

Christof Kessler

GLÜCKSGEFÜHLE

Christof Kessler

GLÜCKSGEFÜHLE

Wie Glück im
Gehirn entsteht

und andere
erstaunliche Erkenntnisse
der Hirnforschung

C. Bertelsmann

Sollte diese Publikation Links auf Webseiten Dritter enthalten,
so übernehmen wir für deren Inhalte keine Haftung,
da wir uns diese nicht zu eigen machen, sondern lediglich auf
deren Stand zum Zeitpunkt der Erstveröffentlichung verweisen.



Verlagsgruppe Random House FSC® N001967

1. Auflage

© 2017 by C. Bertelsmann Verlag, München,
in der Verlagsgruppe Random House GmbH,
Neumarkter Straße 28, 81673 München

Umschlaggestaltung: Büro Jorge Schmidt, München

Illustrationen: © Stefan Dangl, München

Bildredaktion: Bele Engels

Satz: Uhl + Massopust, Aalen

Druck und Bindung: GGP Media GmbH, Pößneck

Printed in Germany

ISBN 978-3-570-10312-8

www.cbertelsmann.de



Dieses Buch ist auch als E-Book erhältlich.

Für Petra

INHALT

I. GLÜCKSAURA	13
1. Die Aura: Ein Lufthauch weht durchs Gehirn ..	17
2. Das Belohnungssystem im Gehirn: Glück, Lob und Motivation	19
II. GRUNDLAGEN: WIE FUNKTIONIERT DAS GEHIRN?	23
1. Ein Megacomputer: viel Leistung mit wenig Energieverbrauch	25
2. Der größte denkbare Computer ist in unserem Kopf	26
3. Der Diebstahl von Einsteins Gehirn	27
4. Das menschliche Gehirn: weich und fettig	31
5. Die vier Provinzen des Gehirns	32
6. Brodmann-Areale: die Navigation auf der Hirnoberfläche	33
7. Die Milchstraße in unserem Kopf	38
8. Die Hirnrinde: Sitz unserer Persönlichkeit	39
9. Alles wird weniger: Wenn das Gehirn altert	43
10. Weiße Substanz: das »Social Network« des Gehirns	45

11. Vorsicht, Spannung: die Kommunikation der Hirnzellen	48
12. Myelin: Highspeed im Gehirn	49
13. In den Tiefen des Gehirns	56

**III. DAS LIMBISCHE SYSTEM: GRUNDLAGE
VON GLÜCK UND MOTIVATION 61**

1. Die archaische Urgewalt in uns	63
2. Erinnerung an glückliche Stunden: Hippocampus	68
3. Die Kasse ist geschlossen, nichts geht mehr: Demenz für ein paar Stunden	71
4. Der Kompass im Gehirn	72
5. Die Corpora mamillaria: Verteilerkasten der Gedächtnisstrombahnen	73
6. Die Amygdala: Angst und Freude liegen eng beieinander	76
7. Cingulum: Zentrale für Interesse und Motivation	80
8. Liebe geht durch die Nase: der Geruchssinn . . .	83

**IV. ZWISCHENHIRN UND HIRNSTAMM:
SCHALTZENTRALEN FÜR HERZ
UND NIEREN 89**

1. Thalamus: das Tor zum Bewusstsein	92
2. Hypothalamus: Überlebens-Kit auf engstem Raum.	94
3. Yin und Yang: Stress, Burn-out und andere Zustände	95

4. Locus coeruleus: bei Stress aktiv.	97
5. Der Hirnstamm: die Fabrik des Glücks	99
6. Dopamin: Bewegung und die Lust am Leben . .	101
7. Die Sprache des Glücks	103
V. SYNAPSEN UND TRANSMITTER	105
1. Synapsen: Talk im Hirn	108
2. Der Star unter den Glückshormonen: Dopamin	110
3. Gelassenheit und Ausgeglichenheit durch Serotonin.	113
4. Durch Ernährung das Hirn-Serotonin erhöhen	115
5. Antoniusfeuer und LSD: Überreaktion der Serotoninrezeptoren.	119
6. LSD: Die Halluzinationen des Doktor Albert Hofmann	121
7. Oxytocin – Vertrauen und Bindung	123
8. Arginin-Vasopressin: ein naher Verwandter des Oxytocin	131
9. Acetylcholin – Bewegung und Gedächtnis.	132
10. Botox dämpft Motorik und glättet Falten	134
11. Acetylcholin macht schlau	137
12. Endorphine: Glück zum Selbermachen	140

VI. FUNKTIONELLE MAGNETRESONANZ- TOMOGRAPHIE: DER BLICK IN DIE SEELE . .	145
1. Gefühle, Denken und Bewegung: das Sichtbarwerden komplexer Abläufe	149
2. Alarmstufe 1: Spinne in Sicht	151
3. Der Ort der Kreativität	155
4. Witze machen glücklich	164
5. Denken macht unglücklich	167
6. Macht Meditation glücklich?	176
7. Meditation, Achtsamkeit und das Gehirn	180
VII. DAS BELOHNUNGSSYSTEM	187
1. Die Entdeckung des Belohnungs- und Glückssystems im Gehirn	191
2. Das mesolimbische Belohnungssystem: Karussell von Glück und Motivation	196
3. Mittelpunkt des Belohnungssystems: die Area tegmentalis ventralis (VTA)	197
VIII. DIE ZERSTÖRUNG DES GLÜCKS	201
1. António Caetano de Abreu Freire Egas Moniz . .	203
2. Der unbarmherzige Patriarch	212
3. Was ist Stereotaxie?	217
4. Mit Strom gegen Hirnkrankheiten.	224
5. Hirnschrittmacher gegen Depression	226
6. Tiefe Hirnstimulation und der Zwang im Kopf.	229
7. Tiefe Hirnstimulation bei Alkoholikern?	231

IX. BRAIN FOOD ODER DIE LUST AM ESSEN . . . 235

1. Die giftige Wahrheit über Zucker 240
2. Falsche Ernährung drückt auf die Stimmung. 244
3. Mediterrane Kost hebt die Stimmung 248
4. Ungesättigte Fettsäuren machen dich zum
Schlaumeier 251
5. Die andere Seite der Medaille: Überfischung
der Meere 258
6. Süchtig nach Fast Food: Wenn Essen
abhängig macht 260
7. Da setzt die Vernunft aus. 262
8. Körper, hör die Signale: Ghrelin und Leptin 264
9. Ghrelin: Wenn Essen zur Sucht wird 269
10. Ghrelin und Sucht. 271
11. Ein Glas zu viel 273
12. Craving: die Sehnsucht nach der Droge. 279
13. Mit Medikamenten gegen den Alkohol 281
14. Diät gegen Alkohol-Craving 283

**X. REWARD DEFICIENCY SYNDROME:
WENN DAS BELOHNUNGSZENTRUM
NICHT FUNKTIONIERT 287**

1. Der Schlüssel zum Glück. 291
2. Der Zocker 293
3. Money makes the world go round 295
4. Das Belohnungssystem versagt bei Zockern 298

XI. ALL YOU NEED IS LOVE	301
1. Das Casanova-Gen	309
2. Verliebt in der Röhre	312
3. Der Orgasmus im Gehirn	316
4. Sex ist gesund	319
5. Heroin und Co.: die Glücksfälscher	320
6. Opioidrezeptoren: die Glücklichmacher	321
7. Wie entsteht Sucht?	323
XII. MÄNNER UND FRAUEN.	327
1. Weibliches Gehirn – männliches Gehirn?	329
2. Sind Männer glücklicher als Frauen?	336
3. Geld macht nicht glücklich	338
4. Fazit	345
DANK	351
QUELENNACHWEIS	353
PERSONENREGISTER	371
SACHREGISTER.	375
BILDNACHWEIS	381

I.

GLÜCKSAURA

Katharina war einsam. Ihr Mann war Alkoholiker und vor einem halben Jahr an Leberkrebs gestorben. Das Leben mit ihm war nicht einfach, im wahrsten Sinne des Wortes hatte sie in ihrer Ehe nichts zu lachen gehabt. Doch trotz der Trunksucht und seiner cholерischen Ausbrüche vermisse sie ihren Mann, mit der Einsamkeit kam sie nicht zurecht – weder emotional noch finanziell. Um über die Runden zu kommen, putzte sie in mehreren Rechtsanwaltskanzleien frühmorgens die Büroräume.

Eines Morgens stand sie mit ihrem Fahrrad vor einer Ampel. Sie war auf dem Weg zur Kanzlei und wartete auf Grün. Sie hätte auch einfach losfahren können, denn die Straßen und Radwege waren noch nicht bevölkert. Nur ein großer gelber Wagen der Straßenreinigung überquerte die Kreuzung. Während sie müde an ihr Fahrrad gelehnt stand und wartete und der Wagen an ihr vorbeizog, stieg urplötzlich ein unerklärlich helles Gefühl in ihr auf. Es nahm seinen Ursprung in den tiefsten Regionen des Bauches, dort, wo die Eingeweide sitzen, breitete sich kopfwärts über die Brust aus und war schließlich bis in die Fingerspitzen zu spüren. Katharina fühlte sich mit einem Mal von einem unbeschreiblichen Glücksgefühl durchströmt. Später in der

Klinik rang sie mit den Worten, um dieses Gefühl beschreiben zu können. »Es war ein Glückssturm! Wie wenn alles schön wäre und von innen leuchten würde.« Kurz darauf verlor sie an der Ampel schlagartig das Bewusstsein. Ihr gesamter Körper verkrampfte sich, sie nahm ihre Umgebung nicht mehr wahr; unfähig zu atmen, verfärbte sich ihr Gesicht und nahm einen tiefblauen Farbton an. Schließlich biss sie sich in die Zunge und fiel steif und lang hin wie ein umgeholzter Baum. Kurz darauf war sie in einem Krankenwagen auf dem Weg in die Notaufnahme – der Fahrer des gelben Straßenreinigungswagens hatte Katharinas Krampfanfall bemerkt und war ihr zu Hilfe gekommen.

Was Katharina passiert war, ist weniger außergewöhnlich, als man denken würde. Eine alte Bezeichnung dieses Phänomens ist »Fallsucht«, heute reden wir von Epilepsie. Mithilfe einer Messung ihrer Hirnströme, auch EEG (Elektroenzephalographie) genannt, konnte nachgewiesen werden, dass Katharinas Gehirn nicht mehr in geordneten Bahnen funktionierte, sondern Gewitterstürme elektrischer Entladungen über ihre Gehirnoberfläche hinwegtosten. Bei der Messung wurden Elektroden auf ihrer Kopfhaut platziert, ähnlich den auf die Brustwand aufgeklebten Elektroden beim EKG (Elektrokardiogramm), das für Herzuntersuchungen verwendet wird. Das bei der Patientin Katharina abgeleitete EEG belegte, dass ihre linke Hirnhälfte *überschießend* reagierte und eine hohe »Anfallsbereitschaft« zeigte.

Doch was hatte es mit den intensiven Glücksmomenten vor dem Anfall auf sich? Ganz offensichtlich waren sie nicht durch äußere Begebenheiten hervorgerufen worden. Eine rote Ampel und die Wagen der Straßenreinigung sind nicht

gerade dazu angetan, Glücksgefühle zu erzeugen. Dieses intensive Glücksempfinden war das Symptom einer Epilepsie.

Katharina ist kein Einzelfall. Schon der russische Dichter Fjodor Dostojewski beschrieb in seinem Roman *Der Idiot*¹ detailliert die Symptome und Gefühle einer seltsamen Krankheit, die seinen Protagonisten Fürst Myschkin wiederholt heimsucht: »Er dachte daran, dass es kurz vor dem epileptischen Zustand eine Pause gab, wo plötzlich mitten in all seinem Kummer, aller seelischen Finsternis und Niedergeschlagenheit sein Gehirn plötzlich aufloderte und Geist und Herz von einem ungewöhnlichen Licht erhellt wurden, und alle seine Erregungen, alle Zweifel, alle Unruhe wurden mit einem Mal besänftigt, lösten sich in eine heitere, von klarer harmonischer Freude erfüllte Ruhe aus.«

Ist das nicht seltsam? Glück als Fehlfunktion des Gehirns und Symptom eines Krampfleidens?

I. DIE AURA: EIN LUFTHAUCH WEHT DURCHS GEHIRN

Der plötzliche, den Patienten übermannende Affekt, wird als »Aura« bezeichnet. Galenos von Pergamon², der berühmte Arzt des antiken Griechenlands, war der Erste, der diese Bezeichnung im Zusammenhang mit der Epilepsie verwendet hat. »Aura« bedeutet Lufthauch und beschreibt das eigentümliche Gefühl, welches sich seiner Patienten bemächtigte, bevor ein epileptischer Anfall kam. Bei dem Glücksgefühl von Katharina handelt es sich um eine Glücksaura, dem Vor-

boten eines epileptischen Anfalls. Wenn die epileptische Erregung von einem umschriebenen Bereich des Gehirns ausgeht, spricht man von einem fokalen Anfall. Je nachdem, welches Areal des Gehirns betroffen ist und welche Funktionen dort angesiedelt sind, werden ganz unterschiedliche Empfindungen erlebt. Manche Patienten spüren vor dem Anfall ein Entfremdungsgefühl, die ansonsten vertraute Umgebung, zum Beispiel die eigene Wohnung, erscheint fremd, als hätten sie diese noch nie gesehen. Umgekehrt können Déjà-vu-Erlebnisse aufkommen: Zum Beispiel steigt während der Unterhaltung in einem Café das sichere Gefühl auf, dass es sich bei dieser Situation um eine Wiederholung handelt; man ist sich sicher, dieses Gespräch früher schon einmal geführt zu haben.

Das Auftreten von Glücksauern ist ein Beweis dafür, dass das Gehirn ein spezielles Glückszentrum ausgebildet hat, das beim epileptischen Anfall gereizt wird und Glücksgefühle erzeugt.

Der Erlanger Epilepsieforscher Hermann Stefan³ hat herausgefunden, dass Auren mit Glücksgefühlen von einem kleinen Bereich des Schläfenlappens ausgehen. In diesem Areal befindet sich der Hippocampus, ein Hirnteil, welcher beim Kurzzeitgedächtnis und der Einstellung der Gemütslage eine Rolle spielt. Wenn von hier aus das Gewitter eines epileptischen Anfalls losbricht, kommt es zu einem Glücksgefühl.

Wir wussten also bei unserer Patientin Katharina, wo wir suchen mussten. Und siehe da: mit der Magnetresonanztomographie konnte im linken Schläfenlappen ein noch nicht einmal kirschgroßer Tumor nachgewiesen werden. Der

Tumor wurde operativ entfernt, und die Untersuchung im Mikroskop ergab, dass es sich um eine gutartige Geschwulst handelte. Katharina hatte nach der Operation keine epileptischen Anfälle mehr – allerdings auch keine Glücksauen. Gefragt, ob sie die Glückszustände vermisse, sagte sie: »Ja, schon, es war stets ein ganz wunderbares Gefühl, aber es gab auch eine Schattenseite, die Angst vor den großen Anfällen, zu stürzen und sich zu verletzen. Angst, dass ich dem Geschehen hilflos ausgeliefert bin.«

2. DAS BELOHNUNGSSYSTEM IM GEHIRN: GLÜCK, LOB UND MOTIVATION

Jeden Tag erleben wir unzählige Situationen, die unser Gehirn filtert und nach Wichtigem und Unwichtigem sortiert: Welches Erlebnis ist bedeutend genug, um vom Kurzzeitgedächtnis in den Langzeitspeicher, die Festplatte unseres Gehirns, übernommen zu werden? Welche Eindrücke können gelöscht und vergessen werden? Ein Hauptkriterium für den Prozess des Lernens ist die Intensität der inneren Beteiligung – und ganz besonders: unser Glücksgefühl bei dem Erlebnis.

Es gibt im Gehirn ein spezielles Zentrum, das Belohnungs- und Motivationssystem, auch *mesolimbisches System* genannt⁴, welches dafür sorgt, dass wir in bestimmten Situationen Glück empfinden. Wenn wir etwas Schönes erleben oder eine Herausforderung bewältigt haben, signalisiert das mesolimbische System: »Gut gemacht!«, und es wird das

Glückshormon Dopamin aktiviert. Im Ergebnis fühlen wir uns stolz und glücklich und, was besonders wichtig ist: Wir sind motiviert zu neuen Anstrengungen, um diesen Moment des Glücks wiederholen zu können und erneut zu erleben, wie das Gehirn mit den Botenstoffen des Glücks geflutet wird. Ganz wie ein Hund, der zum hundertsten Male das Stöckchen apportiert, um ein Leckerli als Belohnung zu bekommen, laufen wir den unterschiedlichsten »Stöckchen« nach, um immer wieder das »Gut gemacht«-Gefühl zu erleben, um Erfolgserlebnisse zu haben, Prestige zu erlangen und gelobt zu werden.

Einfachste Dinge vermögen das Glücks- und Belohnungssystem zu aktivieren: Im Supermarkt öffnet eine weitere Kasse, und Sie stellen als Erster Ihren Einkauf auf das Band – tolles Gefühl! Ein Stau, der sich plötzlich auflöst, und Sie drücken das Gaspedal durch bis zum Boden. Oder Ihre Lieblingsmannschaft gewinnt unerwartet haushoch, obwohl niemand damit gerechnet hat. Glücksgefühle können aber auch durch bedeutende Ereignisse ausgelöst werden, wenn elementare Dinge geschehen, die von uns als positiv angesehen werden: das Ja-Wort im Standesamt (nicht immer!), die Geburt eines Kindes oder ein erfolgreicher Schulabschluss.

Ein Glücksgefühl ist stets mit einem Motivationsschub verbunden. Die Erfahrung dieses Moments, in dem man glücklich und zufrieden mit sich war, spornt zu neuen Anstrengungen und Leistungen an. Man will diesen Glücksmoment wiederholen, ja vielleicht sogar noch steigern.

Dieses System der Koppelung von Glücksempfinden und Motivation war für die Entwicklung der menschlichen Zivilisation von größter Bedeutung. Darin liegt der Ansporn zu

geistigen und körperlichen Höchstleistungen und der Weiterentwicklung von Ideen. Es hat den Menschen weit über die Befriedigung seiner grundlegenden Bedürfnisse – Nahrungsaufnahme, Sicherheit, Fortpflanzung – hinaus immer kreativer werden lassen. Die Beherrschung des Feuers, die Entwicklung von Werkzeugen, die Ausbreitung über die Kontinente sind nur möglich gewesen, weil die Menschen sich davon etwas versprochen haben: das Erleben einer Belohnung, zum Beispiel in Form größerer Nahrungsressourcen oder besserer Lebensbedingungen.

Das Belohnungssystem hat jedoch nicht nur positive Aspekte. Es kann uns einerseits zu Höchstleistungen antreiben. Andererseits lässt es sich relativ leicht austricksen. So lassen sich die Mühen und Anstrengungen, die normalerweise nötig sind, um das Hochgefühl des Glücks zu erleben, mühelos durch Konsum von Alkohol und Drogen umgehen, die uns für kurze Momente einen euphorischen Zustand erreichen lassen. Es kommt zu einer künstlichen Stimulation des Belohnungssystems, und es entsteht die Illusion, eine lobenswerte Leistung vollbracht zu haben und zufrieden mit sich und der Welt sein zu können. Zugleich wird der Körper vergiftet und bei anhaltendem Missbrauch schwer geschädigt. Doch das Gehirn merkt davon nichts. Es signalisiert dem Alkoholiker: Mach weiter, das Zeug ist gut für dich. Viele Menschen sind daran zugrunde gegangen.

Wie aber stellt es unser Gehirn an, dass wir Glück und Zufriedenheit empfinden? Und wie können wir es dabei unterstützen und vielleicht auch bemerken, wann es uns hinters Licht führt? Warum ist das Erleben von Glück auch heute noch so wichtig für unser Leben und Überleben? Woran

liegt es, dass die gleichen Mechanismen, die dafür bestimmt sind, uns glücklich zu machen, auch Essstörungen, Süchte und Depressionen hervorrufen können?

Um das zu verstehen, lohnt es, sich mit einigen grundlegenden Dingen über die Funktion des Gehirns zu befassen, damit wir ungefähr verstehen, wie die Schaltzentrale in unserem Kopf funktioniert.

II.

**GRUNDLAGEN:
WIE FUNKTIONIERT
DAS GEHIRN?**

I. EIN MEGACOMPUTER: VIEL LEISTUNG MIT WENIG ENERGIEVERBRAUCH

Der US-amerikanische Psychiater Allen Frances hat den Satz formuliert: »Das menschliche Gehirn ist das bei Weitem komplizierteste Gebilde im bekannten Universum.« Dieser Aussage kann ich als Neurologe, der es in der Klinik täglich mit Patienten zu tun hat, die an Störungen der Hirnfunktionen leiden, nur zustimmen.

Denn unser Gehirn ist nichts weniger als ein Wunderwerk. Man muss sich klarmachen: Jeder Mensch besitzt unter seiner Schädeldecke ein gigantisches datenverarbeitendes System, das in der Lage ist, hochkomplexe Aufgaben besser, schneller und effizienter auszuführen als jeder Computer – und zwar mehrere differenzierte Tätigkeiten gleichzeitig. Atmen, den Herzschlag regulieren, Temperatur und Luftdruck prüfen, visuelle Reize aufnehmen und mit Erfahrungen abgleichen, den Telefonhörer abnehmen, den Tonfall der Angebeteten am Ohr interpretieren, zum Kühlschrank laufen, sich ein Glas Milch einschütten, dabei halbwegs kluge Sätze in charmantem Tonfall von sich geben – all das tut das Gehirn gleichzeitig, und zwar spielend. Es ist außerdem in der Lage, seine eigene Leistungsfähigkeit ununterbrochen durch Lernen zu verbessern.

Ipke Wachsmuth¹ vom *Center for Cognitive Interaction Technology* der Universität Bielefeld bringt zusätzlich den

Aspekt der Energieeffizienz eines Gehirns ins Spiel: Das Gehirn, schreibt er, käme mit einer Leistung von etwa 20 Watt aus. Der derzeit schnellste Supercomputer hingegen benötigt 18 Millionen Watt. Das bedeutet: Für einen Supercomputer, der in der Lage wäre, die Arbeit eines einzigen menschlichen Gehirns zu simulieren, würde man ein eigenes Kraftwerk bauen müssen. Nur, damit Sie mal ein Gefühl dafür bekommen, was für ein Wunderwerk jeder Mensch in seinem Kopf mit sich herumträgt.

2. DER GRÖSSTE DENKBARE COMPUTER IST IN UNSEREM KOPF

Das menschliche Gehirn wiegt in etwa so viel wie ein herkömmliches MacBook Pro, nämlich im Durchschnitt 1400 Gramm. Bei Männern sind es rund 100 Gramm mehr. Man könnte denken, die Hirngewichtsdifferenz zwischen Mann und Frau ließe sich dadurch erklären, dass Männer im Schnitt größer und schwerer als Frauen sind. Aber dem ist nicht so: Sie bleibt auch nach Einbezug des geschlechtsspezifischen Gesamtgewichtsunterschieds bestehen.² Das Gehirn eines Schimpansen hingegen wiegt nur 400 Gramm, wesentlich größer hingegen sind die Gehirne von Elefanten (5000 Gramm) und Pottwalen (8500 Gramm). Entscheidend für die Intelligenz eines Lebewesens allerdings ist nicht das absolute Hirngewicht, sondern das Verhältnis von Gehirn- zu Körpergewicht. Beim Menschen macht es zwei Prozent des Körpergewichts aus, beim Schimpansen aller-

dings nur schlappe 0,9 Prozent und beim Elefanten gar nur 0,2 Prozent.³

Für den proportionalen Gewichtsunterschied zwischen einem menschlichen Gehirn und einem Schimpansengehirn ist vor allem die gigantische Ausbildung des Frontalhirns beim Menschen verantwortlich, jenes Hirnteils, der für das bewusste Denken zuständig ist, unsere Instinkte und Emotionen im Zaum hält und unser Verhalten so reguliert, dass wir im sozialen Zusammenleben nicht ständig Katastrophen erleben.

Interessanterweise lassen auch beim Menschen Gewicht und Größe des Gehirns nicht unbedingt auf die Intelligenz seines Besitzers schließen. Dies lässt sich nicht zuletzt an den Gehirnen genialer Geister veranschaulichen. Die Gehirne von Goethe, Mozart und Kant können leider nicht mehr untersucht werden, dafür jedoch haben wir ziemlich genaue Angaben über Größe, Gewicht und Struktur des Gehirns von Albert Einstein.

3. DER DIEBSTAHL VON EINSTEINS GEHIRN

Eigentlich hat Albert Einstein noch zu Lebzeiten verfügt, dass er nach seinem Tod verbrannt und seine Asche an einem anonymen Ort verstreut werden sollte. Als er im Alter von 76 Jahren an inneren Blutungen in der Stadt Princeton verstarb, wollte es das Schicksal jedoch, dass er von dem Pathologen Thomas Harvey seziert wurde, der die Todesursache festzustellen hatte. Harvey arbeitete zwar am pathologischen

Institut, war im Grunde genommen jedoch auch Neurologe. Getrieben vom krankhaften Ehrgeiz, der Welt mitteilen zu müssen, über welche außergewöhnlichen Hirnstrukturen der Begründer der Relativitätstheorie verfügt hatte, entnahm er ohne jede Erlaubnis Einsteins Denkapparat. Er sägte den Schädel des Verstorbenen auf und raubte das Gehirn.⁴ Als er es wog, war er überrascht: Es wog weniger, als er es vom Gehirn eines durchschnittlichen Mannes erwartet hätte, nämlich nur 1320 Gramm. Dann fixierte er es mit Formalin und zerteilte es, nachdem er eine Serie von Fotografien von der Hirnoberfläche angefertigt hatte, in 240 kleine Blöcke. Anschließend legte er die Hirnwürfel in ein mit Formalin gefülltes Glas, einem Einmachglas nicht unähnlich. In ein zweites Einmachglas gab er die ebenfalls illegal entnommenen Augen Einsteins. Um strafrechtlicher Verfolgung zu entgehen, kontaktierte er Einsteins Sohn, Hans Albert Einstein, und erwirkte die Erlaubnis, das illegal erworbene Gehirn seines Vaters wissenschaftlich untersuchen zu dürfen. Bei seinem eigenen Arbeitgeber nutzte ihm dieser Persilschein allerdings wenig. Er wurde nicht nur gefeuert, sondern verlor auch seine Zulassung als Arzt, sodass er fortan als Fabrikarbeiter seinen Lebensunterhalt verdienen musste.

Die zwei Einweckgläser mit Einsteins Hirn und Augen jedoch lagerte er im Keller seines Hauses. Da er öfters umzog, nahm er sie immer wieder mit. Erst im hohen Alter von über 80 Jahren unternahm er einen Versuch, das gestohlene Gehirn doch noch der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Zusammen mit dem Reporter Michael Paterniti bereiste er in einem alten Buick die USA, um einen interessierten Neurowissenschaftler zu finden, dem er das Gehirn des Genies

überlassen konnte. Zuallererst führen die beiden zu Einsteins Enkelin, mit der Absicht, ihr die Überreste des genialen Großvaters, geruchlos verpackt in einer Tupperdose, zu schenken. Diese lehnte jedoch dankend ab, denn das eingelegte Gehirn erinnerte sie an eine zu lang gekochte Hühnersuppe.

Michael Paterniti hat diese skurrile Reise in dem Buch *Unterwegs mit Mr. Einstein* festgehalten.⁵ Thomas Harvey starb zehn Jahre nach dieser Reise, und seine Erben übergaben die übrig gebliebenen Reste von Einsteins Gehirn dem National Museum of Health and Medicine in Chicago.⁶ Im Nachlass fanden sich auch die 14 Fotos des frisch entnommenen Gehirns.

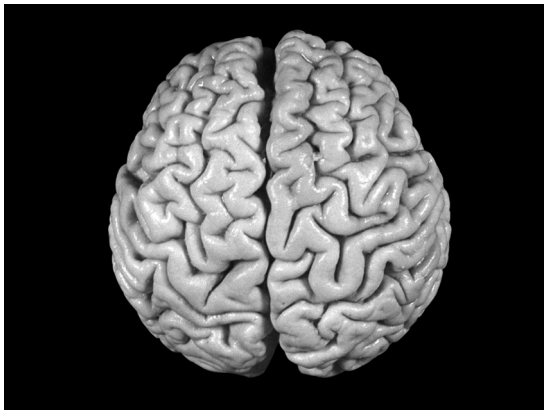


Abb. 2.1: Aufsicht auf Einsteins Hirn mit der gefalteten Hirnoberfläche beider Hirnhälften, wie sie von Thomas Harvey direkt nach der Entnahme fotografiert worden ist.

Die Anthropologin Dean Falk veröffentlichte 2012 in der Zeitschrift *Brain*⁷ die Ergebnisse einer genauen Analyse der Fotografien. Es ergaben sich einige Besonderheiten: Das Vor-

derhirn war im Vergleich zu Normalgehirnen besonders markant ausgeprägt (hierbei handelt es sich um den Anteil des menschlichen Gehirns, der im Vergleich zum Schimpansen weitaus stärker entwickelt ist). Aber auch die Schläfenlappen, die für das Abstraktions- und das visuell-räumliche Vorstellungsvermögen zuständig sind, waren bei Einstein auffallend prominent ausgebildet.

Spannend sind die Ergebnisse des chinesischen Physikers Weiwei Men⁸, der die Verbindungsbahnen zwischen Einsteins beiden Hirnhälften, die sogenannten Balken, vermessen hat und feststellte, dass diese Datenautobahn unseres Gehirns, welche blitzschnell die Informationen zwischen den beiden Hirnhälften hin und her transferiert, bei Einstein im Vergleich zu vielen anderen Gehirnen besonders breit und ausgeprägt war, die beiden Hirnhälften also extrem gut miteinander verknüpft waren.

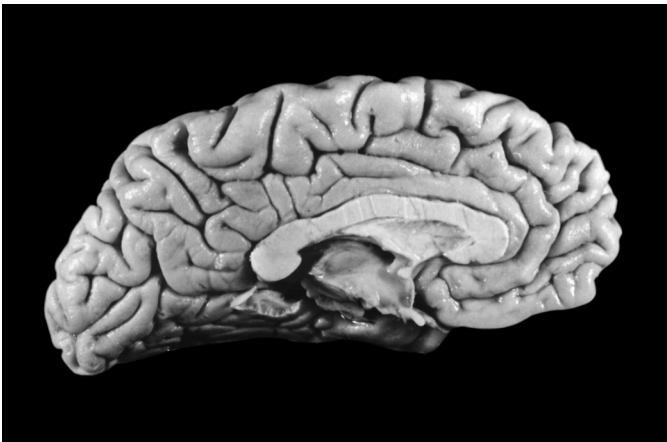


Abb. 2.2: Die beiden Hirnhälften von Einsteins Gehirn sind getrennt worden, wir schauen auf eine der Innenseiten. Etwas heller hebt sich die Verbindung zwischen den beiden Hemisphären, der Balken, ab.

Hoch spezialisierte Zentren, die mit einem großen Angebot an Nervenzellen besetzt und gut miteinander vernetzt waren – das also machte aus neurologischer Sicht das Genie Albert Einsteins aus, nicht das Gewicht und Gesamtvolumen seines Gehirns. Klasse statt Masse, könnte man sagen.

4. DAS MENSCHLICHE GEHIRN: WEICH UND FETTIG

Normalerweise bekommt man eher selten Gelegenheit, ein menschliches Gehirn in Händen zu halten. Als Medizinstudent jedoch bot sie sich mir schon in den ersten Wochen meines Studiums während des Anatomiekurses. Ich weiß es noch wie heute: Das Exemplar, das ich in die Hände nahm, war eineinhalb Kilogramm schwer, erstaunlich weich und etwas glitschig. Wenn man es aufschneidet und von innen betrachtet und berührt, fühlt es sich fettig an. Ich bekam ein Gefühl dafür, dass die Nervenstränge von einer stark fetthaltigen Isolierschicht umgeben sind, auf die ich später näher eingehen werde. Ich wurde in diesem Moment von einem starken Gefühl der Ehrfurcht ergriffen: Dieses kugelförmige Gebilde war das Organ eines konkreten Menschen gewesen, mit dem er nachgedacht, sich gefreut und Trauer empfunden hatte. Es war der Sitz seiner Persönlichkeit gewesen, es hatte den Charakter, die Wesensart und das Verhalten dieses Menschen ausgemacht, der sich entschieden hatte, seinen Körper der Anatomie zu hinterlassen, um die Ausbildung künftiger Ärzte zu fördern. Die Ehrfurcht und Faszination meiner ersten Begegnung mit dem Gehirn waren sicher-

lich ausschlaggebend dafür, dass ich später die Ausbildung zum Neurologen aufnahm.

5. DIE VIER PROVINZEN DES GEHIRNS

Doch das Gehirn lässt sich in weit mehr als nur zwei Hälften unterteilen. Die Neurologie unterscheidet in den beiden Hemisphären jeweils vier Hirnlappen, die es folgerichtig doppelt gibt, einmal in der rechten und einmal in der linken Hemisphäre. Es sind dies der Frontallappen (*Lobus frontalis*), der Scheitellappen (*Lobus parietalis*), der Schläfenlappen (*Lobus temporalis*) und der Hinterhauptlappen (*Lobus occipitalis*). »Lappen« klingt etwas respektlos und weckt Assoziationen an ein Putzutensil. Doch die lateinische Bezeichnung »Lobus« bedeutet eben Lappen oder lappenförmiges Teil. »Lobus« klingt natürlich viel besser als »Lappen«.

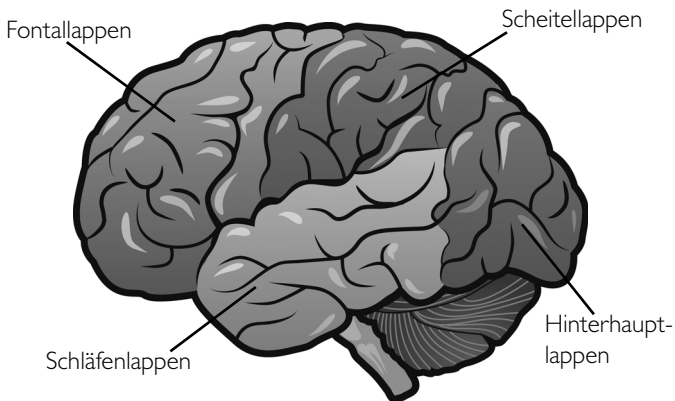


Abb. 2.3: Die Hirnlappen des Gehirns: Frontallappen, Schläfenlappen, Scheitellappen und Hinterhauptlappen.

Diese Unterteilung in vier Bereiche ist nicht rein willkürlich, sondern hängt mit der Aufgabenteilung innerhalb der Hirnhemisphäre zusammen. Es ist wie in einer großen Stadt: In einem Viertel steht das große Einkaufszentrum, im anderen die Kläranlage, im nächsten konzentrieren sich die Wohnblocks, und in einem weiteren finden sich die Partymeile und das Fußballstadion. Sie alle tragen auf ihre Weise zum Leben in der Stadt bei.

So ist im Hinterhauptslappen das Sehzentrum lokalisiert, im Schläfenlappen unter anderem das Sprachzentrum. Der Scheitellappen beherbergt die Zentren für Motorik und Sensorik, der Frontallappen die Regionen für die Kontrolle von Antrieb und Sozialverhalten. Woher aber weiß man, in welchem Teil des Gehirns welche Funktion beherbergt ist? Genauso wie wir über eine Kartendarstellung der Weltkugel verfügen, die von allen Menschen und in allen Ländern als Abbild der Meere und Kontinentalplatten akzeptiert wird, gibt es eine unter Neurologen international anerkannte Karte der Hirnoberfläche, auf der sich wunderbar navigieren lässt: die Brodmann-Areale.

6. BRODMANN-AREALE: DIE NAVIGATION AUF DER HIRNOBERFLÄCHE

Der Erfinder dieser Karte ist Korbinian Brodmann. Seine Lebensgeschichte ist erstaunlich, da er sich mit einfachsten Mitteln in die Annalen der Geschichte der Neurologie einschrieb.



Abb. 2.4: Korbinian Brodmann (1868–1918), Pionier der Neuroanatomie.

Man kann nicht gerade sagen, dass Korbinian Brodmann mit einem goldenen Löffel im Mund geboren wurde, geschweige denn, dass es ihm in die Wiege gelegt war, noch hundert Jahre später als Kartograph des Gehirns anerkannt und geehrt zu werden. Brodmann wurde 1868 in Liggersdorf (heute Teil der Gemeinde Hohenfels) unweit des Bodensees als Sohn eines Landwirts und einer Hofmagd geboren. In seiner Geburtsgemeinde gibt es heute ein kleines Museum, auf dessen Website sich eine Abbildung des ärmlichen Geburtshauses findet. Das Haus macht einen kaum bewohnbaren Eindruck und ist mittlerweile abgerissen. Brodmann besuchte zunächst die Volksschule in Liggersdorf, wo er durch gute Leistungen auffiel. Mit zwölf Jahren wechselte er zunächst auf die Bürgerschule in Sigmaringen, schließlich auf das Gymnasium in Konstanz. Er studierte Medizin in Mün-

chen, Würzburg, Berlin und Freiburg und erhielt 1895 seine Zulassung als Arzt. Um die Folgen einer Diphterieerkrankung auszuheilen, ging er zur Kur ins Fichtelgebirge. Dort lernte er den renommierten Hirnforscher Oskar Vogt kennen, in dessen Institut für Hirnforschung er eintrat. Hier erarbeitete er die nach ihm benannte Einteilung der Großhirnrinde, die er in seinem Hauptwerk 1909 veröffentlichte. 1918 wurde er Leiter der topographisch-histologischen Abteilung der Deutschen Forschungsanstalt für Psychiatrie in München, aus dem später das Max-Planck-Institut für Psychiatrie hervorging. Dort zog er sich während einer Sektion einen Schnitt zu. Damals war das Tragen von Handschuhen bei der Leichenöffnung noch unüblich, und Brodmann verstarb mit nur 49 Jahren an den Folgen einer Blutvergiftung.⁹

Wenn eine Autopsie damals schon derart schiefgehen konnte, wie hat Brodmann es dann geschafft, mithilfe der damaligen, im Vergleich zu heute bescheidenen Mittel solch eine genaue, heute noch gültige Topographie des Gehirns zu entwerfen? Ohne die bildgebenden Verfahren, über die wir heute verfügen? Gut, er war nicht allein. An dem von Oskar Vogt geleiteten Institut war eine ganze Reihe von fähigen Hirnforschern beschäftigt, und die kritische Diskussion des Untersuchungsobjekts stand auf der Tagesordnung. Außerdem war Brodmann ungewöhnlich fleißig und hatte offensichtlich schon sehr früh eine genaue Vorstellung von seinen ehrgeizigen Zielen. Trotzdem: Brodmanns einziges Werkzeug war das Mikroskop. Damals gab es noch keine Computer, keine Scans, keine Lasermikroskope.

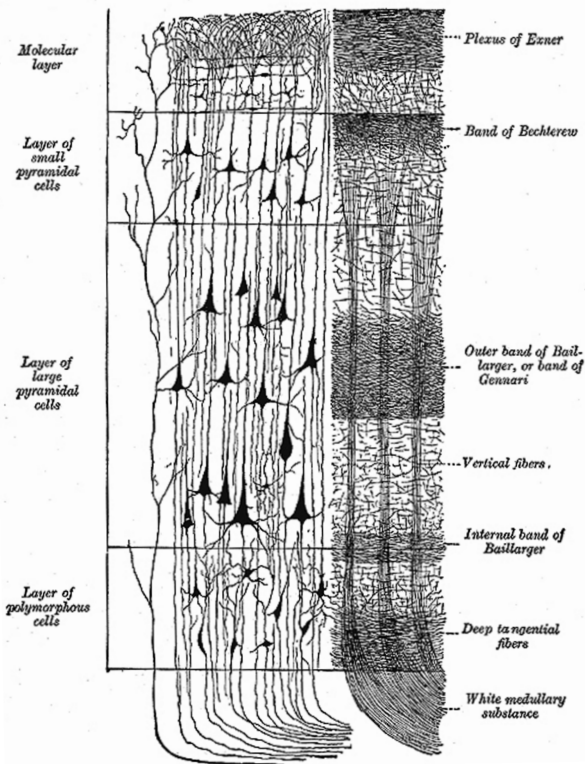


Abb. 2.5: Mikroskopische Darstellung der Hirnrinde aus dem Klassiker der Anatomielehrbücher: Henry Gray, *Anatomy of the Human Body* (1918), bekannter als *Gray's Anatomy*. Die Illustrationen stammen von Henry Vandyke Carter.

Was erblickte Brodmann, wenn er durch das Mikroskop die Rinde des menschlichen Gehirns betrachtete? Nun, er sah Nervenzellen, jede Menge Zellen. Und die waren sowohl in der Form als auch in der Anordnung sehr unterschiedlich.¹⁰

Abbildung 2.5 ist dem Klassiker der Anatomiebücher, *Gray's Anatomy* von 1918¹¹, entnommen. Sie zeigt, dass die Hirnrinde aus mehreren Schichten von Nervenzellen besteht: pyramidenartige Zellen, Sternzellen, Körnerzellen und

viele andere mehr. Abhängig von der Funktion der Hirnrinde – je nachdem, ob der entsprechende Teil für die Motorik, die Sprache, das Gedächtnis, die Aufnahme visueller oder auditiver Eindrücke oder anderes zuständig ist – variiert der Zellaufbau der Hirnrinde. Das erscheint logisch, denn natürlich ist die Hirnrinde spezialisiert: Wenn ich einen Schläger höre, erfordert dies andere Fähigkeiten, als wenn ich mich am Kopf kratzen will. Diese Unterschiede in den Zellformationen hat Brodmann im Mikroskop erkannt und in seinen Skizzen festgehalten. Brodmanns Großtat war es, dass er mit seinem Mikroskop die gesamte Hirnrinde durchforstet hat und die Gebiete mit gleicher Struktur als Brodmann-Areale durchnummerierte, um danach eine Karte der Hirnoberfläche zu erstellen. So ist es ihm gelungen, die vielen Mosaiksteine wie bei einem Puzzle zu einem Ganzen zusammenzusetzen.

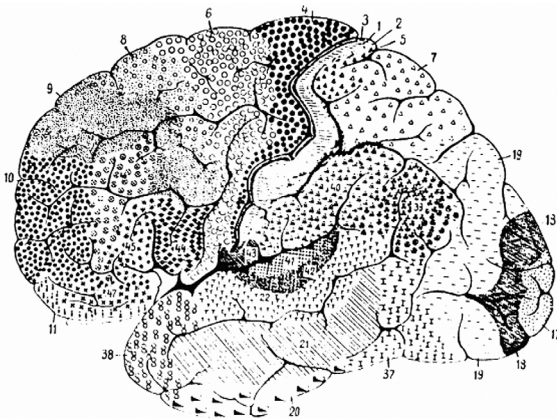


Abb. 2.6. Von Korbinian Brodmann gezeichnete topographische Karte der Großhirnrinde. Aus seinem Buch *Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde: in ihren Principien dargestellt auf Grund des Zellenbaues* (1909).

Es ergaben sich schließlich 52 verschiedene Areale. Die unterschiedlichen Funktionen dieser Areale waren Brodmann zum größten Teil noch nicht bekannt. Dennoch ist seine Einteilung erstaunlich exakt, denn tatsächlich lassen sich jedem Areal bestimmte Funktionen zuordnen. Die Verwendung der Brodmann-Areale zur Einteilung der Hirnrinde ist bis heute internationaler Standard. So entspricht zum Beispiel die Sehrinde dem Brodmann-Areal 17 und das Zentrum für Sprachverständnis dem Brodmann-Areal 22.

7. DIE MILCHSTRASSE IN UNSEREM KOPF

Die Hirnrinde ist ein gigantisches Wunderwerk der Natur. In ihren Windungen und Furchen sind 80 Milliarden Nervenzellen, auch Neuronen genannt, dicht aneinandergepackt. Man stelle sich vor: Jeder Mensch besitzt fast ebenso viele Nervenzellen, wie unsere Milchstraße Sterne hat. In ihr tummeln sich zwischen 100 und 300 Milliarden Sterne. Allerdings hat sie einen Durchmesser von 100 000 Lichtjahren (1 Lichtjahr sind rund 9 500 000 000 000 Kilometer). Da ist unser Gehirn doch deutlich kleiner. Aber Zellen sind ja auch millionenfach kleiner als Sterne.

Trotzdem berührt es mich, wenn ich mir das Gehirn als Galaxie vorstelle. Denn wenn ich nachts in den Sternenhimmel schaue, empfinde ich das gleiche Gefühl von Ehrfurcht wie damals, als ich zum ersten Mal ein Gehirn in Händen hielt. Jeder von uns trägt eine solche Galaxie in sich, Milliarden von miteinander verknüpften Nervenzellen, die aller-



Christof Kessler

Glücksgefühle

Wie Glück im Gehirn entsteht und andere erstaunliche Erkenntnisse der Hirnforschung

ORIGINALAUSGABE

Gebundenes Buch mit Schutzumschlag, 384 Seiten, 13,5 x 21,5 cm
ISBN: 978-3-570-10312-8

C. Bertelsmann

Erscheinungstermin: Oktober 2017

Glück ist das große Thema von Werbung, Literatur und Filmen. Jeder Mensch will glücklich sein, und viele versuchen sich mit immer stärkeren Reizen oder Drogen kurze Momente des Glücks zu verschaffen. Aber was spielt sich im Gehirn ab, wenn wir glücklich sind? Welches Zusammenspiel der Neurone und Hormone bewirkt, dass ein Glücksgefühl erlebt wird, und welche Zusammenhänge bestehen zwischen Glück und Zufriedenheit und den Abgründen von Melancholie und Depression? Christof Kessler nimmt seine Leser mit in die Welt der 80 Milliarden Nervenzellen im Kopf. Die moderne Hirnforschung schlüsselt auf, wie unser Gehirn es bewerkstelligt, dass wir Gefühle erleben, und wie Motivation und Frustration entstehen. Kessler schildert die faszinierenden neuen Forschungsergebnisse zu den Themen Glück, Motivation, Liebe, Depression und Sucht und schöpft dabei aus reicher Erfahrung bei der Behandlung von Hirnerkrankungen.

 [Der Titel im Katalog](#)