



Dies ist eine Leseprobe von Klett-Cotta. Dieses Buch und unser
gesamtes Programm finden Sie unter www.klett-cotta.de



Aileen Burford-Mason

Was das Gehirn essen will

Mentale Power durch
richtige Ernährung

Aus dem Amerikanischen
von Maren Klostermann

Klett-Cotta

Klett-Cotta

www.klett-cotta.de

Die Originalausgabe erschien unter dem Titel »The Healthy Brain. Optimize
Brain Power at any Age« im Verlag HarperCollins Publishers Ltd, Toronto

© 2017 by Aileen Burford-Mason

Für die deutsche Ausgabe

© 2018 by J. G. Cotta'sche Buchhandlung

Nachfolger GmbH, gegr. 1659, Stuttgart

Alle deutschsprachigen Rechte vorbehalten

Printed in Germany

Cover: Rothfos & Gabler, Hamburg

unter Verwendung von Fotos von © shutterstock

Gesetzt von C.H.Beck.Media.Solutions, Nördlingen

Gedruckt und gebunden von CPI – Clausen & Bosse, Leck

ISBN 978-3-608-96269-7

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind
im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar

Dem Andenken meiner Freundin und Mentorin
Dr. Ursula Martius Franklin (1921–2016)

Wir ertrinken in Information und dürsten nach Einsicht. Die Welt der Zukunft wird von Synthetisierern beherrscht werden, von Menschen, die in der Lage sind, sich die richtige Information zur richtigen Zeit und mit den richtigen Mitteln zu beschaffen, sie kritisch zu überdenken und dann einsichtige Entscheidungen zu treffen.

*E. O. Wilson
Die Einheit des Wissens*

Inhalt

Einleitung	11
Teil 1 Das Gehirn – eine Betriebsanleitung	
1 Eine Zeitreise	21
2 Veranlagung oder Umwelt?	42
3 Der Zusammenhang zwischen Ernährung und Kognition	63
4 Vitamine, Mineralstoffe und Hirnfunktion.....	81
Teil 2 Wenn das Gehirn streikt	
5 Alzheimer und Demenz: unsere größten Ängste	107
6 Wie das Gehirn auf Stress reagiert	131
7 Hirnverletzungen: Trauma und Schlaganfall	152
Teil 3 Zurück zum Anfang	
8 Gehirn im Aufbau: Ernährung und Schwangerschaft	175
9 Supplemente und Schwangerschaft	192
10 Vorgeburtliche Planung: eine Checkliste.....	211
Teil 4 Wie das Gehirn ein Leben lang hält	
11 Das lernende Gehirn: Ernährung und schulischer Erfolg	227
12 In der Arbeitswelt	242
13 Was tun, wenn das Gedächtnis versagt?.....	263

Teil 5 Strategieplanung	
14 Kaufen mit Köpfchen: kostenbewusste Entscheidungen im Lebensmittelladen	285
15 Supplement-Protokolle.....	304
Anhang Obst- und Gemüse-Tagebuch.....	331
Danksagung	335
Anmerkungen	336
Register	365

Einleitung

Wenn das menschliche Gehirn so schlicht wäre,
dass wir es verstehen könnten, wären wir so schlicht,
dass wir es nicht könnten.

*Emerson M. Pugh in G. E. Pugh,
The Biological Origin of Human Values*

Man kann heute kaum noch eine Zeitung oder Zeitschrift aufschlagen, ohne auf einen Artikel über den angegriffenen Zustand unserer kollektiven psychischen Gesundheit zu stoßen. Autismus bei Kindern nimmt zu; immer mehr Jugendliche nehmen sich das Leben; Angststörungen und Depressionen sind zu Volkskrankheiten geworden. Die Angehörigen der Baby-Boom-Generation müssen die erschreckende Möglichkeit in Betracht ziehen, in nicht allzu ferner Zukunft dement zu werden. In Kanada wird einer von fünf Menschen im Laufe seines Lebens eine psychische Erkrankung entwickeln.

In anderen Berichten wird beklagt, dass unsere Nahrungsmittel immer schlechter werden und eine falsche Ernährung zu der enormen Belastung beiträgt, die unsere durch chronische Krankheiten strapazierten Gesundheitsbudgets bewältigen müssen. Doch nur selten wird in den Medienberichten eine Verbindung zwischen der sich verschlechternden mentalen Gesundheit und unserem Essen hergestellt. Als das stoffwechselaktivste Organ unseres Körpers hat das Gehirn einen zehnmals höheren Nährstoffbedarf als alle anderen Organe. Es ist daher das erste Organ, das schwächelt, sobald es zu einer Unterversorgung mit Nährstoffen kommt. Einige Störungen in der Hirnchemie sind vorübergehend und reversibel. Wenn wir zum Bei-

spiel zu lange nichts gegessen haben und unser Blutzuckerspiegel fällt, lässt unsere Konzentration nach. In diesem Fall ist leicht Abhilfe zu schaffen: Wir müssen einfach nur etwas essen. Was das Gehirn jedoch nicht aushält, ist eine kontinuierliche Unterversorgung mit den Nährstoffen, die es braucht – mit den unabdingbaren Bestandteilen der Nahrung, die es am Laufen halten.

Laut Weltgesundheitsorganisation sind inzwischen weltweit 47,5 Millionen Menschen von Demenz betroffen, und durch die steigende Lebenserwartung werden die Zahlen weiter in die Höhe schießen.¹ In Kanada zeigen Statistiken der Alzheimer-Gesellschaft, dass mehr als eine halbe Million Menschen unter der Krankheit leiden und jedes Jahr 25 000 neue Fälle hinzukommen.² Wissenschaftler räumen jetzt allerdings ein, dass Demenz keine unausweichliche Begleiterscheinung des Alterungsprozesses ist. Sie ist eine Lifestyle-Erkrankung, und die Hauptrisikofaktoren sind schlechte Ernährung und mangelnde Bewegung. Medikamentöse Behandlungsansätze haben sich bislang als spektakuläre Fehlschläge erwiesen, was bedeutet, dass unsere beste Option darin besteht, präventiv Maßnahmen gegen den Ausbruch der Demenz zu ergreifen.

Derzeitige Anstrengungen zielen auf Personen, die an der Schwelle zur Krankheit stehen, also auf Menschen im mittleren Lebensalter, die gedrängt werden, das Rauchen aufzugeben, weniger Alkohol zu trinken, täglich Sport zu treiben und sich gesünder zu ernähren. Doch wenn wir wollen, dass unser Gehirn ein Leben lang funktioniert, müssen wir schon viel früher beginnen. Genaugenommen wird das Leistungsvermögen unseres Gehirns zu einem Gutteil bereits *in utero* festgelegt – in den neun Monaten vor unserer Geburt. Wie andere Alterserkrankungen auch ist Demenz möglicherweise eine Spätfolge der Unterernährung in früheren Lebensstadien, wobei die Schwangerschaft eine Phase erhöhter Anfälligkeit darstellt.

Auch wenn wir die Ernährung, die wir vor der Geburt erhalten, nicht beeinflussen können, lässt sich die Leistungsfähigkeit jedes Gehirns durch die richtige Ernährungsweise und angemessene Nahrungsergänzung steigern. Ungeachtet unserer frühen Ernährungsge-

schichte gibt es viele Möglichkeiten, die Hirnleistung in späteren Lebensstadien zu fördern. Wir können den genetischen Einfluss unseres ernährungsbezogenen Erbes durchaus überwinden. Umgekehrt wird auch das intelligenteste Gehirn leiden, wenn es langfristig zu wenig von den Nährstoffen erhält, die es für seine Funktion braucht. Ganz gleich, mit wie viel Grips wir auf die Welt kommen, wird das Gehirn nicht ein Leben lang durchhalten, wenn wir es nicht anständig füttern.

Berücksichtigt man zudem die Hinweise darauf, dass Stress und intensive geistige oder körperliche Anstrengung den Bedarf an bestimmten Nährstoffen drastisch erhöhen, laufen wir alle Gefahr, von Zeit zu Zeit unter Nährstoffdefiziten zu leiden. Viele Menschen zwingen ihr Gehirn zu harter Arbeit und versagen ihm gleichzeitig die Versorgung, die es benötigt, um effizient zu funktionieren. Man denke an den Studenten, die ehrgeizige Führungskraft, den Sportler oder den »Wochenendkrieger«. Sie alle bleiben vielleicht unter ihren Möglichkeiten, weil ihnen Eiweiß, Vitamin C oder Magnesium fehlen. Wie Sie in diesem Buch sehen werden, können sowohl ein hart arbeitender Körper als auch ein aktives Gehirn von der Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln profitieren.

Eine Autobahnbrücke, die nicht regelmäßig kontrolliert und gewartet wird, wird wahrscheinlich irgendwann in sich zusammenbrechen, und gefährliche Betonbrocken werden auf die darunter hindurchfahrenden Autos stürzen. Auch beim Gehirn können wir nicht davon ausgehen, dass es ohne anständige Wartung und kontinuierliche Aufmerksamkeit, die sich auf seinen Nährstoffbedarf richtet, ordentlich funktioniert. Der kumulative Effekt einer jahrelangen falschen Ernährung führt schließlich zum Kollaps des Gehirns.³

Die Medizin steht im 21. Jahrhundert vor einem Dilemma. Obwohl eine schlechte Ernährung zum Anstieg von Fettleibigkeit, Diabetes und Herzerkrankungen führt, wird in der medizinischen Ausbildung wenig Gewicht auf dieses Thema gelegt. Im Durchschnitt erhalten Studenten während des Medizinstudiums kümmerliche 19,6 Stunden Unterricht in Ernährung.⁴ Folglich entsprechen die Ernährungs-

kenntnisse vieler Ärzte bei Abschluss des Studiums denen eines Highschool-Schülers. Zwischenzeitlich explodiert der gesamte Bereich der Ernährungsforschung. Die Forschungsliteratur ist inzwischen so umfangreich und komplex, dass es einen regelrechten Kraftakt bedeutet, die Wissenslücke zwischen jenen, die sich über Entwicklungen auf dem Laufenden halten, und jenen, die es nicht tun, zu schließen.

Doch obwohl Ärzte die Bedeutung der Ernährung für die Gesundheit ignorieren, haben die Patienten ihre Hausaufgaben gemacht und sich selbst via Internet aufgeklärt. Viele sind über neueste Forschungsergebnisse besser informiert als ihre Ärzte. Häufig finden sie eigenständig heraus, dass sich unerklärte Symptome, die sie an sich bemerken, durch eine Ernährungsumstellung und Nahrungsergänzungsmittel beheben lassen. Kein Wunder, dass diese Patienten frustriert sind, wenn die Rolle der Ernährung bei ihrer Behandlung ignoriert wird – wenn ihr Arzt die Forschungsdaten, die bedeutsam für ihre Therapie sind, entweder gar nicht kennt oder als irrelevant abtut.

Die berufliche Ausbildung von Ernährungsberatern ist ein weiteres Problem, da sie derzeit auf der Vorstellung gründet, dass eine ergänzende Aufnahme von Vitaminen in Form von Supplementen nicht notwendig sei. Wenn wir gut essen, so heißt es, sind wir gesund: Wer die offiziellen Richtlinien für eine gesunde Ernährung befolgt, erhält alle wichtigen Nährstoffe, die er braucht. Staatliche Statistiken in Kanada und den USA zeigen jedoch, dass eine Unterversorgung mit zentralen Nährstoffen in der Bevölkerung weit verbreitet ist, sogar bei Menschen, die sich gesund zu ernähren glauben.⁵ In Kanada kam ein Senatsausschuss zu dem Ergebnis, dass die offiziellen Ernährungsrichtlinien des kanadischen *Food Guide* einer umfassenden Überarbeitung bedürfen und keine solide Anleitung für eine gesunde Ernährung bieten: »Kanadas Food Guide ist bestenfalls ineffektiv und schlimmstenfalls förderlich für den Anstieg der Fettleibigkeit und der ernährungsbezogenen chronischen Krankheiten in Kanada.«⁶

Seit den Anfängen der Vitaminforschung ist klar, dass sich der Be-

darf an einzelnen Nährstoffen von Mensch zu Mensch – häufig extrem – unterscheidet. In dem 1959 erschienenen *Heinz Handbook of Nutrition* heißt es zum Beispiel: »In Anbetracht des heutigen genetischen und physiologischen Erkenntnisstands ist das typische Individuum wohl eher eine Person, die im Hinblick auf viele essenzielle Nährstoffe einen durchschnittlichen Bedarf hat, aber in Bezug auf einige wenige essenzielle Nährstoffe auch einen Bedarf zeigt, der alles andere als durchschnittlich ist.«⁷

Ist es eine überholte Vorstellung, dass jeder von uns seinen ganz eigenen, einzigartigen Vitaminbedarf hat? Ist es in Ordnung, zu glauben, dass die derzeit offiziell sanktionierten und empfohlenen Tagesdosierungen für Vitamine (RDA, Recommended Daily Allowance) allen Bedürfnissen gerecht werden? Nein. Im Gegenteil. Neu entstehende Wissenschaften zeigen, dass wir, wenn überhaupt, unterschätzt haben, wie individuell wir sind, was die Nährstoffbedürfnisse betrifft. Eine ganze Reihe neuer Disziplinen wie Nutrigenomik, Metabolomik und viele andere »-omiken« bestätigt, was wir seit Jahrzehnten wissen: Es gibt keine allgemeingültige Regel (oder Mengenangabe) für alle.

Um diese neuen Disziplinen zu verstehen, muss man sich gut in den komplexen Zusammenhängen von Biochemie, Genetik und Ernährung auskennen. In einem Bericht wurde kürzlich konstatiert: »Selbst gut ausgebildeten Spezialisten fällt es häufig schwer zu erkennen, wie relevant diese Disziplinen für praktische Präventionsmaßnahmen sind, durch die man die Gesundheit optimieren, Krankheitsausbrüche verzögern und den Schweregrad von Krankheiten verringern kann.«⁸ Wie sollen dann erst Laien, die keine ernährungswissenschaftlichen Fachkenntnisse besitzen und nichts von der rasant voranschreitenden Forschung wissen, die Relevanz verstehen?

Ernährungsrichtlinien in allen Industrieländern haben es vermieden, sich mit dieser unbequemen Wahrheit auseinanderzusetzen. Stattdessen wird eine einzige Aufnahmemenge für jeden Nährstoff empfohlen und als allgemeingültiger Wert festgesetzt – mit geringfügigen Abwandlungen für Männer und Frauen und für unterschiedli-

che Altersgruppen. Doch die derzeitigen Empfehlungen gehen nicht nur weit an den Nährstoffbedürfnissen der meisten Menschen vorbei, sondern sind tatsächlich für alle suboptimal.

Auch wenn dieses Buch weder ein Lehrbuch über das Gehirn noch ein Ernährungsratgeber ist, möchte es dennoch zeigen, wie Gehirn und Ernährung zusammenwirken. Letztendlich sind alle Teile des Gehirns aufs Engste miteinander verknüpft und arbeiten harmonisch zusammen, um Stimmungen, Fokus und Aufmerksamkeit zu steuern. Alle sind an der Gedächtnisbildung sowie der Speicherung und dem Abruf von Erinnerungen beteiligt. In ähnlicher Weise müssen auch alle essenziellen Nährstoffe jederzeit in optimalen Mengen und in einem ausgewogenen Verhältnis im Körper vorhanden sein. Es gibt keine einzelne Nährstoff-Wunderpille.

Das klingt jetzt vielleicht kompliziert, aber das vorliegende Buch erklärt Schritt für Schritt, wie Sie Ihre Ernährung umstellen und angemessene Nahrungsergänzungsmittel auswählen können. Der sofortige Lohn für die Anwendung dieser Strategien ist ein merklicher Anstieg der Gehirnvitalität – eine Verbesserung der Stimmung, Konzentration, Kreativität und beruflichen Arbeitsleistung sowie der Fähigkeit, das Leben zu genießen, gut zu schlafen und Stress erfolgreich zu bewältigen. Und auf lange Sicht haben sich die Ernährungsumstellungen, die ich beschreibe, als besonders vielversprechend erwiesen, um vor der Alzheimer-Krankheit und anderen Formen der Demenz zu schützen.

Noch eine letzte Bemerkung: Leser, die mit aktuellen Trends in der Hirnforschung vertraut sind, wissen vermutlich um das rege Interesse am »Mikrobiom« – den vielen Billionen Mikroben, die in und auf unserem Körper leben. In den ersten Lebensstagen werden wir durch eine riesige Sammlung von Mikroorganismen besiedelt – von Bakterien, Viren und Pilzen. Obwohl das individuelle Darm-Mikrobiom bei jedem Menschen relativ stabil ist, treten Veränderungen auf, wenn wir anhaltendem Stress oder Medikamenten wie Antibiotika oder den Stoffen einer Chemotherapie ausgesetzt sind. Auch in Reaktion auf eine schlechte Ernährung, Magen-Darm-Erkrankun-

gen und Reiseaktivitäten kann es schnell zu Verschiebungen beim Mikrobiom kommen.⁹

Veränderungen in der Zusammensetzung und Vielfalt dieser Mikroben beeinflussen nachweislich unsere Anfälligkeit für Herzerkrankungen, Autoimmunerkrankungen, Gewichtszunahme, das metabolische Syndrom und Typ-2-Diabetes. Da das Mikrobiom im Darm mit dem zentralen Nervensystem interagiert, wirkt es sich auch auf unsere Hirnfunktion aus. Wir wissen, dass ein gesundes Mikrobiom eine wesentliche Rolle für die normale Hirnentwicklung in der frühen Kindheit spielt. Die Hirnfitness des Erwachsenen wird ebenfalls beeinflusst: Die Forschung fängt an, Zusammenhänge zwischen dieser größtenteils verborgenen Welt der Mikroben und dem Angst- und Depressionsniveau und sogar Störungen wie Autismus, bipolarer Störung und Schizophrenie herzustellen.

Zur Zeit ist noch nicht ganz klar, wie wir diese komplexen mikrobiellen Gemeinschaften beeinflussen können. Es bedarf noch vieler weiterer Forschungsanstrengungen, bevor wir genau wissen, wie man sie für eine Verbesserung der mentalen und physischen Gesundheit nutzbar machen kann. Aus diesem Grund halte ich es für verfrüht, das Thema Mikrobiom in diesem Buch ausführlich zu erörtern. Doch wir sollten dranbleiben! Dieser komplexe Bereich schreitet in rasantem Tempo voran.

Teil 1

Das Gehirn – eine Betriebsanleitung

1. Kapitel

Eine Zeitreise

Ich, George Bush, Präsident der Vereinigten Staaten von Amerika, erkläre hiermit die Dekade, beginnend am 1. Januar 1990 zum Jahrzehnt des Gehirns. Ich rufe alle öffentlich Bediensteten und das Volk der Vereinigten Staaten dazu auf, es durch entsprechende Programme, Zeremonien und Aktivitäten zu begehen.

Es ist der 17. Juli 1990. Im Weißen Haus hat George H. W. Bush gerade die Präsidentielle Proklamation Nr. 6158 unterzeichnet, die das Jahrzehnt, das am 1. Januar 1990 begonnen hat, zum Jahrzehnt des Gehirns ausruft. In den vorangehenden 15 Jahren hat die bildgebende Technik zur Darstellung des Gehirns bahnbrechende Fortschritte gemacht. Es ist jetzt möglich, in ein lebendes Gehirn hineinzuschauen und Bilder davon zu machen, wie es arbeitet. In Anbetracht dieser innovativen Technik ist die Zeit reif für eine große politische Geste – eine Initiative, die einen nie dagewesenen Strom von staatlichen und privaten Geldern in die Hirnforschung fließen lassen wird.

Die neue Initiative findet großen Anklang. Ärzte erhoffen sich von den substantiellen Finanzspritzen für die Hirnforschung, dass man besser versteht, was bei einer Vielzahl von psychischen Störungen falsch läuft – von Depression und Autismus bis zu Schizophrenie, Epilepsie, Drogensucht und Demenz –, und dass man neue und verbesserte Behandlungs- und Präventionsmethoden entwickeln wird. Und da psychische Krankheiten einen substantiellen und wachsenden Teil der Gesundheitskosten verursachen, gehören auch staatliche

Stellen und Gesundheitsökonomen zu den eindeutigen Befürwortern dieses Programms.

Für den Rest von uns markiert dieses Jahrzehnt den Beginn einer anhaltenden Begeisterung für die Hirnforschung. Verglichen mit der gesamten früheren Geschichte verdoppelt sich im Jahrzehnt des Gehirns das Wissen um das Gehirn und seine inneren Mechanismen. Die Medien berichten begeistert und häufig sensationsheischend von neuen Forschungsergebnissen. Wissenschaftler reagieren auf das gestiegene Medieninteresse, indem sie populärwissenschaftliche Bücher verfassen, in denen sie ihre hochtechnologische Arbeit erklären – Bücher, die wiederum ein besser informiertes Laienpublikum schaffen, das begierig auf weitere Erkenntnisse wartet.

Unsere Neugier ist geweckt. Wie steuert das Gehirn unsere Handlungen, Gedanken und Gefühle? Können diese neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse uns klüger machen oder den Verlauf einer lebenslangen Depression oder Angststörung verändern? Werden wir endlich ansatzweise verstehen, was im Kopf eines geliebten Freundes oder Familienangehörigen vor sich ging, der sich das Leben nahm? Kann die wachsende Sammlung der Informationen über das Gehirn und seine Mechanismen vielleicht dazu beitragen, dass wir endlich verstehen, was den Menschen ausmacht?

Die Kommandozentrale

Das Bestreben, das menschliche Gehirn zu verstehen und zu begreifen, wie es unsere physische und psychische Funktionsweise steuert, ist so alt wie die dokumentierte menschliche Geschichte. Die alten Griechen verstanden wenig von grundlegender Hirnphysiologie und –anatomie, und die Argumente ihrer Zeit waren hauptsächlich philosophischer Art: Welcher Teil des Gehirns beherbergt den »gesunden Menschenverstand«? Welche Bereiche steuern Erinnerung, Vernunft und Vorstellungskraft? Welche Beziehung besteht zwischen Kopf und Herz, Geist und Seele? Wo sitzt die Seele?

Hippokrates (460-um 370 v. Chr.) glaubte, das Gehirn sei der Sitz

der Intelligenz und zuständig für all unsere Sinne. »Die Menschen sollten wissen, dass aus nichts anderem als dem Gehirn Freuden, Wonnen, Gelächter, Spott sowie Kummer, Leid, Verzweiflung und Wehklagen hervorkommen«, erklärte er. Doch nicht allzu lange danach setzten sich die Ansichten eines anderen prominenten und einflussreichen Griechen durch: Nach Auffassung von Aristoteles (384–322 v. Chr.) und seiner Anhänger bestimmt nicht das Gehirn, sondern das Herz über unser innerstes Wesen: Unsere Intelligenz entspringe einzig dem Herzen, das Gehirn sei lediglich ein Kühlsystem, nützlich nur als eine Art Sicherheitsventil für die aufwallende Hitze, die von unserem heißen Herzen produziert werde.

Überflüssig für die Reise

Die alten Ägypter legten ebenfalls wenig Wert auf das Gehirn. Wie viele frühe Zivilisationen konservierten die Ägypter die Körper von Verstorbenen durch Mumifizierung. Sie glaubten, dass der Körper im Leben nach dem Tod wieder auferstehen würde, deshalb musste er so perfekt wie möglich erhalten bleiben.

Der Mumifizierungsprozess war aufwändig und langwierig. Zuerst wurden die inneren Organe entnommen, weil sie schnell verweseten, und gesondert einbalsamiert. Das einzige Organ, das völlig unberührt im Körper belassen wurde, war das Herz. Da es als Sitz des Geistes und der Empfindungen galt, wurde ihm eine entscheidende Bedeutung für das Leben nach dem Tod zugeschrieben. Dann wurde der Körper, zusammen mit dem unangetasteten Herzen, entwässert und einbalsamiert. Die anderen inneren Organe wurden später an ihren ursprünglichen Platz zurückgesetzt und der Körper mit zahlreichen Schichten von Leinenbahnen umwickelt. Zwischen die Schichten steckte man Amulette, um den Körper auf seiner Reise ins Jenseits zu schützen.

Das einzige Organ, das im Laufe dieses Prozesses, entsorgt wurde, war das Gehirn. Die alten Ägypter waren überzeugt, dass sie im Leben nach dem Tod ausgezeichnet ohne Gehirn auskommen würden.

Abkehr vom Aberglauben

Die Blütezeit des Islam (vom 7. bis zum 13. Jahrhundert) brachte viele neue Ideen in Technik und Medizin hervor, und an die Stelle fantasievoller Spekulationen trat allmählich ein eher systematischer und wissenschaftlicher Ansatz zur Entschlüsselung des Gehirns und seiner Geheimnisse. Der bedeutende arabische Arzt und Wissenschaftstheoretiker Alhazen (965–1040), der vor allem dafür bekannt ist, dass er beschrieben hat, wie das Auge Bilder ans Gehirn übermittelt, vertrat als Erster die Auffassung, dass alle Theorien über die Funktionsweise des Gehirns verworfen werden sollten, wenn sie nicht durch Beobachtungen und Experimente belegt werden könnten. »Der Wahrheitssuchende ist nicht jeder, der die Schriften der Alten studiert und, seiner natürlichen Neigung folgend, sein Vertrauen in sie setzt, sondern der, welcher seinem Vertrauen in sie misstraut und fragt, was er aus ihnen gewinnt, der, welcher sich Argumenten und Nachweisen unterwirft, nicht aber den Aussagen von Menschen, deren Natur mit allen möglichen Unvollkommenheiten und Mängeln behaftet ist«, schrieb er.

Das war der Anfang dessen, was wir heute als wissenschaftliche Methode bezeichnen.

Während der Renaissance waren viele Wissenschaftler gleichzeitig begnadete Künstler. Als akribische Leichensektionen allmählich immer mehr Details der menschlichen Anatomie enthüllten, musste jede neue Entdeckung dokumentiert und illustriert werden. So floierten Kunst und Wissenschaft Seite an Seite. Das berühmteste Beispiel für die Verbindung von Kunst und Wissenschaft ist der Maler und Erfinder Leonardo da Vinci (1452–1519). Da Vinci war Autodidakt, betrieb zunächst intensive Studien der Physiologie und Anatomie, um den Aufbau des menschlichen Körpers in seinen Gemälden möglichst naturgetreu darstellen zu können. Doch er interessierte sich auch für den Aufbau des Gehirns und fertigte detaillierte und wunderschöne Zeichnungen davon an.

Zu dieser Zeit erhielten die verschiedenen Teile des Gehirns be-

stimmte Bezeichnungen, die wir bis heute benutzen. Das Cerebrum (lateinisch für »Gehirn«), das vorn im Schädel sitzt, nimmt etwa zwei Drittel der Gesamtmasse des Gehirns ein. Es besteht aus der rechten und der linken Hemisphäre und steuert höhere Hirnfunktionen wie Denken und Handeln. Das Cerebellum (lateinisch für »Kleinhirn«) sitzt hinten im Schädel und steuert Bewegung und Gleichgewicht. Die Medulla oblongata liegt vor dem Cerebellum und reguliert die unwillkürlichen Vorgänge im Körper, wie Blutdruck, Herzschlag, Verdauung und Atmung.

Wenn Falten etwas Gutes sind

Zu den frühesten und bekanntesten Lehrbüchern der Anatomie gehört das 1543 erschienene *De humani corporis fabrica* (Über den Bau des menschlichen Körpers) von Andreas Vesalius. In diesem Werk wurde erstmals klar zwischen zwei verschiedenen Arten von Hirngewebe unterschieden, die eine unterschiedliche Färbung aufwiesen, nämlich zwischen der grauen Substanz oder der äußeren Schicht des cerebralen Cortex und der inneren weißen Substanz.

Dieser Text umfasst auch die ersten korrekten Zeichnungen von der Oberfläche des Gehirns – von den vielen in Furchen (Sulci) und Windungen (Gyri) verlaufenden Falten auf der Außenseite. Die frühen Anatomen hatten diese Hirnwindungen für etwas Willkürliches gehalten, vergleichbar mit den wurmartigen Schlingen des Darms, die aus dem Bauch quollen, wenn sie ihn aufschnitten. Vesalius selbst hielt diese Erhebungen und Täler für nichts Besonderes: »Am Gehirn des Menschen ist nichts Ungewöhnliches, und diese Windungen, die in seiner Substanz auftauchen, finden sich auch im Gehirn von Esel, Pferd, Ochse und anderen Tieren, die ich untersucht habe.«

Ende des 16. Jahrhunderts jedoch war klar, dass sich Vesalius in dieser Hinsicht geirrt hatte. Die Oberflächenwindungen sind weder etwas Zufälliges noch lose Schlingen, sondern fest verbunden mit den tieferen Teilen des Gehirns. Und sie sind bei den höheren Säugetieren tatsächlich umfangreicher als bei anderen Tieren. Vergleicht

man die Gehirne verschiedener Spezies, wird das Faltenwerk mit zunehmender Größe des Cerebellums immer komplexer. Alte Stiche aus jener Zeit zeigen eine klare evolutionäre Weiterentwicklung: Das Bibergehirn ist glatt, das Fuchsgehirn hat fünf Windungen, das Gehirn des Pferdes hat mehr Vertiefungen als das des Schafes und das Elefantengehirn mehr als das des Pferdes. Doch kein Gehirn im Tierreich weist komplexere Windungen auf als das menschliche.

Dellen, Knubbel und Persönlichkeit

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts war der Name des deutschen Anatoms Franz Joseph Gall (1758–1828) in aller Munde. Ausgebildet in Anatomie und Sektion entdeckte er als Erster die Hirnnerven – zwölf Nervenpaare, die direkt aus dem Gehirn entspringen. Einige dieser Nerven, so zeigte er, steuern Sinnesorgane, andere kontrollieren Muskeln, und wieder andere sind mit Drüsen oder inneren Organen wie Herz oder Lunge verbunden. Diese Entdeckung war ein wichtiger und dauerhafter Beitrag, den Gall zu der entstehenden Wissenschaft der Neurologie leistete.

Doch Galls Erforschung der Hirnnerven war nicht das, was die größte Aufmerksamkeit erregte – was ihn vielmehr berühmt und in der breiten Öffentlichkeit ungeheuer populär machte, war seine Lehre der Phrenologie. Nach Galls Theorie war das Gehirn kein einzelnes Organ, sondern setzte sich aus vielen verschiedenen Organen zusammen, die alle ihren bestimmten Platz in den Windungen des Gehirns hatten und jeweils für unterschiedliche Empfindungen und mentale Funktionen zuständig waren. Weil die Form des Schädels den Windungen des Gehirns folgte, so Galls Überzeugung, konnte man die Größe und Form des Schädels – seine Dellen, Knubbel und Vertiefungen – nutzen, um bestimmte Charaktereigenschaften und geistige Stärken und Schwächen zu ermitteln.

Gall untersuchte die Köpfe von Personengruppen, die seiner Ansicht nach für gesellschaftliche Verhaltensextreme standen – Kriminelle und Geistliche zum Beispiel – und kartographierte die Regio-

nen, die seines Erachtens bestimmte Eigenschaften wie Hinterlist und Kriminalität, Ehrlichkeit und Pflichtbewusstsein und sogar künstlerische Begabungen wie Musikalität steuerten. Das gegenseitige Abtasten und Deuten von Schädeldellen und -knubbeln wurde zu einer beliebten Freizeitbeschäftigung – zum sonntäglichen Gesellschaftsspiel. Sogar Queen Victoria soll einen Phrenologen eingeladen haben, der die Köpfe ihrer zahlreichen Kinder in Augenschein nehmen und so Erkenntnisse über ihre Talente und Charaktermerkmale gewinnen sollte.

Mitte des 19. Jahrhunderts war die Phrenologie zu einem Big Business geworden, insbesondere in den USA, wo Phrenologie-Institute in den meisten größeren Städten gegründet wurden. Phrenologen behaupteten, sie könnten Krankheiten diagnostizieren und das künftige Krankheitsrisiko berechnen. Paare nutzten die »Schädellehre«, um vor der Ehe ihre Verträglichkeit testen zu lassen, und Unternehmen, um Stellenbewerber zu überprüfen. Es wurde sogar vorgeschlagen, dass Politiker durch Phrenologen begutachtet werden sollten, bevor sie sich um ein öffentliches Amt bewarben. Aus jener Zeit stammen einige heute noch gebräuchliche Ausdrücke wie »Denkerstirn«, oder »Du solltest mal deinen Kopf untersuchen lassen«.

Der Niedergang der Phrenologie und die Geburtsstunde der Psychologie

Das einzige Problem war, dass Gall trotz seiner ganzen Sezierfähigkeiten kein guter Wissenschaftler war. Bei seiner ursprünglichen Arbeit war er höchst selektiv vorgegangen, hatte nur von denjenigen Personen berichtet, die seine Theorien bestätigten, und war über alle Gegenbeweise hinweggegangen. Der französische Physiologe Marie-Jean-Pierre Flourens (1794–1867) übte öffentlich Kritik an Galls Theorien, die er für eine Täuschung der Öffentlichkeit und eine Pseudowissenschaft hielt. Er wurde schließlich von Napoleon Bonaparte beauftragt, Galls populäre Theorien zu überprüfen. Flourens wider-

legte Galls Thesen durch Tierversuche, und die Phrenologie wurde als Hokuspokus entlarvt.

Letztendlich führten die öffentlichen Streitigkeiten über die Phrenologie und über den Zusammenhang zwischen Schädelform und Hirnfunktion allerdings dazu, dass Wissenschaftler noch einmal über das Wesen der vielen faltigen Windungen auf dem cerebralen Cortex nachdachten. Warum waren sie beim Menschen, verglichen mit anderen Säugetieren, so zahlreich und komplex? Welche evolutionären Zwänge hatten dazu geführt, dass sie sich herausbildeten? Carl Wernicke (1848–1905) vertrat die Auffassung, dass sie ein Ergebnis der zunehmenden Gehirngröße waren. Als der Mensch schlauer und sein Gehirn größer wurde, wurde das Hirnwachstum durch die Größe des Schädels begrenzt. Als das Gehirn sich aufgrund dieses Platzmangels nicht nach außen ausdehnen konnte, erweiterte es sich nach innen.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts erschienen allmählich detaillierte Abbildungen, die den Aufbau und die Funktion verschiedener Hirnregionen zeigten. Gefühle, Lernen und Erinnerung wurden dem Vorderhirn, das den cerebralen Cortex umfasst, zugeordnet. Informationen von den Augen, Ohren und anderen Sinnesorganen wurden zunächst vom Mittelhirn verarbeitet und dann an das Vorderhirn weitergeleitet. Die Sprache wurde in der linken Hemisphäre verortet und vegetative Funktionen wie Atmung und Verdauung im »Hinterhirn«, wo sich die meisten Hirnnerven befinden.

Das erneute Interesse an der Frage, wie das Gehirn unser Verhalten beeinflusst, führte im späten 19. Jahrhundert zur Entstehung einer neuen Disziplin – der Psychologie. Der deutsche Physiologe Wilhelm Wundt (1832–1920) gehörte zu den Ersten, die einen systematischen Ansatz bei der Erforschung anomaler psychischer Zustände anwandte, indem er messbare Phänomene wie Aufmerksamkeitsspanne und Reaktionszeit nutzte. Mentale Prozesse, so argumentierte er, könnten genauso analysiert und tabellarisch dargestellt werden wie chemische Verbindungen in den Naturwissenschaften.

Wundt leistete auch einen wichtigen Beitrag zu der sich entwickel-

den wissenschaftlichen Methodik. Nach seiner festen Überzeugung sollten alle Experimente unter sorgfältig kontrollierten Bedingungen durchgeführt und ausführlich beschrieben werden, damit sie später von anderen Wissenschaftlern wiederholt werden könnten: Sei ein Ergebnis nicht reproduzierbar, sei es wahrscheinlich falsch.

Interessanterweise deuten neuere Wissenschaftsanalysen darauf hin, dass bis zu 50 Prozent der heute veröffentlichten wissenschaftlichen Forschungsergebnisse – sogar in führenden medizinischen Fachzeitschriften – möglicherweise nicht reproduzierbar und damit irreführend sind.¹

Ein unbeabsichtigtes Experiment

Im Warren Anatomical Museum auf dem Campus der Harvard University Medical School befindet sich in einem Glaskasten eine seltsame Sammlung von Gegenständen: ein menschlicher Schädel, die eiserne Gesichtsmaske eines Mannes und ein langer Metallstab. Der Schädel und die Gesichtsmaske gehörten Phineas Gage, einem Bauarbeiter. Bei dem Metallstab handelt es sich um eine Stopfstange, mit der man das Dynamit in die Spalten und Löcher drückt, die man zuvor ins Gestein gebohrt hat, wenn man für ein Bauvorhaben Felswände sprengen will.

Im Jahr 1842 ist der 25-jährige Phineas Gage Vorarbeiter eines Bautrupps, der eine neue Eisenbahnstrecke durch die felsige Hügellandschaft von Vermont verlegt. Als Gage die Metallstange benutzt, um das Dynamit ins Gestein zu stopfen, kommt es plötzlich zu einer Explosion, die die Stange hoch durch die Luft fliegen lässt. Sie durchbohrt die Wange von Gage, dringt durch den Frontallappen ins Gehirn, durchschießt den Schädel, tritt schließlich wieder aus und landet einige Fußbreit entfernt senkrecht in der Erde.

Phineas Gage bleibt wie durch ein Wunder am Leben. Sofort nach dem Unfall kann er gehen und sprechen und begibt sich zurück in sein Hotel, wo ihm ein Arzt später die Splitter seines geborstenen Schädels aus dem Gehirn zieht und die Wunde verbindet. Anfangs

überlebt er ein Koma, eine Hirninfektion und Phasen des Deliriums, alle unterbrochen von Phasen geistiger Klarheit. In den folgenden vier Jahren erholt er sich allmählich, doch die Genesung verläuft langsam und unstet. Dass Gage überhaupt überlebt, ist seinem behandelnden Arzt Dr. John Martin Harlow zu verdanken: Nur wenige Ärzte jener Zeit wären kompetent genug gewesen, um einen Hirnabszess erfolgreich zu drainieren.

Physisch erholt sich Phineas Gage relativ gut, obwohl er auf einem Auge blind ist und eine Gesichtshälfte gelähmt bleibt. Doch vom Temperament her ist er allen Berichten zufolge ein völlig anderer Mensch geworden. Vorher stets ein pflichtbewusster, ruhiger und fleißiger Arbeiter, ist er jetzt missgelaunt und streitsüchtig. Nachdem seine Arbeitgeber ihn entlassen haben, fällt es ihm schwer, einen Job längere Zeit zu behalten. Seine berühmte Geschichte, die sich heute in zahllosen neurologischen Lehrbüchern findet, war ein wichtiger Meilenstein in der Erforschung der Hirnanatomie und ihrer Verbindung zum Verhalten. Sie zeigte nicht nur, dass die Persönlichkeit mit dem Frontallappen zusammenhängt, sondern verdeutlichte, wie die Persönlichkeit sich ändern kann, wenn diese Hirnregion geschädigt wird.

Kürzlich rollten Wissenschaftler der UCLA den Fall von Phineas Gage noch einmal auf und nutzten dazu Bildgebungsdaten von seinem Schädel. Wie sie feststellten, muss die Stopfstange wohl ausge dehnte Schädigungen der weißen Substanz-Verbindungen im gesamten Gehirn verursacht haben. Da man heute weiß, dass die weiße Substanz verschiedene Hirnregionen verbindet, die zusammenarbeiten müssen, damit Verstand und Erinnerung funktionieren, vermuten die Wissenschaftler, dass die Zerstörung dieser weißen Substanz die Vernetzung der verschiedenen Hirnregionen behinderte. Diese Schädigung verursachte die Verhaltensveränderungen, die bei Phineas Gage beobachtet wurden.²

Phineas Gage starb im Alter von 37 Jahren, zwölf Jahre nach seinem Unfall, nach einem epileptischen Anfall in San Francisco.