

Daniel Tammet

Wolkenspringer

Von einem genialen Autisten lernen

Aus dem Englischen
von Maren Klostermann

Patmos

Originaltitel: Daniel Tammet *Embracing the Wide Sky*
Originalverlag: Free Press, New York, London, Toronto 2009

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.

© der englischen Originalausgabe 2009 by Daniel Tammet
© der deutschen Übersetzung 2009 Patmos Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf
Alle Rechte vorbehalten.
Autorenfoto Umschlagklappe: © Jérôme Tabet
Umschlagmotiv: © Jérôme Tabet
Umschlaggestaltung: init . Büro für Gestaltung, Bielefeld
Printed in Germany
ISBN 978-3-491-42116-5
www.patmos.de

Inhalt

| | |
|---|-----|
| Einleitung | 7 |
| 1. Weiter als der Himmel | 13 |
| 2. Die Vermessung des Geistes | 47 |
| 3. Sehen, was nicht da ist | 71 |
| 4. Eine Welt aus Worten | 106 |
| 5. Der Zahleninstinkt | 146 |
| 6. Die Biologie der Kreativität | 176 |
| 7. Licht und Sicht | 199 |
| 8. Geistige Nahrung | 222 |
| 9. In Zahlen denken | 258 |
| 10. Die Zukunft unserer geistigen Möglichkeiten | 295 |
| Dank | 313 |
| Literaturverzeichnis | 315 |

Einleitung

»Wie haben Sie das gemacht?«

»Verzeihung?«

»Wie haben Sie das gemacht?«

Der Wissenschaftler sah mich erstaunt an. Wir befanden uns in keinem Labor und er erkundigte sich weder nach meinem Gedächtnis noch nach meinen sprachlichen oder rechnerischen Fähigkeiten. Wir standen auf einem Rasen vor dem Forschungszentrum, in das ich früher am Tag gekommen war, um an verschiedenen kognitiven Tests teilzunehmen. Neben uns stand meine Mutter, die mich auf der Fahrt von London hierher begleitet hatte. Man machte gerade ein Foto von uns. Nachdem ich einen Moment lang in regloser Pose verharrt hatte, wechselte ich in eine entspannte Haltung und wollte gerade ein paar Schritte zur Seite tun. Wie hatte ich wahrnehmen können, wollte der Wissenschaftler wissen, dass das Foto bereits »im Kasten« war? Er stehe doch direkt neben mir und er habe nicht bemerkt, dass die Kamera geklickt oder aufgeleuchtet hätte. War mein Gehirn wirklich so außergewöhnlich?

Ja, aber nicht aus den Gründen, die der Wissenschaftler vermutete. Der Fotoapparat hatte zwar tatsächlich kein Geräusch gemacht, als das Foto aufgenommen wurde, doch einen winzigen Moment lang hatte ein verschwommener roter Lichtpunkt aufgeblitzt. Mein autistisches Gehirn ist so verschaltet, dass ich in der Lage bin, winzige Details zu erkennen, die den meisten Menschen entgehen, und deshalb hatte ich dieses Aufblitzen mühelos wahrnehmen können. Als ich dem Wissenschaftler diese Erklärung gab,

bat er den Fotografen, noch eine weitere Aufnahme zu machen. Als er aufmerksam auf die Stelle achtete, an der nach meiner Beschreibung das rote Licht aufblinkte, konnte er es ebenfalls erkennen.

Fürs Protokoll halte ich hier fest, dass ich keinerlei telepathische Beziehung zu Fotoapparaten habe und auch nicht über irgendwelche übersinnlichen Wahrnehmungsfähigkeiten verfüge, die mich erkennen lassen, ob Fotos gemacht werden oder nicht. Was diesen Wissenschaftler in Erstaunen versetzte, war lediglich eine etwas extremere Variante einer Fähigkeit, die nahezu jeder Mensch tagtäglich anwendet, ohne je darüber nachzudenken, nämlich die Fähigkeit zu sehen. Wir nehmen einen Großteil der Informationen über unsere Umwelt mit Hilfe der Augen auf, und aus diesem Grund ist ein beträchtlicher Teil des Gehirns ausschließlich der Verarbeitung visueller Reize gewidmet.

Der Wissenschaftler, der annahm, dass ich die Aufnahme des Fotos auf irgendeine andere Weise wahrgenommen hätte, war zu dem falschen, aber erstaunlich häufigen Fehlschluss gelangt, dass Menschen, deren geistige Fähigkeiten vom Normalmaß abweichen, ihr Gehirn auf grundlegend andere, fast magische Weise nutzen müssten. Als einer der wenigen autistischen Savants, die einer breiten Öffentlichkeit bekannt sind, habe ich alle möglichen seltsamen Anfragen erhalten: Angefangen bei der Bitte, die Lottozahlen der kommenden Woche vorherzusagen, bis hin zu der Bitte, bei der Konstruktion eines Perpetuum mobile zu helfen. Kein Wunder, dass die meisten Menschen, einschließlich vieler Experten, immer noch falsche Vorstellungen vom Autismus und vom Savant-Syndrom haben.

Nicht nur von Savants wird angenommen, sie verfügten über irgendwelche übernatürlichen Begabungen und würden sich deshalb von anderen Menschen unterscheiden: herausragende Persönlichkeiten in vielen Bereichen, von Mozart und Einstein bis hin zu Garri Kasparow und Bill Gates, haben nach verbreiteter Ansicht ihren jeweiligen Erfolg errungen, weil sie über mentale Fähigkeiten verfügten, die keinerlei Ähnlichkeit mit denen der meisten Men-

schen haben. Meiner Ansicht nach ist diese Meinung nicht nur falsch, sondern auch schädlich. Das Bedürfnis, die Leistungen hochbegabter Personen von ihrer Menschlichkeit zu trennen, tut sowohl den Betroffenen als auch allen anderen Menschen Unrecht.

Jedes Gehirn ist zu erstaunlichen Leistungen fähig, was in der Wissenschaft eine bekannte Tatsache ist, nachdem man viele Jahre lang nicht nur das Gehirn von Genies, sondern auch von Hausfrauen, Taxifahrern und vielen anderen Menschen aus allen erdenklichen Lebensbereichen untersucht hat. Diese intensive Forschung hat dazu geführt, dass wir heute über ein weit reicheres und komplexeres Verständnis menschlicher Fähigkeiten und Möglichkeiten verfügen als je zuvor. Erfolg ist nicht nur das Geburtsrecht einiger weniger Auserwählter, sondern allen Menschen zugänglich, die genügend Leidenschaft und Engagement aufbringen, um eine Fähigkeit oder ein Wissensgebiet zu meistern. Ich bin überzeugt, dass ein differenzierteres Wissen über das Gehirn und die geistigen Fähigkeiten des Menschen die allgemeine Bewunderung für die Leistungen extrem erfolgreicher Personen nicht schmälert, sondern erweitert. Genialität in all ihren Schattierungen lässt sich nicht auf eine bloße Merkwürdigkeit des Gehirns zurückführen; sie ist das Ergebnis von wesentlich chaotischeren, dynamischeren und zutiefst menschlichen Eigenschaften, zu denen unter anderem Beharrlichkeit, Fantasie, Intuition und nicht zuletzt die Fähigkeit zu lieben gehören.

Dieses Buch befasst sich mit dem Wesen und den Eigenschaften des menschlichen Gehirns und den damit verbundenen geistigen Fähigkeiten. Es verknüpft die neuesten neurowissenschaftlichen Forschungsergebnisse, meine persönlichen Betrachtungen und detaillierte Beschreibungen meiner Fähigkeiten und Erfahrungen. Ich möchte in erster Linie zeigen, dass ein anders arbeitendes Gehirn wie das meine (oder das von Bill Gates oder Kasparow) sich im Grunde nicht wesentlich von dem anderer Menschen unterscheidet und dass jeder von diesen Beispielen lernen kann. Ich hoffe, ich werde im Zuge dieser Ausführungen auch einige falsche Vorstellun-

gen ausräumen können, die bei vielen über das Wesen von Savant-Begabungen und über die Bedeutung von Intelligenz oder Hochbegabung bestehen.

In Kapitel 1 werfe ich einen Blick auf die faszinierende Komplexität des menschlichen Gehirns und stelle einige der neuesten Ergebnisse aus der neurowissenschaftlichen Forschung vor. Dabei nehme ich auch einige der häufigsten falschen Vorstellungen über das Gehirn aufs Korn, wie etwa den Irrglauben, dass es sich nach der Geburt nicht mehr verändere oder dass man seine Funktionsweise mit der eines Computers vergleichen könne. Außerdem untersuche ich einige der über Savants aufgestellten Thesen und zeige, dass die vorliegenden Beweise darauf hindeuten, dass das Gehirn von Savants sich nicht wesentlich von dem anderer Menschen unterscheidet.

In Kapitel 2 befasse ich mich mit dem Begriff der Intelligenz, gehe der Frage nach, ob der IQ ein angemessener Indikator intelligenten Verhaltens ist, und weise auf alternative Sichtweisen der Intelligenz hin. Außerdem untersuche ich das Wesen der Genialität und die Frage, ob sie auf angeborener Begabung, auf Übung oder auf einer Mischung aus beidem beruht.

Die Kapitel 3, 4 und 5 enthalten jeweils detaillierte Beschreibungen meiner eigenen Fähigkeiten in den Bereichen Gedächtnis, Sprache und Zahlen – Bereiche, in denen mein Autismus mir hilft, ungewöhnliche Leistungen zu erbringen. Diese Kapitel bieten die ausführlichste Beschreibung von Inselbegabungen, die je von einem Savant selbst verfasst wurde. Ergänzend verweise ich im Anhang auf wissenschaftliche Veröffentlichungen von einigen namhaften Neurowissenschaftlern, die meine Begabungen untersucht haben.

In Kapitel 6 stütze ich mich erneut auf meine persönlichen Erfahrungen (ebenso wie auf die anderer Autisten und Savants) und erkunde das Thema Kreativität und die Möglichkeit, dass einige neurologische Störungen den Einzelnen zu besonderen Formen kreativen Denkens und Wahrnehmens prädisponieren. Ich beleuchte einige kaum bekannte Formen der Kreativität, wie etwa das

Phänomen, dass manche Kinder spontan eigene Sprachen erfinden. Außerdem schildere ich Beispiele aus meiner eigenen Arbeit, um den Mythos zu widerlegen, dass autistische Personen zu echter Kreativität nicht fähig seien.

Kapitel 7 gibt einen Überblick darüber, was neueste wissenschaftliche Studien uns über die Komplexität, aber auch über die Grenzen unserer Wahrnehmung sagen. Außerdem gehe ich der Frage nach, inwiefern physiologische Unterschiede dazu führen können, dass unterschiedliche Menschen die Welt auf sehr unterschiedliche Weise wahrnehmen. Abschnitte über das Phänomen optischer Täuschungen und die Psychologie der Kunst veranschaulichen die Formbarkeit und Subjektivität unserer Wahrnehmung.

Kapitel 8 befasst sich mit dem Wesen von Informationen und ihrer Bedeutung im Zeitalter des Internets: Wie beeinflussen Informationen unser Gehirn im Zeitalter von Wikipedia, 24-stündigen Nachrichtensendungen und allgegenwärtiger Werbung? Ich untersuche, wie Sprache unsere Wahrnehmung und unsere Denkweisen prägt und welche Rolle etwa Gerüchte oder Großstadtmythen bei der Wissensvermittlung spielen. Außerdem gebe ich einige Anregungen, wie man lernen kann, sich im Informationsdickicht unserer Welt zurechtzufinden und das Risiko einer Informationsüberlastung zu verringern.

In Kapitel 9 erläutere ich die Vorteile und Methoden eines mathematischen Denkens. Ich zeige, wieso normale Intuitionen leicht zu falschen Schlussfolgerungen führen und warum ein mangelhaftes Verständnis von Wahrscheinlichkeiten häufig schlechte Entscheidungen nach sich zieht. Außerdem analysiere ich komplexe Phänomene der Alltagswelt wie Lotterien und Wahlsysteme aus einer mathematischen Perspektive und lege dar, dass bestimmte statistische Argumente für beliebte Behauptungen keinen Sinn ergeben. Abschließend unterbreite ich einige Vorschläge, wie man lernen kann, mit Hilfe von Mathematik und Logik sorgfältiger zu überlegen und klügere Entscheidungen zu treffen.

Das zehnte und letzte Kapitel dieses Buches beschäftigt sich mit

der Zukunft des menschlichen Gehirns – von den bemerkenswerten medizinischen und technischen Durchbrüchen, die neue Behandlungsmethoden für Menschen mit neurologischen Leiden oder Hirnläsionen eröffnen, bis hin zu neuen Ansätzen von Kognitionsforschern, die meinen, wir könnten unsere mentalen Fähigkeiten weit über die Grenzen der Biologie hinaus erweitern. Außerdem untersuche ich die Thesen von Zukunftsforschern, die eine unaufhaltsame Verschmelzung von Mensch und Maschine und damit die Entstehung einer neuen »Cyborg«-Spezies voraussagen. Ich schließe mit einigen persönlichen Betrachtungen zu dem, was die Zukunft hoffentlich für alle Menschen und jede Art von Gehirn bereithält.

Zum Schluss dieser Einführung möchte ich noch eines meiner Lieblingsgedichte nennen, eine Meditation über das Gehirn von der berühmten amerikanischen Dichterin Emily Dickinson. Jedes Schulkind sollte diese Verse lernen:

Weiter als Himmel – ist das Hirn –
Leg sie nur – Seit an Seite –
Und dieses nimmt leicht jenes auf
Und Dich – noch obendrein –

Tiefer als Ozean ist das Hirn –
Halt sie nur – Blau an Blau –
Und wie mit Eimern – Schwämme – tun –
Saugt dieses jenes auf –

Das Hirn wiegt grad soviel wie Gott –
Halt sie nur – Pfund um Pfund –
Verschieden sind sie – wenn sie's sind –
Wie Silbe ist vom Ton –

1. Weiter als der Himmel

Das Gehirn ist ein Wunder – ein ungeheuer kompliziertes Netz von spinnwebfeinem Licht in unseren Köpfen, das unser gesamtes Selbstgefühl und Verständnis der uns umgebenden Welt bestimmt. Jeden Augenblick unseres Lebens arbeitet unser Gehirn auf Hochtouren, um Sinn und Bedeutung zu erzeugen – es verwebt unzählige Informationsfäden zu allen möglichen Gedanken, Gefühlen, Erinnerungen und Ideen. Diese Denk-, Lern- und Erinnerungsprozesse sind es, die jeden von uns wahrhaft menschlich machen.

Und dennoch bleibt vieles, was sich zwischen unseren Ohren abspielt, ein Rätsel. Vielleicht ist das nicht überraschend, wenn man bedenkt, dass das Gehirn das komplexeste uns bekannte Objekt ist. Jede Handlung, ob Zehenwackeln oder Differentialrechnung, umfasst eine atemberaubend feine Choreographie neuronaler Aktivität, die von der Wissenschaft gerade erst ansatzweise verstanden wird. Im Erwachsenenalter wiegt diese gallertartige Gewebemasse etwas mehr als ein Kilogramm und enthält etwa 100 Milliarden Nervenzellen und nicht weniger als eine Billiarde (1 000 000 000 000 000) Verbindungen – mehr als alle Sterne im bekannten Universum.

Der Versuch, diese einzigartige Komplexität zu begreifen, bereitet Wissenschaftlern Kopfschmerzen. Man bedenke nur, welche

Herausforderungen es birgt, wenn man etwas so schwer Fassbares wie einen Gedanken oder einen Geistesblitz erforschen will. Trotz solcher Probleme und der Tatsache, dass dieses Gebiet noch in den Kinderschuhen steckt, hat die Neurowissenschaft unser Verständnis des Gehirns in den letzten Jahren revolutioniert und dazu beigetragen, eine Vielzahl früher unheilbarer Krankheiten behandelbar zu machen und unser Menschenbild zu verändern. Ich für meinen Teil verdanke mein Leben und mein Selbstverständnis diesen Fortschritten.

Mein Gehirn ist viele Male gescannt worden, sowohl von Ärzten, die meine Epilepsie behandelten, als ich ein Kind war, als auch – in jüngerer Zeit – von Wissenschaftlern, die mir in den Kopf geschaut haben, um herauszufinden, wie mein Gehirn funktioniert – und dadurch mehr über die generelle Funktionsweise des menschlichen Gehirns zu erfahren. Für alle Nichteingeweihten sei gesagt, dass so ein Hirnscan ein außergewöhnliches Erlebnis ist: Es beginnt damit, dass man von jemandem in einem weißen Kittel gefragt wird, ob man irgendwelche Metallplatten im Kopf oder Granatsplitter im Körper habe, weil der MRT-Scanner (Magnetresonanztomographie) mit einem ungeheuer starken Magneten arbeitet. Er richtet die Atome im Kopf neu aus, sodass sie Signale aussenden, die ein Computer dann verarbeiten und in eine dreidimensionale Darstellung des Gehirns umsetzen kann.

Der Scanner selbst hat die Form einer großen zylindrischen Röhre, die von einem kreisförmigen Magneten umgeben ist. Man liegt auf einem beweglichen Tisch, der ins Zentrum des Magneten geschoben wird. In dieser Röhre zu liegen, kann leicht zu Klaustrophobie führen, und das Ganze wird weiter kompliziert, weil man vollkommen reglos verharren soll, damit das bildgebende Verfahren störungsfrei abläuft. Der Scanner ist außerdem alles andere als leise und erzeugt während des Vorgangs laut dröhnende und brummende Geräusche. Glücklicherweise dauert die gesamte Untersuchung weniger als eine Stunde und wird in verschiedene Durchläufe (Sequenzen) unterteilt, die jeweils einige Minuten währen.

Das letzte Mal, als ich im Scanner lag, blitzten auf einem Bildschirm über meinem Kopf Zahlenreihen auf, die ich mir einprägen sollte. Die Aufgabe führt zu einer erhöhten Stoffwechselaktivität (einschließlich einer Erweiterung der Blutgefäße, chemischer Veränderungen und einer erhöhten Sauerstoffzufuhr) in den Hirnbereichen, die an meinen rechnerischen Fähigkeiten beteiligt sind. In einem angrenzenden Raum wurde diese neuronale Aktivität mit Hilfe von Computern aufgezeichnet und in detailgenaue Bilder umgesetzt. Anhand dieser Bilder können die Wissenschaftler erkennen, wie mein Gehirn auf Zahlen reagiert, und meine neuronale Aktivität mit der von anderen Personen, die dieselbe Aufgabe ausführen, vergleichen.

Das Ganze klingt vielleicht ein bisschen nach *Star Trek*, doch mittlerweile wird diese Art von Technik fast überall auf der Welt eingesetzt. Wissenschaftler verstehen die Komplexität des menschlichen Gehirns allmählich immer besser und gewinnen neue Einblicke, die noch vor einigen Jahren undenkbar gewesen wären. Auf den folgenden Seiten werde ich einige der aufregendsten Entdeckungen vorstellen und erörtern, was diese neue Wissenschaft uns über die Funktionsweise des menschlichen Gehirns verrät. Beginnen wir mit einem kurzen Blick auf die dynamischen Entwicklungsphasen des Gehirns.

Eine kurze Geschichte des Gehirns

Ich bin nicht derselbe Mensch, der ich vor zehn oder zwanzig Jahren war. Das liegt daran, dass mein Gehirn nicht mehr dasselbe ist wie vor ein oder zwei Jahrzehnten oder auch nur vor zwei Tagen. Es mag unglaublich klingen, aber unser Gehirn verändert sich ständig, unser ganzes Leben lang. Dieser anhaltende Prozess der Veränderung und Anpassung beginnt bereits im frühesten Stadium unserer Existenz.

Die erstaunliche Tatsache ist, dass die Geburt jedes Kindes ein Urknall ist – der Anfang eines winzigen und doch ungeheuer komplexen zerebralen Kosmos. Genau genommen setzt der Schöpfungs-

prozess bereits in den ersten Wochen der Schwangerschaft ein, wenn die Neuronen sich in schwindelerregendem Tempo entwickeln: eine Viertelmillion pro Minute. Das fötale Gehirn erzeugt etwa doppelt so viele Nervenzellen, wie es letztendlich brauchen wird – auf diese Weise sorgt die Natur dafür, dass das Neugeborene die besten Chancen erhält, mit einem gesunden Gehirn zur Welt zu kommen. Die meisten dieser überschüssigen Nervenzellen gehen etwa in der Mitte der Schwangerschaft wieder verloren.

Obwohl das Gehirn eines Säuglings bereits eine ungeheure Fülle von Neuronen enthält, sind sie noch unreif und viele sind noch nicht miteinander verbunden. Fast unmittelbar nach der Geburt fängt das Gehirn des Neugeborenen an, zahllose Verbindungen zwischen den Neuronen zu bilden, was den Säugling in die Lage versetzt, zu sehen, zu hören, zu riechen, zu denken und zu lernen. Diese Verbindungen zwischen verschiedenen Nervenzellen (die sogenannten »Synapsen«) entstehen durch eine elektrische Hirnaktivität, die durch die Erfahrungen des Kindes ausgelöst wird, wenn es anfängt, Bilder, Töne und andere Reize der Außenwelt aufzunehmen.

Im Alter von zwei Jahren verfügt das kindliche Gehirn über doppelt so viele Synapsen und verbraucht doppelt so viel physiologische Energie wie das eines Erwachsenen. Etwa in diesem Alter werden viele der Verbindungen »gestutzt« (das sogenannte »Pruning«). Der Grund dafür ist, dass sie nicht benutzt werden, dafür werden andere gestärkt, wenn das Gehirn allmählich seine eigene Feinabstimmung vollzieht. In diesen kritischen ersten Jahren wird ein Großteil der individuellen Neuro-Architektur festgelegt.

Zu weiteren raschen und bedeutsamen Veränderungen im Gehirn kommt es während der Adoleszenz, was diese Zeit in vielerlei Hinsicht zu der tumultreichsten Entwicklungsphase seit dem Verlassen des Mutterschoßes macht. Wissenschaftler haben zum Beispiel festgestellt, dass die Menge der grauen Substanz im Stirnlappen (dem Teil des Gehirns, in dem Emotionen, Impulse und beurteilende Entscheidungen verarbeitet werden) kurz vor Einsetzen der Pubertät schlagartig anwächst, bei Mädchen im Alter von etwa elf und bei Jun-

gen im Alter von zwölf Jahren, gefolgt von einem Zurückstutzen während der gesamten Teenagerzeit. Dieser Entwicklungsprozess des Stirnlappens setzt sich bis gut Anfang zwanzig fort, was erklären könnte, weshalb viele Jugendliche mit impulsivem Verhalten und Stimmungsschwankungen zu kämpfen haben.

Die Vorstellung, dass das adoleszente Gehirn ein »Werk im Werden« ist, wird durch eine Studie bestätigt, bei der man einer Gruppe von Jugendlichen und Erwachsenen verschiedene Bilder von Gesichtsausdrücken zeigte und sie bat, die darin wiedergespiegelten Gefühle zu benennen. Die Erwachsenen schnitten gut ab, aber viele Jugendliche deuteten die Mimik falsch. Durch den Einsatz bildgebender Verfahren bei diesem Test stellten die Wissenschaftler fest, dass die Jugendlichen bei der Aufgabe einen anderen Hirnbe- reich – die Amygdala – nutzten, das heißt die zerebrale Quelle für unverarbeitete Emotionen und instinktive »Bauchreaktionen«. Die gute Nachricht für Eltern lautet, dass sich der Fokus der Hirnaktivi- tät mit zunehmendem Alter allmählich von der Amygdala auf die Stirnlappen verlagert.

Wer älter wird, hat natürlich nicht zwangsläufig mehr Gelegen- heit, in Ruhe nachzudenken, da unsere produktivsten Erwachsenen- jahre häufig durch Phasen von chronischem Stress gekennzeichnet sind. Diese Erfahrungen können das Gehirn teuer zu stehen kom- men. In stressreichen Situationen produziert der Körper vermehrt bestimmte Steroide, die sogenannten Glukokortikoide, die unsere Wachsamkeit fördern. Leider haben sie auch eine toxische Wirkung aufs Gehirn. Bei anhaltendem Stress werden Neuronen geschwächt, und der Hippocampus, der eine entscheidende Rolle für das Lernen und das Erinnerungsvermögen spielt, fängt an zu schrumpfen.

Dieselben Veränderungen im Gehirn sind bei Erwachsenen beob- achtet worden, die an Depressionen leiden, der häufigsten mentalen Störung, von der jeder Fünfte einmal in seinem Leben betroffen wird. Wissenschaftler wissen heute, dass die Wirksamkeit von Anti- depressiva bei klinischen Depressionen nicht, wie ursprünglich an- genommen, darauf beruht, dass sie den Serotoninspiegel im Ge-

hirn erhöhen, sondern darauf, dass sie die Produktion einer bestimmten Proteingruppe, der trophischen Faktoren, fördern, die das Neuronenwachstum anregen.

Schon in den Sechzigerjahren haben Wissenschaftler in Tierversuchen festgestellt, dass das Gehirn neue Zellen erzeugen kann. In einer Reihe bahnbrechender Studien über Vögel zeigte der Neurowissenschaftler Fernando Nottebohm, dass die Neurogenese – die Bildung neuer Hirnzellen – eine entscheidende Rolle für den Gesang der Vögel spielt. Männliche Vögel brauchen neue Neuronen, um ihre komplexen Melodien zu zwitschern. Bis zu ein Prozent der Nervenzellen in der Hirnregion, die für den Gesang zuständig ist, entstehen jeden Tag neu.

Doch erst Ende der Neunzigerjahre fanden Wissenschaftler Nachweise dafür, dass die Neurogenese auch beim menschlichen Erwachsenen auftritt, und widerlegten damit die herrschende Meinung, nach der ein ausgereiftes Gehirn nur Zellen verliert, aber keine neuen bildet. In jüngerer Zeit hat man einigen dieser neuen Nervenzellen bei Testpersonen nachgespürt, indem man die elektrophysiologische Aktivität der Zellen maß, um Aufschluss über ihr Verhalten zu gewinnen. Das Forschungsteam kam zu dem Ergebnis, dass es etwa einen Monat nach der Entstehung neuer Zellen ein Zeitfenster von zwei Wochen gibt, in dem sich die Nervenzellen wie die Neuronen bei einem Neugeborenen verhalten. Die Tatsache, dass diese bei Erwachsenen entstehenden Zellen Verbindungen formen können, die sich nicht von den Neuronenformationen zu Beginn des Lebens unterscheiden, gibt Anlass zu der Hoffnung, dass die Wissenschaft irgendwann in der Lage sein wird, geschädigtes Hirngewebe zu heilen.

Beim Erwachsenen tritt die Neurogenese nur in sehr speziellen Hirnstrukturen wie dem Hippocampus auf. In anderen Regionen nimmt die Zahl der Neuronen mit zunehmendem Alter ab. Im Durchschnitt verliert das menschliche Gehirn im Alter von 20 bis 90 Jahren zwischen 5 und 10 Prozent seines Gewichts. Trotz dieser Tatsache geht das Älterwerden nicht notwendigerweise mit ernsthaf-

ten Beeinträchtigungen unserer kognitiven Fähigkeiten einher. Viele Menschen können auch in hohem Alter arbeiten, lernen und studieren. Ein gutes Beispiel ist der US-amerikanische Dichter Stanley Kunitz, der im Alter von 95 Jahren als *Poeta laureatus* ausgezeichnet wurde und sein letztes Buch mit 100 veröffentlichte.

Der normale Alterungsprozess kann dem Gehirn sogar einige einzigartige Vorteile, die Grundlage der Weisheit, verschaffen. Studien sprechen zum Beispiel dafür, dass die emotionale Ausgeglichenheit mit wachsendem Alter zunimmt und das Gehirn sich so verändert, dass es mehr Kontrolle über negative Gefühle gewinnt und besser in der Lage ist, positive ins Spiel zu bringen. Aufgrund ihrer gesammelten Kenntnisse und Erfahrungen bilden ältere Menschen zudem mehr neuronale Verbindungsnetze, die dem Gehirn die Arbeit erleichtern.

Förderprogramme für das Gehirn

Die bahnbrechende neurowissenschaftliche Entdeckung, dass das Gehirn ein Leben lang wachsen und sich verändern kann, was als »Neuroplastizität« bezeichnet wird, widerspricht der traditionellen Auffassung vom unflexiblen, mechanisch funktionierenden Erwachsenenengehirn, dessen einzelne Regionen genau festgelegte, spezifische Aufgaben nach routinemäßigen Abläufen erfüllen, bis die Mechanik sich mit zunehmendem Alter allmählich abnutzt. Stattdessen haben wir nun ein neues Modell, dem zufolge das erwachsene Gehirn nicht einer starren, unbelebten Maschine gleicht, sondern sich durch ein flexibles, dynamisches Wesen auszeichnet, imstande, erfolgreich auf Verletzungen zu reagieren und sogar durch seine eigenen Denkprozesse neue Synapsenformationen zu bilden. Das hat weitreichende Folgen, nicht nur für Patienten mit neurologischen Erkrankungen, sondern für alle Menschen. Von daher ist es nicht überraschend, dass Wissenschaftler die Neuroplastizität als eine »der herausragenden Entdeckungen des 20. Jahrhunderts« gefeiert haben.

Die neu entdeckte Flexibilität des Gehirns ist zum Beispiel eine gute Nachricht im Falle ernsthafter Hirnschädigungen: In der Medizin galten die durch einen Schlaganfall verursachten Schäden früher als irreparabel, doch Fortschritte in der Behandlung deuten mittlerweile auf etwas anderes hin. Heute sieht man einen Schlaganfall als eine »Hirnattacke« und behandelt ihn genauso wie einen Herzanfall mit verschiedenen Medikamenten und physischen und mentalen Übungen, die sich die natürliche Plastizität des Gehirns zunutze machen und zur Wiederherstellung der Funktionen beitragen.

Zu den häufigen Folgen eines Schlaganfalls gehört etwa eine Schädigung des motorischen Kortex, einer Region auf der linken Hirnseite, die die Bewegungen des rechten Arms steuert. Ärzte nutzen heute ein auf die Neuroplastizität gestütztes Verfahren, die sogenannte »Constraint-induced Movement Therapy« (CIMT), eine Bewegungstherapie mit Einschränkung der gesunden Seite, um eine andere Hirnregion dazu anzuregen, die Funktion des geschädigten Areals zu übernehmen.

Das hilft dem Patienten bei der Überwindung eines Phänomens, das als »erlernter Nichtgebrauch« bezeichnet wird. Wenn eine Hirnregion ihre Funktionsfähigkeit einbüßt, ist der Körperteil, der mit dieser Region verbunden ist, natürlich ebenfalls betroffen und verliert seine Beweglichkeit. Unfähig, den betroffenen Arm zu bewegen, kompensiert der Patient dieses Unvermögen, indem er den anderen Arm benutzt. Mit der Zeit passt das Gehirn sich an, sodass die Wiedererlangung der Bewegungsfähigkeit möglich wird, aber inzwischen hat der Patient bereits »gelernt«, dass der Arm nicht mehr funktionstüchtig ist.

Beim CIMT-Ansatz ist der Patient gezwungen, den betroffenen Arm einzusetzen, weil er den anderen in einer Schlinge trägt. Er benutzt den kranken Arm zwei Wochen lang intensiv bei Alltagstätigkeiten, wie Anziehen, Essen, Kochen und Schreiben. Außerdem unterzieht sich der Patient täglich einer sechsständigen Physiotherapie. Der verstärkte Gebrauch des betroffenen Arms stimuliert die

damit verbundene Hirnregion mit dem Ergebnis, dass der Kontext neue Nervenzellen mit der Bewegung des Arms betraut.

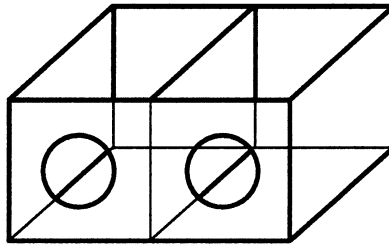
Ein bemerkenswertes Beispiel dafür, wie die Wahrnehmungserfahrung die Hirnstruktur verändern kann, ist das Phänomen der Phantomglieder: Viele Menschen haben nach einer Amputation das Gefühl, das fehlende Körperteil sei immer noch mit dem Körper verbunden und lasse sich ganz normal bewegen und spüren, wobei es sich meistens um Schmerzempfindungen handelt. Einige berichten, der fehlende Körperteil fühle sich an, als ob er ein eigenes Leben, jenseits ihrer Kontrolle, entwickelte.

Der Neurologe V. S. Ramachandran hat die These aufgestellt, dass Phantomglieder Folge einer »Cross-Verdrahtung« (*Cross Wiring*) im somatosensorischen Kortex seien, derjenigen Hirnregion, die bei jeder Berührung des Körpers aktiviert wird. Tatsächlich ist die gesamte Oberfläche des menschlichen Körpers auf der des Gehirns wie auf einer Karte abgebildet, sodass, wenn jemand zum Beispiel an der Hand berührt wird, Neuronen im entsprechenden Teil des Gehirns reagieren. Professor Ramachandran ist zu seiner Theorie durch die Arbeit von Wissenschaftlern angeregt worden, die entdeckt hatten, dass das Gehirn seine sensorische Kartierung verändert, wenn eine Hirnregion keine Signale mehr erhält. Im Anschluss an eine Amputation übernehmen die angrenzenden Kortexregionen (diejenigen, die mit Arm und Gesicht verbunden sind) die Aufgabe des Areals, das für die fehlende Hand verantwortlich ist.

Um seine These experimentell zu überprüfen, arbeitete Ramachandran mit einem Patienten namens Tom zusammen, dem nach einem Autounfall der linke Unterarm amputiert worden war und der über Jucken und Schmerzen in seinen Phantomfingern klagte. Nachdem Ramachandran Tom die Augen verbunden hatte, strich er mit einem Wattestäbchen über verschiedene Körperteile und fragte ihn, wo er die Berührungen wahrnehme. Als Ramachandran über Toms Wange strich, berichtete dieser über eine Empfindung in seinem fehlenden Daumen; bei der Berührung der Oberlippe meinte

er, der Professor berühre seinen nicht vorhandenen Zeigefinger. Eine Berührung des Unterkiefers verursachte eine Empfindung in seinem fehlenden kleinen Finger. Auf diese Weise konnte Ramachandran eine vollständige »Karte« von Toms fehlender Hand auf seinem Gesicht ermitteln. Nachfolgende Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren bei Patienten mit Phantomglied-Syndrom bestätigten die Befunde des Professors.

Ramachandran sah sich mit einem weiteren seltsamen Phänomen konfrontiert: Manche Patienten litten nach der Amputation gelähmter Gliedmaßen weiterhin unter schmerzhaften Lähmungsempfindungen in den Phantomgliedern. Er vermutete, dass es sich dabei um eine Art »erlernter Lähmung« handelte, ähnlich dem »erlernten Nichtgebrauch« von Gliedmaßen bei Schlaganfallpatienten. Ramachandran nutzte seine Arbeit, um eine innovative Methode zur Linderung dieses anhaltenden Schmerzes zu entwickeln: Seine »Spiegelbox« hilft dem Patienten, die Lähmung zu »verlernen«, indem das Gehirn zu der Annahme verleitet wird, dass der fehlende Arm noch immer vorhanden sei.



Der Patient legt den gesunden Arm in eine der Öffnungen der Box und den amputierten Arm in die andere. Dann führt der Patient wiederholte Bewegungen aus, so als wollte er in die Hände klatschen, und zwar in Richtung eines Spiegels, der in der Mitte der Box angebracht ist. Das Spiegelbild der gesunden, sich bewegenden Hand lässt es so aussehen, als ob die fehlende sich ebenfalls bewe-