

Unverkäufliche Leseprobe



Iris Sommer

Gehirn, weiblich

Unterschiede wahrnehmen, Stereotype
überwinden

2022. 237 S., mit 10 Abbildungen

ISBN 978-3-406-79213-7

Weitere Informationen finden Sie hier:

<https://www.chbeck.de/33778000>

Iris Sommer

Gehirn, *weiblich*

Unterschiede
wahrnehmen,
Stereotype überwinden

*Die neuesten Erkenntnisse
aus Neurowissenschaft und Psychologie*

Aus dem Niederländischen
von Bärbel Jänicke

C.H.Beck

Titel der niederländischen Originalausgabe: «Het vrouwenbrein»
© 2020 Iris Sommer

Zuerst erschienen 2020 bei Uitgeverij Atlas Contact, Amsterdam

Die Übersetzung dieses Buches
wurde von der niederländischen Stiftung
für Literatur gefördert.

Nederlands
letterenfonds
dutch foundation
for literature

Mit 10 Abbildungen

Für die deutsche Ausgabe:

© Verlag C.H.Beck oHG, München 2022
www.chbeck.de

Umschlaggestaltung: geviert.com, Michaela Kneißl

Satz: Fotosatz Amann, Memmingen

Druck und Bindung: CPI – Ebner & Spiegel, Ulm

Gedruckt auf säurefreiem und alterungsbeständigem Papier

Printed in Germany

ISBN 978 3 406 79213 7



klimateutral produziert
www.chbeck.de/nachhaltig

Inhalt

Einleitung	7
1 Das Verhältnis zwischen Gehirngröße und Intellekt: je größer, desto besser?	11
2 Das Denkvermögen: gleichwertig, aber nicht gleich	31
3 Persönlichkeitsunterschiede	45
4 Wie geht das Umfeld mit Mädchen und Jungen um?	57
5 Eine Hirnhälfte ist nicht wie die andere . . .	65
6 Komplexe Erklärungen für männliche und weibliche Intelligenz	75
7 Wie wird aus einem Embryo ein Junge, ein Mädchen oder eine Person mit einem nichtstandardisierten Geschlecht?	85
8 Die Entwicklung des Gehirns	95

9	Eine kleine Gehirnstruktur mit großen geschlechtsspezifischen Unterschieden	105
10	Was passiert, wenn man das Geschlecht ändert?	115
11	Ein anderes Immunsystem	121
12	Ein anderes Stresssystem	131
13	Unterschiedliche Schwachstellen	147
14	Das Geheimnis wird gelüftet	171
15	Wie gendergerecht oder -ungerecht ist unsere Gesellschaft?	179
16	Gemeinsam stark?	193
	Dank	205
	Literatur	207
	Bildnachweis	237

Einleitung

Bei meiner Arbeit als Neurowissenschaftlerin spielen Größe und Gewicht des Gehirns eine große Rolle. Während der Kindheit nehmen sie stark zu, in dieser Zeit erwerben wir neue Fähigkeiten. Mit zunehmendem Alter verringern sie sich jährlich um durchschnittlich 1 Prozent. Jedes Gramm Hirngewebe, das wir zwangsläufig verlieren, macht uns in unserem Handeln und Denken ein klein wenig langsamer. Bei Menschen mit einer Alzheimer- oder Parkinsonerkrankung, aber auch bei Patienten mit psychiatrischen Erkrankungen wie Schizophrenie oder Depression geht ein kleiner Teil der Gehirnzellen verloren – etwa 1 Prozent oder etwas mehr. Auch dies geht mit einer Verringerung der geistigen Leistungsfähigkeit einher. Werden diese Gehirnerkrankungen jedoch erfolgreich behandelt, kann die Abnahme der Gehirnzellen verlangsamt werden, manchmal kommt es sogar zu einem Wachstum des Gehirns. Auch in der vergleichenden Biologie wird die Gehirngröße eines Tieres mit seinen kognitiven Fähigkeiten verknüpft. Je größer das Gehirn, desto intelligenter das Tier.

Vor diesem Hintergrund war das weibliche Gehirn für mich ein Mysterium. Das Gehirn einer Frau ist im Durchschnitt deutlich kleiner als das eines Mannes. Nun sind viele Körperteile des Mannes größer als die einer Frau. Man könnte daher schlussfolgern, dass die Größe des männlichen Gehirns lediglich der Größe des männlichen Körpers entspricht. Doch das ist nicht der Fall. Selbst wenn man die Größe des Gehirns mit Größe und Gewicht des Körpers in Relation setzt, bleibt

ein frappanter Unterschied bestehen. Sogar die Anzahl der Nervenzellen im Großhirn divergiert, Frauen haben im Durchschnitt 17 Prozent weniger Nervenzellen.

Es ist wichtig zu betonen, dass auch zwischen Geschlechtsgenossen die Unterschiede groß sind; sowohl bei Frauen als auch bei Männern gibt es eine beträchtliche Streuung. Jedes Individuum hat ein anderes Gehirn; es gibt durchaus Frauen, die ein größeres Gehirn haben als ein durchschnittlicher Mann. Freilich sind das nicht besonders viele. Gruppenspezifisch betrachtet sind die Unterschiede in Größe und Gewicht des Gehirns alles andere als subtil. Dennoch gibt es keine überzeugenden Beweise dafür, dass Frauen weniger intelligent sind als Männer. Ein kleineres Gehirn, das ebenso viel leisten kann wie ein größeres: das ist in der vergleichenden Biologie ein Unikum. Wie lässt sich das erklären?

Ich selbst greife gern auf den Vergleich zwischen amerikanischen und europäischen Autos zurück, den mir Professor Dick Swaab nahelegte. Die amerikanischen Fahrzeuge sind um einiges größer, aber sind sie auch besser? Sie fahren weder schneller, noch halten sie länger. Ich bin sogar versucht zu sagen, dass europäische Autos von höherer Qualität sind. Aber ich bin nicht unparteiisch. Ich bin selbst eine Frau, mit einem ziemlich kleinen Kopf. Für meine Arbeit ist ein scharfer Verstand eine unabdingbare Voraussetzung. Offenbar kann man sie auch mit einem wesentlich kleineren Gehirn meistern. Und ich bin keine Ausnahme; die Zahl von Professorinnen nimmt rasant zu. Im Durchschnitt sind Frauen akademisch sogar etwas erfolgreicher als Männer. Wie schaffen sie das?

Was Geschlechtsunterschiede für das Gehirn bedeuten, dies zu verstehen, war auch für mich eine abenteuerliche Suche. Seit etlichen Jahren befasse ich mich (mit großer Freude) intensiv mit den vielen Facetten des weiblichen Gehirns. Das Ergebnis ist eine persönliche Synthese von Fakten und Erkenntnissen zu dem Gehirn beider Geschlechter. Ich

stelle hier meine Interpretation der zahlreichen Studien vor, die weltweit zu diesem Thema durchgeführt wurden. Ich schlage Brücken, wo ich sie für angezeigt halte, und ich ziehe mögliche evolutionäre Verbindungen. Ich bin Neurowissenschaftlerin und Psychiaterin, nicht Soziologin oder Historikerin. Daher gehe ich vor allem auf die biologischen und psychologischen Unterschiede und Gemeinsamkeiten ein.

Vor Ihnen liegt ein Versuch, das Mysterium des weiblichen Gehirns zu entschlüsseln. Er ist eine Interpretation der vielen derzeit verfügbaren Daten. Das schließt nicht aus, dass auch andere Theorien und Erklärungen möglich sind. Über die Unterschiede zwischen den Gehirnen, kognitiven Fähigkeiten und Verhaltensweisen von Männern und Frauen ist schon viel geschrieben worden. Es handelt sich um ein heikles Thema. Denn in der Vergangenheit wurden vermeintliche Unterschiede dazu genutzt, die Ungleichheit zwischen den Geschlechtern zu rechtfertigen, und das vermeintliche Fehlen von Unterschieden wurde dazu eingesetzt, Chancengleichheit für beide Geschlechter zu erstreiten. In den achtziger und neunziger Jahren wurden Bücher und Artikel verfasst, die aufzeigten, wie stark sich das weibliche vom männlichen Gehirn unterscheidet und wie sich daraus ein Unterschied im Denkvermögen beider Geschlechter ableiten lässt.

In einer Gegenbewegung erschienen um die Jahrtausendwende Artikel und Bücher, die überhaupt keinen Unterschied feststellten. So schreibt beispielsweise die britische Neurowissenschaftlerin Gina Rippon in ihrem Buch *The Gendered Brain*: «Das Gehirn ist so genderneutral wie die Leber und das Herz.» Mittlerweile weiß man, dass die Lebern und Herzen von Frauen und Männern keineswegs identisch sind. Kardiologen und Pharmakologen berücksichtigen dies seit einiger Zeit.

Natürlich sind sich Männer und Frauen in Bezug auf die Funktionsweise des Körpers weitgehend ähnlich. Es gibt allerdings einige auffallende Unterschiede, die sich auch auf die Funktionsweise des Gehirns auswirken. Die Sexualhormone Östrogen und Testosteron haben

großen Einfluss auf die Entwicklung des Gehirns und damit auf das Denken, Fühlen und Reagieren. Diese Wirkung setzt bereits vor der Geburt ein. Auch die Umgebung reagiert unterschiedlich auf Mädchen und Jungen, auf Frauen und Männer. Schon von Geburt an werden unterschiedliche Anforderungen an sie gestellt, ihnen werden unterschiedliche Möglichkeiten geboten. Während in Bezug auf das Denkvermögen keine großen Unterschiede zu konstatieren sind, treten Unterschiede in der Persönlichkeit deutlich hervor. Aus den jeweiligen Persönlichkeiten ergeben sich divergierende Dispositionen für Krankheiten wie Depression und ADHS. Auch die Stresssysteme von Männern und Frauen unterscheiden sich voneinander, ebenso wie die Immunsysteme und die Energieversorgung der Zellen.

All diese Facetten sorgen dafür, dass der Körper und das Gehirn einer Frau ein wenig anders funktionieren; dadurch können Frauen mit 110 Kubikzentimeter Gehirngewebe weniger doch eine vergleichbare Leistung erbringen.

Um diese faszinierenden Aspekte des weiblichen Gehirns, um die ungeahnte Erfolgsformel der kleineren Dimensionen, geht es in diesem Buch.

1

Das Verhältnis zwischen Gehirngröße und Intellekt: je größer, desto besser?

Charles Darwin schrieb 1871 bereits über den Zusammenhang zwischen Gehirngröße und Intellekt bei den Primaten, zu denen auch der Mensch gehört. Orang-Utans haben größere Gehirne als Gorillas, und Menschen haben wiederum größere Gehirne als Orang-Utans. Darwin fand es nicht mehr als logisch, dass dies stark mit der im Laufe der Evolution zunehmenden Intelligenz vom Affen zum Menschen korrelierte.

Francis Galton, Darwins Cousin, der ebenfalls Entdeckungsreisender, Anthropologe und Psychologe war, vermaß Ende des 19. Jahrhunderts an der Universität Oxford den Schädelumfang von Studenten, wobei es sich seinerzeit ausschließlich um Männer handelte. Dazu maß er den Umfang auf Höhe der Stirn.

Es stellte sich heraus, dass der Kopf von Studenten, die ihre Zwischenprüfung mit «cum laude» bestanden hatten, im Durchschnitt 5 Prozent größer war als der Kopf derjenigen, die diese Prüfung ohne Auszeichnung bestanden hatten. Dieses frühe Experiment Galtons ist noch häufiger in verschiedenen Varianten wiederholt worden. Jedes Mal hat sich seine Beobachtung bestätigt. Mittlerweile ist in 59 Stu-

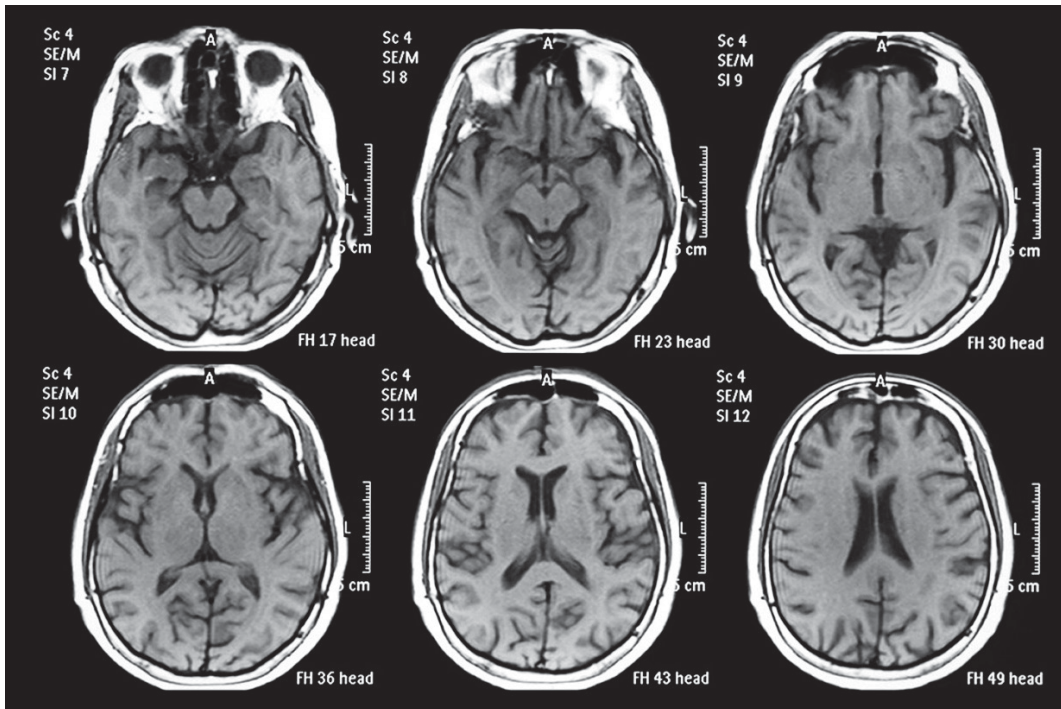
dien die Kopfgröße von insgesamt 63 405 Personen vermessen worden. Dabei suchte man nach einer Korrelation mit einem Indikator für den Intelligenzgrad, sei es das Ergebnis eines IQ- oder Cito-Tests oder der Notendurchschnitt. All diese Studien ließen unisono einen klaren Zusammenhang erkennen: Je größer der Kopfumfang war, desto besser waren die Testergebnisse und Noten. Diese Korrelation war konsistent vorhanden, wies aber nur einen Koeffizienten von 0,2 auf, also einen recht schwachen Zusammenhang. Woraus folgt: Die Gehirngröße wirkt sich auf den IQ aus, aber diese Wirkung erklärt nur teilweise die Intelligenzunterschiede.

In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurden bildgebende Verfahren erfunden, zunächst die Computertomographie (CT), später die Magnetresonanztomographie (MRT). Mit einem CT und einem MRT erstellt man ein Abbild des Gehirns, daher werden sie auch als «Neuroimaging-Methoden» bezeichnet. Mit diesen Verfahren kann die Größe des Gehirns viel genauer gemessen werden als mit Francis Galtons Maßband. Ein großer Schädel lässt meistens auf ein großes Gehirn schließen, aber nicht immer. In diesem Schädel befindet sich nämlich mehr als nur Hirngewebe.

Auf CT- und MRT-Bildern sind drei Teile des Gehirns zu sehen, die jeweils eine andere Grauschattierung aufweisen: die weiße Substanz, die graue Substanz und die Gehirn-Rückenmark-Flüssigkeit, die auf den meisten Darstellungen schwarz ist. Früher kam es zu sogenannten Wasserköpfen, großen Köpfen mit wenig Hirngewebe und viel Gehirn-Rückenmark-Flüssigkeit. Heute lässt sich das glücklicherweise operativ korrigieren.

Die graue Substanz besteht hauptsächlich aus den Zellkörpern der Nervenzellen und ihren kurzen Ausläufern sowie aus den sie umgebenden Stützzellen (Gliazellen) und Blutgefäßen. Diese kurzen Ausläufer stellen den Kontakt zu anderen benachbarten Nervenzellen her.

Die weiße Substanz wird von den langen Ausläufern der Nerven-



Horizontaler Querschnitt des Gehirns, aufgenommen mit MRT.
 Die graue Substanz ist außen zu sehen, die weiße Substanz in der Mitte
 und der Liquor tief im Inneren des Gehirns.

zellen gebildet, die mit anderen im Gehirn weit entfernt liegenden Nervenzellen in Kontakt stehen. Als Autobahnen des Gehirns liegen sie in dicken Bündeln nebeneinander. Diese Bündel sind häufig mit einer Isolierschicht überzogen, damit die elektrischen Signale, mit deren Hilfe sie kommunizieren, schnell übertragen werden können. Diese Isolierschicht besteht aus Fett (Myelin), das eine weiße Farbe hat, daher der Name «weiße Substanz».

Zu guter Letzt gibt es noch die Gehirn-Rückenmark-Flüssigkeit, die auch «Liquor» genannt wird. Im Zentrum des Gehirns liegen die Ventrikel, ein System von kommunizierenden Gefäßen, die mit Flüssigkeit gefüllt sind. Dieses Ventrikelsystem fungiert als Stoßdämpfer, aber auch als Müllabfuhr. Während des Schlafes kann die Flüssigkeit tiefer in das Hirngewebe gelangen, da dabei mehr Platz zwischen den Zellen entsteht. Der Liquor spült dann die Abfallstoffe aus. Wenn man

eine Zeit lang nicht schläft, sammelt sich dieser Abfall an. Vor allem Adenosin, ein Abfallprodukt der Energieversorgung, sorgt dann dafür, dass das Gehirn nicht mehr richtig funktioniert. Man ist müde, kann nicht mehr richtig nachdenken, wird emotional labil oder bekommt Kopfschmerzen. Bleibt man sehr lange wach, entwickelt man Halluzinationen und Wahnvorstellungen. Schon nach wenigen Stunden Schlaf ist das Adenosin abgebaut und die Beschwerden verschwinden. Mit zunehmendem Alter verringert sich die reinigende Wirkung des Liquors, Abfallstoffe können im Gehirn zurückbleiben. Wenn sich Hirngewebe durch Krankheit oder Alterung reduziert, besetzen die Ventrikel mit ihrem Liquor den freiwerdenden Raum und werden etwas größer. Größere Ventrikel sind daher auch ein Zeichen für einen stärkeren Gewebeerfall.

Während die Größe des Gehirns zunächst nur etwas über die Gesamtmenge der grauen Substanz, der weißen Substanz und der mit Liquor gefüllten Ventrikel aussagt, lassen sich mit einem CT oder einem MRT die Dimensionen der verschiedenen Komponenten messen. Mittlerweile ist in 28 CT- und MRT-Studien bei 1389 Teilnehmern gemessen worden, in welchem Zusammenhang Gehirnvolumen und Intelligenz stehen. Auch hier gelangte man zur gleichen Schlussfolgerung: je größer das Gehirn, desto intelligenter der Mensch. Die Korrelation fiel in diesen Studien etwas stärker aus: Der Koeffizient lag bei 0,4, was schon einen beträchtlichen Teil der Variationsbreite des IQs erklärt. Dennoch lassen sich die größten Intelligenzunterschiede nicht durch die Gehirngröße erklären. Was bedeutet, dass es noch andere Faktoren gibt, die maßgeblich darüber bestimmen, wie intelligent ein Mensch ist. Auf diese Faktoren kommen wir zu sprechen, wenn wir nach den Unterschieden zwischen Männern und Frauen suchen.

Die Korrelation zwischen Gehirnvolumen und Intelligenz ist also nicht von der Hand zu weisen. Dieser Zusammenhang wurde bei alten türkischen Männern, bei indigenen amerikanischen Schülerinnen, bei russischen Nonnen, bei schwedischen Rekruten und von Francis Gal-

ton im 19. Jahrhundert bei Oxford-Studenten gefunden. In allen Altersgruppen und in allen Kontinenten zeigt sich diese Korrelation von etwa 0,4 zwischen Gehirngröße und Intellekt. Selbst innerhalb einer Familie hängen Intelligenz und Gehirngröße zusammen. Familien mit großen Gehirnen sind durchschnittlich etwas klüger als Familien mit kleinen Gehirnen. Innerhalb von Familien sind Babys mit einem großen Kopf im Durchschnitt klüger als ihre Geschwister, die mit einem kleineren Kopf geboren wurden.

Dieser letzte Befund ist wichtig. Erziehung, Ernährung, Bildung und sozioökonomische Schicht haben einen großen Einfluss auf die Intelligenz, vor allem im Jugendalter. Innerhalb von Familien wirken sich diese Faktoren in der Regel gleich aus, zumindest bei Familienmitgliedern des gleichen Geschlechts. Der Effekt der Gehirngröße auf den Intelligenzquotienten ist allerdings auch dann noch nachweisbar.

Die Veranlagung zu einem größeren Gehirn ist zu einem wesentlichen Teil erblich bedingt, und Wissenschaftler haben auch bereits eine Vorstellung davon entwickelt, welche Gene dabei eine Rolle spielen. Eineiige Zwillinge, die genau die gleichen Gene haben, verfügen über fast gleichgroße Gehirne, und auch ihre Intelligenz ist nahezu identisch. Die Korrelation zwischen den IQs solcher Zwillinge liegt im Durchschnitt bei 0,8, es besteht also ein sehr starker Zusammenhang.

In Minnesota ist in einer wissenschaftlichen Studie eine einzigartige Gruppe von dreiundneunzig eineiigen Zwillingen untersucht worden, die weit voneinander entfernt aufwuchsen. Es handelte sich um Zwillinge, die von einem Waisenhaus getrennt zur Adoption freigegeben wurden. Man dachte, dass ein Kind leichter zu vermitteln sei als zwei. So kamen diese eineiigen Zwillinge, die gewöhnlich sehr aneinander hängen, zu verschiedenen Adoptiveltern. Nur Zwillinge können wohl voll und ganz ermessen, wie grausam das ist. Einige waren so jung, dass sie sich später nicht mehr an ihren Zwilling Bruder oder ihre Zwillingsschwester erinnern konnten. Es erwies sich, dass innerhalb

dieser Gruppe genetisch identischer, aber getrennt aufgewachsener Zwillinge die Korrelation ihres IQs sehr hoch (0,78) war, fast so hoch wie zwischen eineiigen Zwillingen, die zusammen aufgewachsen waren.

Doch auch Umgebung und Erfahrung beeinflussen den IQ und die Gehirngröße. Wenn man eine anspruchsvolle Ausbildung durchläuft oder einen komplexen Beruf ausübt, wächst das Gehirn. Ältere Menschen können ihr Denkvermögen in Schwung bringen, indem sie die Anforderungen an sich selbst erhöhen und zum Beispiel eine neue Sprache oder ein neues Musikinstrument spielen lernen. Bei Kindern besteht eine starke Wechselwirkung zwischen erblicher Veranlagung und Umgebungsfaktoren. Intelligente Kinder (mit großen Gehirnen) suchen nach Situationen, in denen sie gefordert werden – was sie noch intelligenter macht. So entwickelt sich eine zirkuläre Stimulation von Gehirnwachstum und Intellekt.

Menschen sind im Allgemeinen in gewissen Proportionen gebaut; große Köpfe sitzen meistens auf großen Körpern. In einer Gruppe von 6235 amerikanischen Rekruten betrug die Korrelation zwischen Kopfgröße und Körpergröße 0,4. Die Körpergröße sagt also schon einiges über die Größe des Gehirns aus. Bedeutet das auch, dass größere Menschen durchschnittlich etwas intelligenter sind als kleinere Menschen? Das scheint tatsächlich der Fall zu sein! Wissenschaftler maßen die Körpergröße von zehntausend schottischen Schulkindern im Alter von sieben Jahren. Im Alter von elf Jahren legten diese Kinder eine Grundschulabschlussprüfung ab. Ihre Körpergröße im Alter von sieben Jahren korrelierte (mit 0,2) signifikant mit ihren Prüfungsergebnissen. In Schweden kam man zum gleichen Schluss: Man maß zunächst die Körpergröße bei 950 000 jungen Männern im Alter von achtzehn Jahren. Später stellte man fest, dass die Wahrscheinlichkeit, mit siebenundzwanzig Jahren eine gute Ausbildung abgeschlossen zu haben, bei denjenigen höher lag, die mit achtzehn schon größer waren. Die Körper-

größe ist also kein alles entscheidender Maßstab, aber sie steht durchaus in einem soliden Zusammenhang mit der Intelligenz.

Eine gute Ernährung spielt dabei sicherlich eine Rolle. Kinder, die unterernährt sind, erreichen weder ihre maximale Intelligenz noch ihre maximale Körpergröße. Glücklicherweise ist Unterernährung in unseren Gefilden selten. Vielleicht hat das schottische Ergebnis auch mit der Gehirnreifung zu tun, die wie das Körperwachstum stark von den Sexualhormonen abhängt. Doch die Korrelation zwischen Körpergröße und Intelligenzquotient bleibt auch innerhalb von Familien und auch über die Adoleszenz hinaus bestehen. Das verkompliziert den Zusammenhang zwischen Intelligenz und Gehirngröße. Sollten wir vielleicht die Körpergröße berücksichtigen, wenn wir den Gehirnumfang einer Person betrachten? Oder ist die Korrelation zwischen Gehirnumfang und Intellekt selbst interessanter?

Ich kenne die Antwort nicht. Es steht jedoch fest, dass beide Korrelationen, sowohl die normale Gehirngröße als auch die Gehirngröße in Relation zur Körpergröße offenbar in signifikantem Zusammenhang mit dem IQ stehen.

Der Zusammenhang zwischen Gehirngröße und IQ besteht nicht allein beim Menschen, er findet sich auch bei Hunden, Ratten, Vögeln und sogar Reptilien. Bei Affen hat man noch weitere interessante Zusammenhänge entdeckt. Affenarten mit größeren Gehirnen können in größeren Gruppen zusammenleben. Eine große Affengruppe ist viel stärker, und die Überlebenschancen innerhalb großer Gruppen ist höher. Aber die soziale Struktur ist kompliziert und erfordert gut entwickelte soziale Fähigkeiten. Nur Affenarten mit großen Gehirnen sind dazu in der Lage.

Affen und viele andere Säugetiere leben, ebenso wie der Mensch, nicht vereinzelt. In diesem Lichte besehen ist es auffallend, dass in den Standard-IQ-Tests keine sozialen Fähigkeiten gemessen werden. Auch Cito-Tests übergehen sie. Soziale Intelligenz ist jedoch ein sehr wichti-

ger Maßstab. Ob man sich innerhalb einer komplexen sozialen Struktur behaupten kann, ist für den beruflichen Erfolg und das Lebensglück des Einzelnen von entscheidender Bedeutung.

Lange bevor es Menschen gab, und auch lange vor den Säugetieren, bestand schon ein Zusammenhang zwischen Gehirngröße und IQ. Im Paläozoikum – vor 500 bis 250 Millionen Jahren, zu einer Zeit, als Pangaea (der ungeteilte Kontinent) noch bestand und sich die ersten Wirbeltiere und später auch Landtiere entwickelten – hatten die Tiere nur entsetzlich wenig Gehirn. Vor allem in Anbetracht ihres mitunter hohen Körpergewichts. Um völlig unterschiedliche Tierarten miteinander vergleichen zu können, verwendet man den Enzephalisationsquotienten (EQ). Dieser Wert wird berechnet, indem das Gewicht des Gehirns mit 0,12 multipliziert und dann durch das mit 0,67 multiplizierte Körpergewicht dividiert wird. Tiere aus dem Paläozoikum hatten einen durchschnittlichen Enzephalisationsquotienten von 0,001. Im Mesozoikum (vor 250 bis 60 Millionen Jahren) stieg dieser Wert langsam auf 0,1, um bis heute etwa 1 zu erreichen. Dieser Wert von 1 für den EQ ist für die meisten heute auf der Erde lebenden Tiere eine einigermaßen angemessene Schätzung. Der EQ des Menschen liegt weit höher, bei etwa 7 bis 8. Aber auch Affen, Wale und Delphine haben einen hohen EQ. Wie intelligent ein Wal genau ist, lässt sich nur schwer herausfinden – denn wie ließe sich das testen? Von seiner sozialen Intelligenz ganz zu schweigen. Sein enormes Gehirn lässt jedoch, selbst unter Berücksichtigung seines noch viel höheren Körpergewichts, vermuten, dass dieses Tier sehr intelligent sein könnte und vielleicht auch sehr sozial.

Wenn wir in der menschlichen Evolution zurückgehen, stellt das Wachstum des Gehirns darin die wichtigste Veränderung dar. Dadurch wurde der Schädel größer, und auch die Form des Kopfes veränderte sich. Unser Gehirn ist im Durchschnitt 30 Prozent größer als das des Homo erectus. Im Vergleich zum Homo habilis ist das Gehirn des Homo sapiens doppelt so groß, und gemessen an dem des Schimpan-

sen sogar dreimal so groß. Diese Zunahme der Gehirngröße ging Hand in Hand mit der Verwendung anspruchsvollerer Werkzeuge, dem Leben in größeren Gruppen mit einer komplexeren Sozialstruktur, der Einführung symbolischer Kommunikation und kultureller Ausdrucksformen wie Wandmalereien, Schmuck und bearbeiteten Gefäßen.

Im Laufe der Evolution, insbesondere wenn man die menschliche Evolution mit einbezieht, zeichnet sich eine starke und stetige Zunahme der Gehirngröße ab. Parallel dazu wurden die Tiere und Humanoiden auch immer intelligenter. Lässt sich daraus für das Gehirn folgern: Je mehr, desto besser?

Eine größere Gehirnmasse scheint tatsächlich große Vorteile zu haben. Damit kann man sich in größeren sozialen Gruppen behaupten, sie verkürzt die Reaktionszeit und macht es möglich, sich besser zu merken, wo Nahrung zu finden ist, Gefahr lauert oder Artgenossen anzutreffen sind. Damit lassen sich Impulse besser kontrollieren, man kann besser planen und organisieren. Es besteht sogar ein Zusammenhang zwischen einem größeren Gehirn und einer längeren Lebensdauer. Es gibt aber auch eine Kehrseite. Gehirne sind enorme Energiefresser. Das menschliche Gehirn macht nur 2 Prozent des Körpergewichts aus, verbraucht aber gut und gerne 20 Prozent der Energie. In Zeiten von Knappheit muss dem eine ganze Menge an zusätzlicher Nahrung korrespondieren, damit sich der Energieaufwand lohnt. Gorillas haben ein Gehirn, das nur 33 Prozent des menschlichen Gehirns wiegt, sie verbrauchen dafür 10 Prozent der Kalorien, die sie aufnehmen. Ein Gorilla verbringt etwa acht Stunden pro Tag mit Nahrungssuche und -aufnahme, um genügend Kalorien zu sich zu nehmen. Um ein so großes, energiefressendes Gehirn wie das des Menschen zu bekommen, kämen noch einmal 10 Prozent Energiekosten obendrauf, was die Gesamtzeit, die er für seine Futtersuche aufwenden müsste, unmöglich lang machen würde.

Dass diese zusätzliche Gehirnentwicklung bei den Hominiden, von

denen wir abstammen, dennoch gelungen ist, ist der Entdeckung des Feuers zu verdanken. Wahrscheinlich haben unsere entfernten Vorfahren seit dem Homo erectus gekocht. Dadurch ließ sich die Nahrung viel leichter kauen und besser verdauen. Zudem konnten sie aus der gleichen Nahrung mehr Energie gewinnen und benötigten daher viel weniger Zeit zur Nahrungssuche. Hätten wir Menschen nicht kochen gelernt, wäre es wohl höchst fraglich, ob unser Zugewinn an Intelligenz die Kosten für das energiefressende Gehirn aufgewogen hätte. Wahrscheinlich nicht.

Neben diesem zusätzlichen Energiebedarf bringt ein großes Gehirn noch weitere Nachteile mit sich. Es dauert länger, bis ein großes Gehirn ausgereift ist. Daher sind Jungtiere mit großen Gehirnen länger von ihren Eltern abhängig. Die Eltern können oft nur ein einziges Jungtier gleichzeitig versorgen, und die Fortpflanzung wird ausgesetzt, bis die Jungtiere sich selbst versorgen können. Die erfolgreiche Arterhaltung wird daher stark von der langsamen Reifung großer Gehirne beeinträchtigt.

Mütter von Säugetieren mit großen Gehirnen zahlen noch einen zusätzlichen Preis. Bei der Geburt muss der Kopf des Babys den Geburtskanal passieren. Ein dicker Kopf macht die Geburt für Mutter und Kind schmerzhaft, mühselig und riskant. Daher gibt es auch ein maximales Gehirnwachstum, das der Größe des weiblichen Beckens entspricht.

Wie bereits gesagt, ist die Gehirngröße nicht alles, worauf es ankommt. Es gibt zum Beispiel ziemlich dumme Nagetiere, deren Gehirn größer ist als das Gehirn ziemlich intelligenter Affen. Die Korrelation von Gehirngröße und IQ liegt im Durchschnitt bei 0,4. Es gibt also noch andere maßgebliche Faktoren. Einer davon ist die Zusammensetzung des Gehirngewebes. 50 Gramm Gehirngewebe liefert bei manchen Tierarten offenbar mehr Denkfähigkeit als bei anderen. Es macht einen Unterschied, wie viele und welche Art von Gehirnzellen pro Qua-

dratzentimeter Hirngewebe vorhanden sind. Dieses Gewebe besteht aus unterschiedlichen Zellen, die mehr oder weniger dicht beieinander liegen und mehr oder weniger stark miteinander verbunden sind. Je dichter die Gehirnzellen beieinander liegen und je mehr Nervenzellen im Verhältnis zu den Stützzellen vorhanden sind, desto intelligenter ist die Art.

Wie viele Zellen haben wir Menschen eigentlich in unserem Gehirn? Das ist nicht so einfach zu bestimmen. Bis in die achtziger Jahre betrachteten Forscher immer einen Teil des Gehirns scheinbarweise unter dem Mikroskop; sie zählten, wie viele Zellen pro Quadratzentimeter eines Scheibchens vorhanden waren. Der Wert, der sich daraus ergab, wurde dann mit der Anzahl der Scheibchen, aus denen das ganze Gehirn bestand, multipliziert. Diese Methode ist fehleranfällig.

Von 2005 an entwickelte die Gruppe von Suzana Herculano-Houzel, einer Neurowissenschaftlerin aus Rio de Janeiro, eine neue Methode: Sie kochten Gehirnsuppe. Es war eigentlich kein richtiges Kochen, eher ein Mixen, aber es entstand eine richtige Suppe, eine Art Gazpacho. Dazu muss innerhalb von vierundzwanzig Stunden nach dem Tod eines Menschen Formalin (eine Fixierflüssigkeit) durch die Hauptschlagadern in das Gehirn gepumpt werden. Dann wird das Gehirn entnommen und «homogenisiert»; am Küchenherd würde man diesen Vorgang wohl Pürieren nennen. Diese «Suppe» wird anschließend Milliliter für Milliliter durch einen Kernzähler geleitet, mit dem sich die Anzahl der im Gehirn ehemals vorhandenen Nervenzellen genau bestimmen lässt. Als Hirn-Fan finde ich es natürlich bedauerlich, dieses wunderschöne Organ durch den Mixer zu jagen, aber dank Suzana Herculano-Houzels Suppe verfügen wir heute über hervorragende Informationen.

Ein menschliches Gehirn enthält im Durchschnitt etwa 83 Milliarden Nervenzellen. Mein Freund und norwegischer Mentor, der Psychologe Kenneth Hugdahl, hat oft gescherzt, dass wir mehr Gehirnzellen

len in unserem Gehirn hätten als Norwegen Dollars auf der Bank. Aber da hat er sein Land unterschätzt; Norwegen hat weit mehr Dollars auf der Bank. Daher hat er seinen Text nun verändert: «Wir haben mehr Verbindungen in unseren Gehirnen als Norwegen Dollars auf dem Bankkonto.» Darauf ist Norwegen noch eine Antwort schuldig geblieben.

In dieser Suppe schwimmen aber nicht nur Nervenzellen, sondern auch «Gliazellen», also Stützzellen, die dafür sorgen, dass es den wertvollen Nervenzellen an nichts fehlt. Sie sorgen für Glukose, Sauerstoff, Schutz und Stabilität, und sie produzieren Wachstumsfaktoren, eine Art Flüssigdünger, für die Nervenzellen. Bis vor kurzem dachte man, dass auf jede Nervenzelle in unserem Gehirn etwa zehn Stützzellen kämen. Das habe ich in meinem Medizinstudium in den neunziger Jahren auch noch gelernt. Man dachte, unsere Nervenzellen seien eine Art Prinzessinnen auf einer Erbse, mit einer ganzen Heerschar von Lakaien, die ihnen zu Diensten sind. Doch diese Vorstellung ist falsch, auch wenn sie sich in einigen Lehrbüchern immer noch findet. Das Verhältnis ist ungefähr eins zu eins. Auch das wissen wir heute, dank Herculano-Houzel's Gehirnsuppe.

Das Großhirn, das wir als Hirnrinde oder Kortex bezeichnen, macht gut 80 Prozent des Gehirngewichts aus. Es enthält nur 19 Prozent der Nervenzellen, das viel leichtere Kleinhirn (das Zerebellum) hingegen 70 Prozent. Dieses Kleinhirn verfügt über relativ wenige Stützzellen; es ist eine ausgesprochen dichte Masse mit vielen Zellen pro Quadratzentimeter.

Die Hirnforschung konzentriert sich vor allem auf das Großhirn. Da sich gerade dieser Teil des Gehirns im Laufe der Evolution am stärksten verändert hat, sollte davon auszugehen sein, dass die meisten charakteristisch menschlichen Eigenschaften dort zu finden sind. Aber das ist noch fraglich. Vom Kleinhirn wissen wir noch nicht viel. Wir wissen zwar etwas über seine Rolle bei der Steuerung des motorischen Systems, aber über seine Rolle in Bezug zur Intelligenz wissen

wir bedauerlich wenig. Das Kleinhirn ist die Terra incognita des Gehirns.

Eine weitere Erkenntnis aus der Gehirnsuppenküche: Herculano-Houzel stellte fest, dass die Zahl der Nervenzellen pro Quadratzentimeter bei allen Primaten – im Gegensatz zu anderen Tieren – ungefähr gleich ist. Sie zeigte beispielsweise, dass das durchschnittlich 400 Gramm schwere Gehirn einer Kuh viel weniger Nervenzellen enthält als das 400 Gramm schwere Gehirn eines Schimpansen. Primaten beherrschen die Kunst, Nervenzellen so dicht nebeneinander zu packen, dass pro Quadratzentimeter Hirngewebe eine enorme Denkleistung generiert wird. Das erklärt auch, warum die Tiere mit den größten Gehirnen (Wale und Elefanten) nicht die allerintelligentesten sind. Sie haben weniger dicht verpacktes Hirngewebe und daher weniger Nervenzellen.

Für die Gehirngröße spielen nicht nur die Körpergröße und die Zelldichte eine Rolle, auch das Alter hat darauf großen Einfluss. Bei der Geburt wiegt unser Gehirn durchschnittlich an die 400 Gramm. In den ersten Lebensjahren wächst das Gehirn schnell, bis es im Alter von sechs Jahren ein Durchschnittsgewicht von 1200 Gramm erreicht. Da das Gehirn in der Kindheit so schnell wächst, ist in dieser Zeit eine gute Ernährung essenziell. Das bedeutet viel gute Fette aus Fisch, Nüssen und Samen, viel Obst und Gemüse. Nach dem sechsten Lebensjahr verlangsamt sich das Gehirnwachstum, im Alter von etwa fünfundzwanzig Jahren erreicht das Gehirn mit durchschnittlich 1450 Gramm sein maximales Gewicht. Danach nimmt es langsam wieder ab, und zwar um etwa zwei Gramm pro Jahr bis zu einem Alter von achtzig Jahren. In der letzten Lebensphase beschleunigt sich die Abnahme des Gehirngewichts.

Die Zunahme und die spätere Abnahme des Gehirngewichts verlaufen bei der grauen und weißen Substanz nicht gleich. Die graue Substanz erreicht bereits im Alter von vier Jahren ihr Maximum. Wäh-

rend die weiße Substanz, die hauptsächlich aus Fernverbindungen besteht, sich bis zum Alter von etwa fünfundzwanzig Jahren weiterentwickelt. Ab diesem Alter verringert sich die graue Substanz langsam, während die weiße Substanz noch sehr lange Zeit auf dem gleichen Niveau bleibt. Die Reduzierung der grauen Substanz wird durch eine Zunahme von Liquor in den Ventrikeln kompensiert, so dass der Schädel gut gefüllt bleibt und das Gehirn in unserem Kopf nicht herumswappt.

Im Laufe unseres Lebens bleibt eine Korrelation zwischen Gehirngewicht und Intellekt bestehen. Während der Kindheit und Jugendzeit nehmen sowohl das Denkvermögen als auch das Gewicht des Gehirns zu. Aber zwischen dem fünfundzwanzigsten und fünfundvierzigsten Lebensjahr verringern sie sich wieder. Ab dem fünfundvierzigsten Lebensjahr verläuft dieser Reduktionsprozess etwas schneller, um im Alter über achtzig richtig Fahrt aufzunehmen. Unsere Hardware nimmt mit dem Älterwerden ab, und das geht auf Kosten unseres Denkvermögens. Dieser Abbau des Gehirns beginnt schon früh, lange bevor wir mit altersbedingten Beschwerden zu kämpfen haben. Schon ab dem fünfundvierzigsten Lebensjahr verspüren viele Menschen etwas davon. Es dauert beispielsweise etwas länger, um auf ein Wort zu kommen. Oft handelt es sich dabei um schwierige Wörter, die man nicht so oft verwendet. Sie fallen uns zwar ein, aber erst nachdem wir sie eigentlich gebraucht hätten. Dabei handelt es sich (noch) nicht um den Verlust von Wörtern oder Wissen, doch die Zeit, die wir brauchen, um das Wort aus den Tiefen unseres Gehirns hervorzukramen, hat erheblich zugenommen.

Eine andere Funktion, die sich mit zunehmendem Alter deutlich verschlechtert, ist die Reaktionsgeschwindigkeit. Gleichwohl wird man als Akademiker nicht gebeten, mit fünfundvierzig Jahren in den Ruhestand zu gehen. Zum Glück. Denn man kann auch eine Menge kompensieren. Man gewinnt ständig an Erfahrung hinzu. Viele Probleme sind einem schon früher einmal begegnet und man hat sie

schon einmal bewältigt. Man muss also das Rad nicht ständig neu erfinden.

Bei Patienten, die an der Alzheimerkrankheit leiden, reduziert sich das Gehirnvolumen schneller als bei gesunden Menschen. Die Reduzierung des Hippocampusvolumens ist bei ihnen am auffälligsten. Sie ist im MRT, das zur Verbesserung der Alzheimer-Diagnose eingesetzt wird, gut zu erkennen. Die Verringerung des Volumens ist jedoch nicht auf den Hippocampus beschränkt. Auch die mit Liquor gefüllten Gehirnkammern werden größer. Die allgemeine Abnahme des Hirnvolumens bei Alzheimerpatienten korreliert mit der Schwere der Symptome: je stärker die Abnahme (das heißt je kleiner das Hirnvolumen), desto stärker die Beeinträchtigung des Denkvermögens. Die Auswirkungen des normalen Alterungsprozesses sind jedoch größer: In Bezug auf das Hirnvolumen ist der Unterschied zwischen einem gesunden Zwanzigjährigen und einem gesunden Siebzigjährigen viel größer als der Unterschied zwischen einem gesunden Siebzigjährigen und einem Siebzigjährigen mit Alzheimer.

Auch bei anderen Hirnerkrankungen wie Multiple Sklerose (MS), Schizophrenie und Parkinson ist eine Verringerung des Gehirnvolumens nachweisbar, die mit einer Reduzierung der geistigen Leistungsfähigkeit einhergeht. Je stärker der Verlust an Hirnvolumen, desto stärker die Beeinträchtigung des Denkvermögens. Dementsprechend korreliert auch im Laufe des menschlichen Lebens – ob nun mit oder ohne Hirnerkrankung – die Gehirngröße mit dem Denkvermögen.

Mehr Informationen zu diesem und vielen weiteren Büchern aus dem Verlag C.H.Beck finden Sie unter: www.chbeck.de