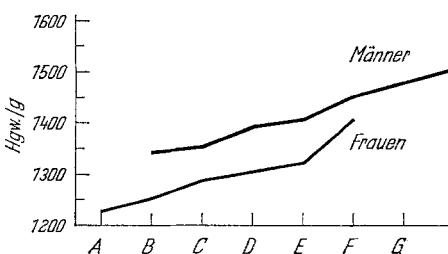


Abb. 4. Die Abhängigkeit des Hirngewichtes von der Körperlänge, getrennt nach Geschlechtern

Vermutung einer Abhängigkeit des Leichenhirngewichts von der Todesursache nahe. Auch unsere Beobachtung besonders hoher Hirngewichte bei bestimmten Todesursachen und die Ergebnisse unserer früheren Untersuchungen (SPANN) sprachen dafür.

Gang der Untersuchung. In diesen Untersuchungsgang wurden nur die Fälle vom 15.—65. Lebensjahr getrennt nach Geschlechtern einbezogen. Bei der Aufgliederung des Untersuchungsgutes nach Todesursachen wurde folgende Einteilung gewählt: Schlafmittelvergiftung, Blausäurevergiftung, Verbluten, Kohlenmonoxydvergiftung, Coronarverschluß, Ertrinken, Erhängen, Pneumonie, Lungenembolie, Fettembolie und Peritonitis. Die Verblutungsfälle wurden in akut massive und langsame (protrahierte) Verblutung unterteilt. Anschließend erfolgte die Ermittlung des arithmetischen Mittels sowohl für das absolute als auch für das relative Hirngewicht, getrennt nach Todesursachengruppen.

Zur Erlangung eines objektiven Vergleichswertes wurde nochmals aus der Gesamtzahl dieses Auswahlmaterials ein Durchschnitt für das absolute und relative Hirngewicht bei Männern und Frauen errechnet. Bei diesem Untersuchungsgang wurden alle Individuen, die an einer oben angeführten Todesursache verstorben waren und bei denen daher das Hirngewicht eine Abweichung von der Norm erwarten ließ, ausgeschlossen. Ferner schieden sieben Fälle mit einem abnorm hohen Hirngewicht aus bei denen als Todesursache meist Hirntumor oder Massenblutung in das Gehirn festgestellt wurde. Individuen mit weniger als 15 und mehr als 65 Jahren blieben hier unberücksichtigt.

Untersuchungsergebnisse. Das für Erwachsene am Auswahlmaterial errechnete durchschnittliche Hirngewicht beträgt bei Männern 1416 g, bei Frauen 1289 g. Diese Zahlen liegen im Vergleich zu den Werten des Gesamtmaterials (1434 g bzw. 1306 g) um 18 g bzw. 17 g tiefer.

Das relative Hirngewicht erbrachte keine Abweichung vom Gesamtmaterial. Die geringfügige Abnahme des absoluten Hirngewichts wird durch die Tatsache erklärt, daß bei den meisten untersuchten Todesursachengruppen eine Erhöhung des Hirngewichts festzustellen war. Abb. 5a und b zeigen die Mittelwerte der Hirngewichte der einzelnen Todesursachengruppen.

Die Untersuchungsgruppe der infolge Schlafmittelvergiftung verstorbener Personen erbrachte bei beiden Geschlechtern eine deutliche Erhöhung des absoluten Hirngewichtes (Männer 110 g, Frauen 23 g). Das relative Hirngewicht stieg bei Männern um 0,5, bei Frauen blieb es unverändert. Ähnliche Ergebnisse fanden sich bei *Blausäurevergiftungen*.

Da bei den Obduktionen aufgefallen war, daß bei Todesfällen durch Verbluten immer wieder Individuen mit einem sehr hohen oder einem extrem niedrigen Hirngewicht vorkamen, wurde versucht, eine Einteilung zu treffen, bei der einerseits die Verblutungsfälle zusammengefaßt waren,

die ein hohes Hirngewicht zeigten und andererseits diejenigen, die ein niedriges aufwiesen. Bemerkenswerterweise deckte sich diese Unterteilung ziemlich genau mit dem klinischen Todesablauf. Die Gruppe der Verblutungstodesfälle mit hohem Hirngewicht wurde von Fällen gebildet, bei denen der Tod sehr rasch infolge Verblutung eingetreten war, während der anderen Gruppe die langsam ablaufenden Verblutungen angehörten. Nach diesem Ergebnis wurden die Gruppen nach dem Ablauf des Todesgeschehens gebildet, wobei die rasch abgelaufenen

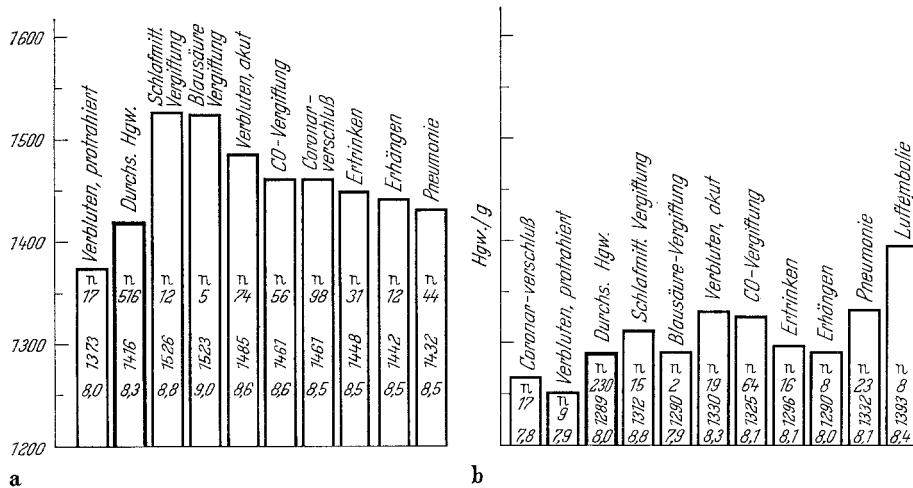


Abb. 5. a Die Abhängigkeit des Hirngewichtes von der Todesursache bei Männern.
b Die Abhängigkeit des Hirngewichtes von der Todesursache bei Frauen

Todesfälle in die eine und die langsam abgelaufenen in die andere Gruppe eingereiht wurden. Dabei fanden sich sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Individuen, die an einer akuten massiven Verblutung verstorben waren eine beachtliche Erhöhung des absoluten und des relativen Hirngewichtes. Bei Männern betrug das absolute Hirngewicht 1485 g (Durchschnitt 1416 g) und das relative Hirngewicht 8,6 (8,3), bei Frauen 1330 g (1289 g) bzw. 8,3 (8,0). — Bei der Untersuchung derjenigen Fälle, die an *protrahierter Verblutung* verstorben waren, fand sich eine erhebliche Verminderung des absoluten und des relativen Hirngewichts. Für Männer ergaben sich Werte von 1373 g bzw. 8,0, für Frauen 1252 g bzw. 7,9.

Bei der Gruppe der an *Kohlenmonoxydvergiftung* verstorbenen Personen fand sich bei beiden Geschlechtern eine Erhöhung des absoluten und des relativen Hirngewichts. Bei den Männern betrug diese 45 g bzw. 0,3, bei den Frauen 36 g bzw. 0,1.

Die untersuchten Individuen, die an einem *Coronarverschluß* verstorben waren, zeigten kein übereinstimmendes Ergebnis. Bei Männern

konnte eine Zunahme des absoluten Hirngewichts um 45 g, bei Frauen hingegen eine Abnahme von 22 g festgestellt werden. Bei Männern stieg das relative Hirngewicht auf 8,5, während es bei Frauen auf 7,8 abfiel.

Die Ertrinkungsfälle ergaben bei Männern 1448 g als Durchschnittsgewicht, also eine Zunahme um 32 g, bei Frauen 1296 g, eine Zunahme um 7 g, wobei das relative Hirngewicht bei Männern auf 8,5 und bei Frauen auf 8,1 anstieg.

Bei der Untersuchung der Erhängungsfälle erhöhte sich bei Männern das absolute Hirngewicht um 26 g, das relative um 0,2, während bei Frauen die Werte keine Abweichung vom Durchschnitt zeigten.

Die Untersuchung der Individuen, die an einer Pneumonie verstorben waren, erbrachte bei Männern eine Zunahme des Hirngewichts um 16 g, bei Frauen um 43 g. Das relative Hirngewicht stieg auf 8,5 bzw. 8,1.

Bei Peritonitis, Lungenembolie und Fettembolie konnten keine Veränderungen des Hirngewichts festgestellt werden. Lediglich bei acht Frauen, die während eines Abtreibungsversuches durch eine Luftembolie zu Tode kamen, fand sich ein extrem hohes absolutes (1393 g) und relatives (8,4) Hirngewicht. Im ersten Falle liegt der Wert um 104 g, im zweitem um 0,4 höher als der Durchschnitt.

In der Literatur haben sich MARCHAND, MATIEGKA, IM OBERSTEG und SPANN mit der Beeinflussung des Hirngewichts durch die Todesursache auseinandergesetzt.

MARCHAND hat bereits im Jahre 1902 die Ansicht vertreten, daß die Todesursache das Hirngewicht sowohl verkleinern als auch vergrößern könne. Er fand eine Zunahme bei Hyperämie, Diphtherie, akuter Osteomyelitis, sowie bei tuberkulöser und eitriger Meningitis. Ein Vergleich unserer Ergebnisse mit diesen Feststellungen ist wegen der Zusammensetzung des Untersuchungsgutes nicht möglich. Bei den von uns untersuchten Individuen mit Peritonitis konnten wir keine Erhöhung des Hirngewebes nachweisen. Allerdings kommt unserem Ergebnis wegen der geringen Anzahl der Fälle (17) in dieser Gruppe nur ein bedingter Aussagewert zu. MATIEGKA fand bei Erhängen, Ertrinken und Verbrennungen ein höheres Hirngewicht, bei Vergiftungen ein kleineres. Unsere Ergebnisse stimmen insoweit mit MATIEGKA überein, als auch wir bei Erhängen und Ertrinken ein höheres Hirngewicht nachweisen konnten. Im Gegensatz zu MATIEGKA fanden wir bei Vergiftungen (Kohlenmonoxyd-, Schlafmittel-, Blausäurevergiftungen) bei Männern und Frauen eine deutliche Zunahme des Hirngewichts.

IM OBERSTEG kam zu dem Ergebnis, daß Co-Vergiftungen und atypische Erhängungsfälle eine Erhöhung des Hirngewichts erwarten lassen, während bei typischem Erhängen das Hirngewicht abnimmt. Was die Kohlenmonoxydvergiftung betrifft, stimmen unsere Ergebnisse mit seinen Feststellungen überein. Zwischen typischen und atypischen

Erhängungsfällen wurde in der vorliegenden Arbeit nicht unterschieden. Lediglich bei der Berechnung des Durchschnittsgewichtes von allen Erhängungsfällen fand sich eine Erhöhung des Hirngewichts.

SPANN gibt aufgrund seiner Untersuchungen eine Zunahme des absoluten und relativen Hirngewichts an bei typischem und atypischem Erhängen, Ertrinken, akuter massiver Verblutung, Co- und Barbituratvergiftung und bei Coronarverschluß.

Eine Erniedrigung des absoluten und des relativen Hirngewichts beschreibt er nach Lungenembolie und protrahierter Verblutung. Seine Ergebnisse stimmen mit den unsrigen weitgehend überein. Lediglich bei den Fällen von Lungenembolie konnten wir keine Erniedrigung des Hirngewichts feststellen.

In der Literatur werden Veränderungen des Leichen-Hirngewichts noch bei Geisteskranken angegeben. MATIEGKA vertrat die Meinung, daß bei solchen Individuen eine Abweichung des Hirngewichts sowohl nach oben als auch nach unten vorliegen könne. Im Gegensatz dazu sind HANDMANN, RUDOLPH und MÜHLMANN der Ansicht, daß bei Geisteskranken eine Veränderung des Hirngewichts stets nach unten festzustellen sei. MARCHAND und MITTENZWEIG gingen noch weiter und behaupteten, daß ein Hirngewicht, das unter 1000 g liege, in jedem Falle von einem geisteskranken Individuum stammen müsse. Da sich in unserem Obduktionsgut keine Geisteskranken befanden, bestehen hier keine Vergleichsmöglichkeiten.

Als Ursache für die Verminderung des Hirngewichts bei protrahierter Verblutung kommt der Flüssigkeitsverlust aus dem Hirngewebe als Kompensation der Verminderung der zirkulierenden Blutmenge in Betracht.

Die Zunahme des Hirngewichts bei verschiedenen Todesursachen dürfte eine im Zuge des pathophysiologischen Geschehens zustande kommende inter- bzw. intracelluläre bzw. intravasale Flüssigkeitsvermehrung im Bereich des Zentralorganes sein. Unsere Ergebnisse der enormen Zunahmen bei sehr rasch ablaufenden Todesmechanismen mit einer kurzen Agonie sprechen dafür, daß diese Gewichtsveränderungen vital und nicht erst postmortal zustande kommen. Somit stimmen wir mit REICHARDT, der eine postmortale Wasseraufnahme aus dem Liquor (PANOFSKY und STAEMMLER) in Zweifel zieht, überein.

Nach den Untersuchungen von BURCK baut sich der Wirkungsmechanismus der Gewebs- und Zelleinwässerung auf dem Zusammenbruch der Ionengradienten zwischen dem Zellinneren und Zelläußerem (Dysionie) auf. Dieser Zusammenbruch wird außer durch Membranschäden usw. auch durch Drosselung der Energieproduktion in der Zelle hervorgerufen. Diese Drosselung wird wiederum durch eine Intoxikation der Blutflüssigkeit bewirkt. Bei der Blausäurevergiftung wird das

lebenswichtige Enzymsystem des Cytochroms blockiert (dysenzymatische Hypoxie). Beim akuten Verblutungstod versiegt der Sauerstofftransport zum Gewebe (transportative Hypoxie) wodurch wiederum die Energieproduktion der Zelle geschädigt wird.

Ähnliche Bedingungen liegen auch bei der Co-Vergiftung, beim Coronarverschluß, beim Ertrinken und Erhängen und bei der Pneumonie vor. Bei diesen Todesarten kombiniert sich aber in einer wahrscheinlich von Fall zu Fall verschiedenen Weise mit der Einschränkung der Sauerstoffversorgung des Hirngewebes eine Blutstauung, sei es durch Nachlassen der Kraft des rechten Herzens oder durch Drosselung der Jugularvenen.

Extreme Hirngewichte Erwachsener. Das schwerste absolute Hirngewicht im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurde mit 2110 g festgestellt. Das relative Hirngewicht betrug in diesem Falle 11,4. Es handelte sich um das Gehirn eines 20jährigen Arbeiters von 184 cm Körpergröße, der an einer akuten Verblutung in die linke Brusthöhle infolge Zerreißung der linken Herzkammer und des Herzbeutels verstorben war. An zweiter Stelle der schwersten Gehirne findet sich ein Gewicht von 1795 g (relatives Hirngewicht 11,6). Das Gehirn stammte von einem 16jährigen Spenglerlehrling, der durch Verbluten in die Brusthöhle infolge einer traumatischen Leber- und Zwerchfellzerreißung zu Tode kam.

Das leichteste männliche Gehirn wog 1000 g und gehörte einem 42jährigen Kaufmann, dessen Körpergröße 163 cm betrug. Er war an einer Herzzertrümmerung verstorben. Das relative Hirngewicht betrug 6,1.

Das schwerste weibliche Gehirn wurde von einem 169 cm langen 22jährigen Mädchen entnommen, das an einer septischen Allgemeininfektion verstorben war (1660—9,8).

Das leichteste festgestellte Gehirn eines Erwachsenen wog 940 g (relatives Hirngewicht 5,9) und stammte von einer 159 cm langen 58 Jahre alten Frau, die an akutem Herzversagen bei hochgradiger Coronarsklerose und Coronarthrombose verstorben war. Die extremen Hirngewichte wurden von den meisten Untersuchungen ausgeschlossen.

In der Literatur hat „über das Gewicht des schwersten bis jetzt beschriebenen Gehirns“ VAN WALSEM in Meerenburg (Holland) im Neurologischen Zentralblatt XVIII (1899) Mitteilung gemacht. Es wog 2850 g und stammte von einem 21jährigen epileptischen Idioten. Bis dahin galten das von SIMS erwähnte Gehirn eines Londoner Zeitungsjungen, der mehr oder weniger Idiot gewesen sein soll, mit 2400 g, weiter die Gehirne BAYRONS (2238 g) und CROMWELLS (2231 g), dann das von RUDOLPH beschriebene Gehirn eines Russen mit 2222 g als die schwersten. Die leichtesten Hirngewichte sind bei Mikrocephalen festgestellt worden.“ (Zitiert nach MATTEGKA.)

Hirngewicht und Beruf

Die Frage ob zwischen dem Hirngewicht und der Intelligenz Beziehung bestehen, interessiert seit langem. In der Literatur setzen sich vor allem BISCHOFF und MATIEGKA mit diesem Problem auseinander. Sie vertreten die Auffassung, daß zwischen der Masse des Gehirnes und den geistigen Fähigkeiten eines Menschen ein Zusammenhang besteht. BISCHOFF begründete seine Theorie in sechs Thesen, deren Inhalt kurz folgender ist:

„1. Kraft und Materie eines jeden Körpers und auch eines jeden Organs stehen in direktem Verhältnis zueinander.

2. In der Tierreihe steigt die Intelligenz mit der Entwicklung und Größe des Gehirns.

3. Zur psychischen Befähigung ist eine gewisse Größe und Entwicklung des Gehirns nötig; Mikrocephale sind blödsinnig. Umgekehrt pflegt höhere Intelligenz mit einem bedeutenderen Hirngewicht verbunden zu sein; die Zunahme der Intelligenz beim Wachstum und die Abnahme im Alter stehen mit gleichsinnigen Veränderungen des Hirngewichts im Zusammenhange.

4. Die Angehörigen der Kulturvölker zeichnen sich durch ein höheres Hirngewicht aus; umgekehrt die der primitiven Rassen.

5. Nach der Schädelkapazität kann man auf eine steigende Zunahme des Hirngewichts im Laufe der Zeiten und der Völkerentwicklung schließen.

6. Der geistigen Überlegenheit des männlichen Geschlechts entspricht ein großes Hirngewicht.“

Gegen diese Theorie BISCHOFFS haben viele Autoren Einwände erheben und Gegenbeweise angetreten. Unter anderem wog man die Gehirne von Straßenkehrern, von Dichtern und Gelehrten, kam aber zu keinem eindeutigen Ergebnis. Immer wieder fiel auf, daß einzelne geistig hervorragende Männer ein kleines Hirn besessen haben, während bei ziemlich stumpfsinnigen und naiven Menschen auch hohe Hirngewichte festgestellt wurden. Die höchsten wie auch die niedrigsten Hirngewichte fand man bei Idioten. Die herrschende Meinung geht wohl heute dahin, daß die Intelligenz eines Menschen nicht proportional zum Hirngewicht sein muß, und daß dieses durch viele Faktoren beeinflußt werden kann, z. B. durch die Entwicklung der Hirnrinde, durch den Hirnbau und die Anordnung der Hirnwindungen, durch den mikroskopischen Bau, durch den Zellen- und Faserreichtum, durch die biochemische Zusammensetzung der einzelnen Zellen usw.

Wenn wir trotzdem den Versuch unternommen haben unser Material in dieser Richtung zu prüfen, so geschah dies vor allem deswegen, weil es ohne großen Arbeitsaufwand geschehen konnte und weil ähnliche statistische Untersuchungen an einem so großen Untersuchungsgut bisher noch nicht durchgeführt wurden.

Gang der Untersuchung. In diese Untersuchung wurden die Altersstufen zwischen 15 und 65 Jahren getrennt nach Geschlechtern einbezogen. Bei der Gliederung nach Berufsgruppen mußte eine Reihe von Fällen ausscheiden, da die notwendigen Angaben über die Persönlichkeit fehlten. Auch Angaben wie Hausfrau, Rentner, Pensionist, Privatier, Hausbesitzerin, Postsekretärswitwe usw. gestatteten keine Klassifizierung. Immerhin konnten von unserem gesamten Obduktionsgut (1861) 955 Individuen für die Untersuchung erfaßt werden. Davon waren 762 männlich und 193 weiblichen Geschlechts.

Die Einteilung erfolgte nach folgenden vier Gruppen: 1. Ungelernte Arbeiter; 2. Gelernte Arbeiter; 3. Handwerksmeister, selbständige Gewerbetreibende, Kaufleute, Beamte des mittleren Dienstes; 4. Akademiker.

Wir sind uns klar, daß diese Einteilung Mängel aufweist, konnten aber bei der Vielfalt der heutigen Berufe und bei der zur Zeit bestehenden Nivellierung in den sozialen Schichten keine bessere finden. Auch bei der Einordnung der einzelnen Berufe in das oben angegebene Schema traten teilweise Schwierigkeiten auf.

Untersuchungsergebnisse

Abb. 6a und b zeigen eine Darstellung der Durchschnittsgewichte der einzelnen Berufsgruppen. Die Verteilung der Fälle geht im einzelnen aus Tabelle 5 hervor. Sowohl das absolute als auch das relative Hirngewicht steigt bei Männern und Frauen mit dem Aufstieg in geistige Berufe. Bei den Frauen ist die Abstufung von Gruppe zu Gruppe nicht so deutlich wie bei Männern, was wohl einerseits durch die geringere Anzahl der Fälle und andererseits durch die im allgemeinen nicht so differenzierten Anforderungen innerhalb der weiblichen Berufe bedingt ist. Obwohl die

Tabelle 5. *Die Abhängigkeit des Hirngewichtes vom Beruf getrennt nach Geschlechtern (Fallzahlverteilung)*

		Hirngewicht in Gramm							
		1000 bis 1100	1100 bis 1200	1200 bis 1300	1300 bis 1400	1400 bis 1500	1500 bis 1600	1600 bis 1700	1700 bis 1800
1. Gruppe	♂	1	4	8	30	30	16	2	2
2. Gruppe		—	4	45	119	146	79	28	6
3. Gruppe		1	2	13	45	60	53	13	5
4. Gruppe		—	—	—	9	13	20	6	2
1. Gruppe	♀	1	9	18	12	9	2	—	—
2. Gruppe		2	9	41	37	17	6	—	—
3. Gruppe		—	4	6	8	4	2	—	—
4. Gruppe		—	—	1	1	2	2	—	—

Zahlen aus einem Material von fast 1000 Fällen für sich sprechen, ist hinsichtlich der Schlußfolgerungen Zurückhaltung geboten.

Eine ähnliche Untersuchung findet sich in der Literatur nur bei MATIEGKA. Im Jahre 1902 ordnete er sein ebenfalls aus einem Gericht-

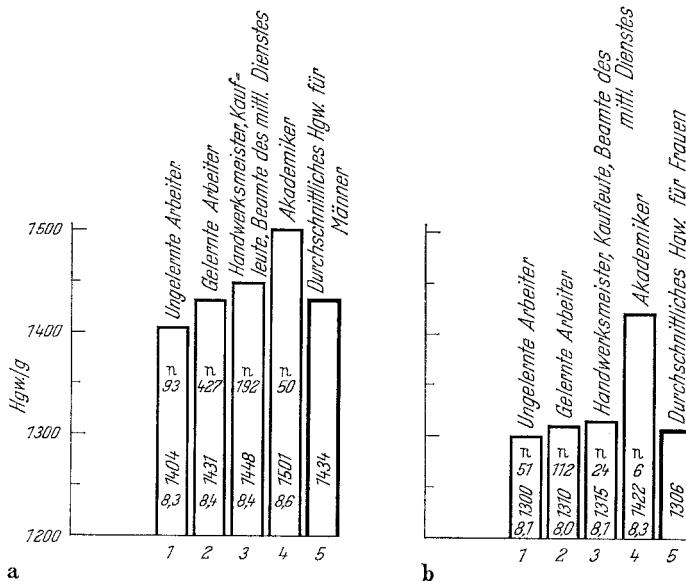


Abb. 6. a Die Abhängigkeit des Hirngewichtes vom Beruf bei Männern
b Die Abhängigkeit des Hirngewichtes vom Beruf bei Frauen

lich-medizinischen Institut stammendes Material nach Berufsgruppen. Allerdings berücksichtigte er nur Männer. Der damaligen Zeit entsprechend gliederte er sein Obduktionsgut in sechs Berufsgruppen und kam zu den in Tabelle 6 dargestellten Ergebnissen.

Vergleicht man MATIEGKAS Resultate mit den von uns ermittelten Werten, so stellen wir eine ziemlich genaue Übereinstimmung fest. Auch bei seinen Gruppen steigt das durchschnittliche Hirngewicht kontinuierlich. Der bei der niedrigsten Berufsgruppe von uns errechnete Durchschnitt liegt nur um 6 g tiefer als sein entsprechender Wert. Bei der höchsten Gruppe weicht unser Ergebnis nur um 1 g nach oben ab.

Tabelle 6
Die Abhängigkeit des Hirngewichtes vom Beruf nach den Untersuchungen von MATIEGKA (1902)

Berufsgruppe	Hirngewicht g	Fälle
1. Taglöhner	1410	14
2. Arbeiter	1433	34
3. Diener, Aufseher	1436	14
4. Gewerbsleute, Handwerker	1450	123
5. Niedere Beamte	1469	28
6. Höhere Beamte, Ärzte .	1500	22

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit bildet einen weiteren Beitrag zur Klärung der Beziehungen zwischen dem Leichenhirngewicht einerseits, dem Lebensalter, der Körperlänge, der Todesursache und dem ausgeübten Beruf andererseits. In 1861 Fällen wurde das Hirngewicht ermittelt (179 Kinder, 1337 Erwachsene, 289 Greise, 56 Individuen ohne Altersangabe; davon 1229 Männer, 632 Frauen) und den Untersuchungen zugrunde gelegt. Aus der Körperlänge und dem Hirngewicht wurde von jedem einzelnen Fall das relative Hirngewicht, d.h. die auf je 1 cm Körpergröße entfallende Hirnmasse in Gramm berechnet.

Die Auswertung führte zu folgenden Ergebnissen:

1. a) Das durchschnittliche Hirngewicht der Erwachsenen beträgt für Männer 1434 g, für Frauen 1306 g. b) Das relative Hirngewicht entspricht bei Männern 8,3 g und bei Frauen 8,0 g je Zentimeter der Körperlänge.
2. a) Bei männlichen und weiblichen Individuen steigt das Hirngewicht bis zum 7. Lebensjahr rasch an, wächst von da ab nur noch geringfügig und erreicht im Alter zwischen 10 und 15 Jahren seine maximale Größe und seinen endgültigen Wert. b) Zwischen dem 15. und 45. Lebensjahr bleibt das Hirngewicht konstant. Bei Männern schwankt es um einen Wert von 1448 g, bei Frauen um einen solchen von 1325 g. c) Um das 45. Lebensjahr setzt eine Gewichtsverminderung ein. Das durchschnittliche Hirngewicht der Individuen von 45 bis 65 Jahren beträgt bei Männern 1412 g, bei Frauen 1277 g. d) In der Mitte des 7. Lebensjahrzehntes beginnt ein deutlicher Abfall des Hirngewichts bei beiden Geschlechtern. Von den Verstorbenen, die über 65 Jahre alt waren, ergab sich als Durchschnittsgewicht für Männer 1358 g, für Frauen 1211 g.
3. Zwischen der Körperlänge und dem Hirngewicht besteht eine enge Beziehung: Das Hirngewicht steigt mit zunehmender Körperlänge.
4. Zwischen Hirngewicht und Körpergewicht konnten keine Zusammenhänge festgestellt werden.
5. Folgende Beziehungen ergaben sich zwischen Todesursache und Hirngewicht: Eine Erhöhung des mittleren absoluten und relativen Hirngewichts findet sich nach: a) Schlafmittelvergiftung, b) Blausäurevergiftung, c) Akut massiver Verblutung, d) Co-Vergiftung, e) Coronarverschluß (nur bei Männern), f) Ertrinken, g) Erhängen, h) Pneumonie, i) Luftembolie (nur bei Frauen). Eine Erniedrigung des absoluten und relativen Hirngewichts ergibt sich nach: a) protrahiert verlaufender Verblutung, b) Coronarverschluß (nur bei Frauen).
6. Sowohl für das absolute, als auch für das relative Hirngewicht scheint eine Abhängigkeit vom ausgeübten Beruf zu bestehen.

Literatur

- BISCHOFF: Zit. nach MATIEGKA.
- BURCK, H. C.: Zur Frage des Wassertransportes der Zelle. Verh. d. Dtsch. Ges. für Pathologie, 46. Tagg. Stuttgart: Gustav Fischer 1962.
- BURKHARDT, L.: Messungen der Substanzdichte am menschlichen Gehirn mittels des spezifischen Gewichts. Virchows Arch. path. Anat. **314**, H. 2 (1947).
- DUSTMANN, H. O.: Diss. München 1964.
- HANDMANN, E.: Über das Hirngewicht des Menschen. Arch. Anat. Physiol. (1906).
- IM OBERSTEG, J.: Über Beziehungen des Körperbautypus zu Gewicht und Maß innerer Organe. Acta genet. (Basel) **3**, H. 3 (1952).
- MARCHAND, F.: Über das Hirngewicht des Menschen. Abh. sächs. Ges. Wiss. (Lpz.), math.-phys. Kl. **27**, Nr 4 (1902).
- MATIEGKA, H.: Über das Hirngewicht, die Schädelkapazität und die Kopfform, sowie deren Beziehung zur psychischen Tätigkeit des Menschen. Sitzungsber. Böhm. Ges. Wiss., Prag 1902.
- MITTENZWEIG, R.: Hirngewicht und Geisteskrankheit. Allg. Z. Psychiatr. **62** (1905).
- MÜHLMANN, M.: Wachstum, Altern und Tod. Ergebni. Entwickl.-Gesch. **27** (1927).
- MÜLLER, W.: Maßverhältnisse des menschlichen Herzens. Hamburg u. Leipzig: Voss 1883.
- PANOFSKY, W., u. M. STAEMMLER: Untersuchungen über Hirngewicht und Schädelkapazität nach der Reichardtschen Methode. Frankfurt. Z. Path. **26** (1922).
- PETERS, H.: Spezielle Pathologie der Krankheiten des zentralen und peripheren Nervensystems. Stuttgart 1951.
- REICHARDT, M.: Über die Bestimmung der Schädelkapazität an der Leiche. Allg. Z. Psychiat. **62** (1905).
- Das Hirnödem. In: Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie, Bd. XIII/1 B. (1957).
- ROESSLE, R., u. F. ROULET: Maß und Zahl in der Pathologie. Berlin u. Wien: Springer 1932.
- RUDOLPH, O.: Untersuchung über Hirngewicht, Hirnvolumen und Schädelkapazität. Beitr. path. Anat. **58** (1914).
- SPANN, W.: Das Hirngewicht in Beziehung zur Todesursache und anderen Faktoren. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med., **44** (1956).
- WALSEN, VAN: Zit. nach MATIEGKA.

Prof. Dr. W. SPANN u. Dr. H. O. DUSTMANN
 Institut für Gerichtliche Medizin und Versicherungsmedizin
 München 15, Frauenlobstr. 7