

DIE  ZEIT

Unser geheimnisvolles Ich

Die Welt im Kopf

Was unser Gehirn kann

Band 1

 Springer Spektrum

Impressum

Herausgegeben von Zeitverlag Gerd Bucerius GmbH & Co. KG und Springer Verlag GmbH Berlin Heidelberg

Herausgeber Andreas Sentker, DIE ZEIT

VERLAG Zeitverlag Gerd Bucerius GmbH & Co. KG
Pressehaus, Buceriusstraße, Eingang Speersort 1, 20095 Hamburg
Springer Verlag GmbH Berlin Heidelberg
Tiergartenstraße 17, 69121 Heidelberg

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

© 2015 Zeitverlag Gerd Bucerius GmbH & Co. KG und Springer Verlag GmbH Berlin Heidelberg. Springer Verlag GmbH Berlin Heidelberg ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Dieser Band ist ein Teil des dreibändigen Gesamtwerks »Unser geheimnisvolles Ich« (ISBN 978-3-662-46973-6)

Projektleitung Sabine M. Müller

Lektorat Andreas Sentker, Sabine M. Müller

Lektorat Springer Spektrum Frank Wigger

Einbandgestaltung und Layout Ingrid Wernitz

Layout Simone Detlefsen

Herstellung Torsten Bastian (verantw.), Dirk Woschei

Druck und Bindung Mohn Media Mohndruck GmbH, Gütersloh

Printed in Germany

Die Texte der in diesem Werk verwendeten »Stichworte« sind den folgenden Bänden der bei Springer Spektrum erscheinenden Reihe »50 Schlüsselideen« (englische Originalausgabe bei Quercus, UK) entnommen:

Adrian Furnham, 50 Schlüsselideen Psychologie (ISBN 978-3-8274-2378-8), Moheb Costandi, 50 Schlüsselideen Hirnforschung (978-3-662-44190-9), Richard Watson, 50 Schlüsselideen der Zukunft (978-3-642-40743-7), Ben Dupré, 50 Schlüsselideen Philosophie (978-3-8274-2394-8), Peter Stanford, 50 Schlüsselideen Religion (978-3-8274-2638-3), Mark Henderson, 50 Schlüsselideen Genetik (978-3-8274-2380-1), Edmund Conway, 50 Schlüsselideen Wirtschaftswissenschaft (978-3-8274-2634-5).

Vorwort

Sie sind in die tiefsten Ozeangräben hinabgetaucht und haben die höchsten Berge bezwungen. Forscher haben Urwälder erobert und Wüsten durchquert. Sie haben Atome gespalten. Sie haben die Welt mit immer größeren Maschinen in immer kleinere Bausteine zerlegt. Sie haben das Erbgut des Menschen entziffert und können heute mühelos in unseren Genomen lesen – auch wenn sie noch nicht jeden Teil der Lektüre verstehen.

Das vielleicht letzte große Rätsel der Wissenschaft ist das Phänomen, das wir »Ich« nennen. Über Jahrhunderte war die Frage nach diesem Ich das exklusive Terrain für philosophische Gedankengänge. Heute streiten sich Hirnforscher mit Programmierern, Psychologen mit Neuroanatomen, Physiker mit Medizinerinnen über die Frage, was unser Bewusstsein ausmacht. Was meinen wir eigentlich, wenn wir von »Bewusstsein« sprechen? Wie entsteht es? Und kann man es überhaupt erforschen? Schließlich ist das Ich naturgemäß höchst subjektiv. Aber auch höchst bedeutsam.

Darum mischt bei der Ich-Suche längst die große Politik mit. US-Präsident George W. Bush hatte schon 1990 eine »*decade of the brain*« ausgerufen und Milliarden Dollar in die Forschung gesteckt. Die amerikanisch zweckoptimistische Hoffnung, zur Jahrtausend-

wende seien alle Fragen zur Entstehung des Bewusstseins beantwortet, hat sich nicht erfüllt. Für die Forscher ein Glück: Sie haben noch genug Arbeit vor sich. Und sie planen dabei in immer größeren Dimensionen: Die EU will mit einer Milliarde Euro ein Gehirn im Computer nachbauen lassen – ein höchst umstrittenes Simulationsprojekt mit offenem Ausgang.

Bewusstseinsforschung ist ein großes Abenteuer – und ein prestigeträchtiges dazu. Denn noch ist die Frage völlig offen, ob sich das Rätsel des Geistes jemals lösen lassen wird. Können wir mit der Arbeit unseres Gehirns unser Gehirn erklären? Viele Forscher haben eine eigene Theorie dazu – und manche glauben nicht, dass die Wissenschaft je eine Lösung finden wird.

Bei ihrer Suche aber haben die Forscher Faszinierendes über unser Gehirn herausgefunden. Seine Leistung übertrifft die eines jeden Computers. Seine Architektur ist in Jahrtausenden der Evolution zu ungeheurer Komplexität herangewachsen. Dabei ist es unfassbar anpassungsfähig geblieben. Es verändert sich mit jedem Gedanken. Und bleibt sich dabei doch erstaunlich treu.

Es ist aber auch ein verletzliches Organ – jedes Jahr durchlebt ein Drittel der Menschen ein psychisch bedingtes Leiden. Auf der Suche nach geeigneten Therapien wie bei der Erforschung der Grenzzustände unseres Geistes lernen die Wissenschaftler oft Überraschendes über die Funktionsweise des Zentralorgans in unserem Kopf.

Sie haben die Traumdeutung der Herrschaft der Psychoanalyse entrissen und zum Feld der Hirnforschung werden lassen. Die Mediziner liefern mit ihren immer leistungsfähigeren Tomografen faszinierende Einblicke in das denkende Gehirn – im Wortsinn tief gehende Einsichten für die Grundlagenforschung.

Wie sehr das Ich vom Funktionieren unseres Gehirns abhängt, merken wir, wenn dieses Ich zerfällt. Noch immer hat die Forschung keine Therapie gegen Alz-

heimer und andere Demenzerkrankungen. Doch gerade sie zeigen: Bewusstseinsforschung ist nicht nur ein intellektuelles Abenteuer, sie ist keine Spielwiese der Wissenschaft. Ihre Ergebnisse prägen unser Bild von unserem Ich und ihre Einsichten künftig vielleicht auch unseren Alltag, mit neuen Ansätzen im Kampf gegen Sucht und Depression zum Beispiel.

Neben wichtigen praktischen Antworten aber liefert moderne Hirnforschung vor allem eines – eine neue Herangehensweise an die ganz großen Fragen: Wer sind wir? Woher kommen wir? Wohin gehen wir?

Bei ihrer Suche aber haben die Forscher Faszinierendes über unser Gehirn herausgefunden. Sie haben das Feuern der Neuronen entschlüsselt. Sie haben die Botenstoffe analysiert, die Furcht oder Vertrauen, Stress oder Hochgefühl auslösen. Sie haben Schaltpläne der Sinnesverarbeitung gezeichnet. Und sie sind doch noch immer voller Ehrfurcht angesichts dieses einzigartigen Organs: Seine Leistung übertrifft jeden Computer. Seine Architektur ist in Jahrtausenden der Evolution zu ungeheurer Komplexität herangewachsen. Dabei ist es unfassbar anpassungsfähig geblieben. Es verändert sich mit jedem Gedanken. Und bleibt sich dabei doch erstaunlich treu.

Hamburg und Heidelberg
März 2015

*Andreas Sentker
und Frank Wigger*

Kapitel

1. Wunderwerk Gehirn	16-74
2. Grenzzustände	76-113
3. Die Sinne	114-157
4. Das erkrankte Gehirn	158-209
5. Das alternde Gehirn	210-244

Inhalt

1. Wunderwerk Gehirn

Im Labyrinth des Denkens	17
In Lausanne suchen Forscher auf vielen Wegen nach Antworten.	
Stichwort: Phrenologie	25
Ich bin zwei	30
Unser Gehirn führt ein Doppelleben.	
Sind die Gedanken noch frei?	39
Hirnforscher erkennen unsere geheimen Absichten.	
Alle für einen!	49
Der Drang zum Miteinander ist tief in unserem Gehirn verankert.	
Bauteile für die Seele	54
Ist der Geist bloß Biologie?	
Die Zellen des Anstoßes	61
Spiegelneuronen sollen Basis sein für Mitgefühl, Kultur und Sprache.	
Stichwort: Das Nervensystem	67
Die große Neuro-Show	71
Was wurde aus den Verheißungen der Hirnforschung?	

2. Grenzzustände des Gehirns

Jenseits von Gut und Böse	77
Sind wir für unser Verhalten im Schlaf verantwortlich?	
Sehnsucht nach Schlaf	83
Unser hektischer Alltag erzeugt chronischen Schlafmangel.	
Stichwort: Vielleicht auch träumen	88
Die Dramaturgie der Nacht	93
Im Schlaf räumt das Gehirn auf und festigt Erinnerungen.	
Leerlauf im Kopf	100
Was tut unser Gehirn, wenn wir nichts Bestimmtes tun?	
Stichwort: Bewusstseinsstörungen	104
Das Ringen um Worte	108
Ein Unfall verwandelte Erik Ramsey in eine lebende Statue.	

3. Die Sinne

Auf den Geschmack gekommen	115
Riechen und Schmecken gelten als niedere Sinne.	
Stichwort: Sensorische Wahrnehmung	125
Tote Nase	129
Der Mensch verlernt das Riechen.	
Trau den Augen nicht	132
Michael Bach erforscht seltene Augenleiden.	
Stichwort: Optische Täuschungen	137
Der sechste Sinn	142
Alle haben ihn, kaum jemand kennt ihn: Den Körpersinn.	
So klingt das Leben	147
Musik kann trösten und glücklich machen.	
Volle Dröhnung	154
Mit allen möglichen Tricks wird um die Aufmerksamkeit der Hörer geworben.	

4. Das erkrankte Gehirn

Immer auf der Kippe	159
Zwischen Neurose und Psychose, zwischen Angst und Wahn spielt sich das Leben von Borderlinern ab.	
Stichwort: Illusion und Realität: Wahn	164
Ohnmächtig im Strudel negativer Gedanken	169
Keine psychische Erkrankung ist so häufig wie die Depression.	
Mitten ins Leben	172
Psychisch kranke Menschen haben es schwer, Arbeit zu finden.	
Stichwort: Nicht neurotisch, nur anders	177
Auf der Suche nach der gesunden Mitte	182
Menschen, die an einer Bipolaren Störung leiden, leben in den Extremen.	
Schau mir in die Augen	186
Autisten nehmen ihre Umwelt als eine Flut von Details wahr.	
Wahnsinns-Typen	192
Wie gestört muss man sein, um Besonderes zu leisten?	

	Coach oder Couch	203
	Über seelische Leiden wird so offen geredet wie nie.	
5. Das alternde Gehirn		
	Ist Alzheimer angeboren?	211
	Eine Hypothese zur Ursache des Hirnleidens.	
	Stichwort: Das alternde Gehirn	218
	Damit die Würde bleibt	222
	Die Diagnose Alzheimer löst oft Horrorvorstellungen aus.	
	Im Dorf des Vergessens	229
	Im niederländischen De Hogeweyk genießen Menschen mit Demenz maximale Freiheit.	
	Stichwort: Neurodegeneration	235
	Drück mich!	239
	In Japan ist der Kuschel-Roboter »Paro« bei alten Menschen beliebt.	
Anhang		
	Autorenverzeichnis	247
	Bildnachweis	251

1

Wunderwerk Gehirn

Wird die Wissenschaft die Funktionsweise des menschlichen Gehirns dereinst vollständig verstanden haben, das komplexe Zusammenspiel von mehr als 100 Milliarden Nervenzellen? Forscher bauen Hirnstrukturen im Computer nach, suchen nach Aktivitätsmustern im Kopf. Sie fahnden nach der Basis von Mitmenschlichkeit und sammeln immer mehr Daten. Doch mit jeder Antwort stoßen sie auf neue Fragen. Bleibt am Ende ein großes Rätsel?

Im Labyrinth des Denkens

Wie erschaffen 100 Milliarden Nervenzellen in unserem Kopf Geist und Bewusstsein? In Lausanne suchen Forscher auf vielen Wegen nach Antworten. Sie bauen das Gehirn künstlich nach und lassen die Seele aus dem Körper fahren

Willkommen im Heimkino des Blue Brain Project in Lausanne! Was auf der Leinwand sichtbar wird, ist der faszinierende Versuch, das Innenleben des Gehirns dreidimensional erlebbar zu machen. Denn die bunt gefärbten Nervenzellen und -fasern entstammen allesamt dem Rechner. Einer der größten Supercomputer der Welt simuliert die Neuronen und ihr Zusammenwirken mit nie da gewesener Deutlichkeit. Mit Hilfe einer 3-D-Brille kann man sich in das Zellgespinnst hineinversetzen und staunend durch ein Gebilde schier unentwirrbarer Komplexität reisen, in dem doch alles seinen Platz hat und auf geheimnisvolle Weise zusammenwirkt.

Derzeit besteht das künstliche Hirngewebe aus 10 000 Nervenzellen. Doch das ist nur der Anfang. Irgendwann sollen in der Blue-Brain-Simulation 100 Milliarden Neuronen zusammengefügt werden – zu einer vollständigen Kopie eines menschlichen Gehirns! Sind die Neurowissenschaftler am Genfer See vielleicht größenwahnsinnig?

»Das hier ist kein Frankenstein-Projekt«, stellt Henry Markram als Erstes klar. Der ruhig und zurückhaltend wirkende Südafrikaner sitzt in Jeans und Pullover in seinem Universitätsbüro und ist auf Journalisten nicht allzu gut zu sprechen. Seit er im Jahre 2005 das Blue Brain Project gestartet hat, musste er immer wieder reißerische Artikel über sein Kunsthirn lesen, mit dem er angeblich das Rätsel des Bewusstseins lösen oder die menschliche Seele in eine Maschine verpflanzen wolle. Alles Quatsch, meint der Hirnforscher. »Es geht uns nicht um Künstliche Intelligenz, sondern um ein besseres Verständnis«, erklärt Markram. »Wir wollen ein realistisches Modell des Gehirns erzeugen, in das wir alle bekannten Forschungsergebnisse integrieren. Wenn das gelingt, haben wir ein fantastisches Werkzeug. Wir können zum Beispiel die Wirkung von Medikamenten im Hirn punktgenau simulieren.«

In der Tat, wenn das gelänge, wäre dies eine Revolution und Markram so etwas wie der Einstein der Hirnforschung. Denn trotz eines gigantischen

Forschungsaufwandes – jedes Jahr werden etwa 35 000 neurowissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht – fehlt noch immer ein umfassendes Modell des Gehirns. Zwar wurde das honigmelonengroße Organ in den vergangenen Jahrzehnten immer genauer seziiert; man hat bestimmte Denktätigkeiten einzelnen Hirnarealen zugeordnet, deren Morphologie studiert und die elektrische Aktivität der grauweißen Schwabbelmasse analysiert, bis hinunter zur Reizleitung einzelner Zellen. Doch all das, was unsere menschliche Einzigartigkeit ausmacht, schien sich dabei unter dem Mikroskop gleichsam in Luft aufzulösen. Und die entscheidenden Fragen sind noch immer ungeklärt: Wie bringt das Nervengeflecht in unserem Kopf Gedanken hervor, auf welche Weise führt das Neuronenfeuer zu so etwas wie Bewusstsein, kurz: Wie entsteht aus Materie Geist?

Kann man das Hirn simulieren? Nicht wenige halten die Idee für spinnert

Wer Antworten auf solche Fragen sucht, findet derzeit kaum einen geeigneteren Ort als die École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Hier ist nicht nur das Blue Brain beheimatet, sondern auch das Labor für kognitive Neurowissenschaft, das mit der Erforschung seltsamer Bewusstseinsphänomene Schlagzeilen macht: Hier geht es um Spiegelhalluzinationen, Doppelgängerphänomene oder *out of body*-Erlebnisse, bei denen sich die Seele regelrecht vom Körper zu lösen scheint. Solche »außerkörperlichen« Erfahrungen treten manchmal in Todesnähe auf und werden gerne mit religiösen oder esoterischen Vorstellungen in Zusammenhang gebracht. Im Labor für kognitive Neurowissenschaft dagegen werden sie fast schon routinemäßig erzeugt.

Wer also die hundert Meter zurücklegt, die die beiden Labors in Lausanne trennen, durchmisst das gesamte Spektrum der modernen Hirnforschung, von der Anatomie einzelner Neuronen bis zur Frage, wie aus ihrem Zusammenwirken am Ende Geist und (Selbst-)Bewusstsein entstehen. Und er lernt zwei sehr gegensätzliche Zugänge zum Gehirn kennen: zum einen die Analyse merkwürdiger Bewusstseinszustände, aus denen man sozusagen *top-down* auf die Funktionsweise des Gehirns rückschließt; zum anderen den kühnen Versuch, das Denkorgan *bottom-up* aus seinen Einzelteilen wieder zusammensetzen.

Dass solche ungewöhnlichen Experimente an einer kleinen, idyllisch gelegenen Schweizer Hochschule stattfinden, liegt daran, dass die EPFL nicht unter dem Ballast der Traditionen leidet. Erst vor sechs Jahren hat die École Polytechnique, die sich als »eine der innovativsten Universitäten in Europa« lobt, eine neue Fakultät für Lebenswissenschaften aus der Taufe gehoben. Und die Forscher, die hier in moderne Labors einzogen, von deren Fenstern aus man den Schnee auf den Gipfeln der französischen Alpen sieht, konnten von Anfang an visionäre Ideen in Angriff nehmen, ohne sich groß um Traditionen oder die Bedenken alteingesessener Kollegen scheren zu müssen.

Henry Markram kam 2002 vom Weizmann-Institut in Israel, weil er die Chance sah, endlich seinen Traum vom Kunsthirn zu verwirklichen, den er seit

Jahren mit sich herumtrug. »Ich hatte damals auch Angebote von Eliteuniversitäten in den USA«, erzählt der 45-Jährige, »aber ich stellte fest, dass ich dort meine Zeit mit dem Schreiben von Forschungsanträgen hätte zubringen müssen.« In Lausanne dagegen war die Hochschulleitung mutig genug, das Blue Brain Project von Anfang an finanziell zu unterstützen – ohne genau zu wissen, wohin es am Ende führen würde.

Die Meinungen der Fachwelt über das Experiment sind bis heute geteilt. Nicht wenige Wissenschaftler halten schon allein die Idee, das Hirn nachzubauen zu wollen, für spinnert. Hat nicht die Geschichte der Hirnforschung genug Bescheidenheit gelehrt? Ist nicht mit jeder neuen Untersuchungsmethode eine Euphorie ausgebrochen, die ebenso schnell wieder verflog? Über die Phrenologen, die Ende des 18. Jahrhunderts postulierten, man könne an der Form der Schädelknochen den menschlichen Charakter ablesen, lachen wir heute nur noch. Als hundert Jahre später Camillo Golgi und Ramón y Cajal mit einer speziellen Färbetechnik erstmals die Neuronen und ihre Verbindungen (Synapsen) sichtbar machten, glaubte man, endlich den Schlüssel zum Gehirn gefunden zu haben. Auch der junge Sigmund Freud hoffte damals, in dem grauweißen Nervengeflecht den Schlüssel zum menschlichen Seelenleben zu finden – vergebens. Wiederum hundert Jahre später führte der Boom der bildgebenden Verfahren – Computer-, Kernspin- und Positronenemissionstomografie – zu neuer Euphorie. Der amerikanische Präsident rief die 1990er Jahre zur *decade of the brain* aus, Forscher gaben ihren Büchern großspurige Titel wie *Was die Seele wirklich ist*, und es schien, als sei das jahrhundertalte Leib-Seele-Problem schon so gut wie gelöst. Doch inzwischen macht sich von Neuem Ernüchterung breit. Die bunten Bilder aus dem Kernspintomografen zeigen eben doch nur den Blutfluss im Gehirn und nicht das Denken selbst. Und prominente Vertreter der Zunft wie Wolf Singer stellen selbstkritisch fest, »dass wir heute weniger wissen, wie das Gehirn funktioniert, als wir vor zwanzig, dreißig Jahren zu wissen glaubten«.

Ein dreidimensionales Puzzle mit 30 Millionen Verbindungsstellen

Und da will Henry Markram nun das Rätsel fast im Alleingang lösen? »Ich verstehe die Skepsis«, sagt der Neurobiologe. »Aber für mich lautet die Frage nicht: Ist es möglich, das Gehirn nachzubauen? Sondern: Was braucht man, damit es möglich wird?« Das Blue Brain Project soll genau diese Frage beantworten.

Der eingangs gezeigte Film, die Reise durch den bunten Nerven-Tropenwald, ist die Frucht von fünfzehn Jahren harter Arbeit. So lange hat Markram Daten gesammelt, hat bei dem deutschen Nobelpreisträger Bert Sakmann in Heidelberg gelernt, wie man in Rattenhirnen einzelne Nervenzellen untersucht und wie man ihre Kommunikation abhört. »Heute haben wir eine riesige Datenbank mit über 10 000 *recordings* von Zellen, mit Hunderttausenden Kommunikationsmustern, mit Studien zur Genexpression und so weiter«, erzählt Markram,

Stichwort

Bewusstseinsstörungen

Wachbewusstsein ist die Fähigkeit, uns selbst und die Welt um uns herum bewusst wahrzunehmen.

Bei Patienten in einem minimalen Bewusstseinszustand (minimal conscious state) ist sie stark reduziert, bei Patienten im Wachkoma fehlt sie vermutlich vollständig. Neue Methoden haben jedoch gezeigt, dass einige

Wachkomapatienten ein gewisses Maß an Bewusstsein zurückbehalten haben, und ermöglichen Forschern, mit ihnen zu kommunizieren.

Das Wachbewusstsein ist eine wesentliche Komponente des Bewusstseins. Es wird von der koordinierten Aktivität vieler Teile des Gehirns erzeugt, vor allem vom zerebralen Kortex, der Dutzende von spezialisierten Bereichen für die Verarbeitung von sensorischen Informationen aus dem Körper und der Umwelt beherbergt. Das Wachbewusstsein hängt zudem von intakten Verbindungen zwischen dem Kortex und subkortikalen Strukturen wie dem Thalamus ab und ist eng mit dem »Wecksystem« verknüpft, das von Teilen des Hirnstamms, dem aufsteigenden retikulären Aktivierungssystem (ARAS), kontrolliert wird.

Bessere Diagnosemöglichkeiten Wir wissen, dass Aufmerksamkeit und Wachbewusstsein bei Bewusstseinsstörungen wie beim minimalen Bewusstseinszustand und beim vegetativen Zustand stark beeinträchtigt sind, doch wir haben noch immer keine Möglichkeit, die Stufe des Bewusstseins bei solchen Patienten zu bestimmen oder zwischen diesen Zuständen zu unterscheiden, um sie korrekt zu diagnostizieren. Diese Situation begann sich vor zehn Jahren zu ändern, denn dank technischer Fortschritte besserten sich die Diagnosemöglichkeiten

der Ärzte. Mithilfe dieser neuen Methoden ließ sich zeigen, dass ein signifikanter Teil der Wachkomapatienten, von denen man annahm, sie seien völlig ohne Bewusstsein, tatsächlich über ein gewisses Maß an Bewusstsein verfügen und auch in der Lage sind, ihre Gedanken mitzuteilen, obgleich sie bei Verhaltenstests keine Reaktionen zeigen.

Bewusstseinsstörungen werden meistens von schweren Hirnschäden nach einer traumatischen Hirnverletzung ausgelöst. Schätzungsweise 100 000 bis 200 000 Menschen weltweit leiden an solchen Störungen, auch wenn man gegenwärtig davon ausgeht, dass bis zu 40 Prozent falsch diagnostiziert worden sein könnten. Jeder dieser Zustände geht mit anderen Folgen einher, doch eine korrekte Diagnose ist eine große Herausforderung. Beispielsweise ist die Erholungswahrscheinlichkeit bei Patienten in einem minimal bewussten Zustand allgemein größer als bei Wachkomapatienten, doch wir können immer noch nicht vorhersagen, wessen Zustand sich bessern könnte oder in welchem Maße. Die klinische Forschung konzentriert sich inzwischen auf die Entwicklung von Methoden, die eine Unterscheidung zwischen diesen Typen von Bewusstseinsstörungen ermöglichen. Die Möglichkeit, korrekte Diagnosen zu stellen, könnte Ärzten helfen, bessere Voraussagen über die Erholungschancen von Patienten zu machen.

Zu den wichtigsten Bewusstseinsstörungen gehören:

Koma: Ein Koma ist ein Zustand tiefer Bewusstlosigkeit. Komapatienten können sich weder bewegen noch ihre Augen öffnen oder in irgendeiner Form auf äußere Reize reagieren. Sie zeigen keinen normalen Schlaf-wach-Rhythmus, und man nimmt an, dass ihnen jedes Wachbewusstsein fehlt. Sie können nicht alleine atmen und müssen daher beatmet werden, um zu überleben. Nur selten verbringen Menschen längere Zeit im Koma – entweder bessert sich ihr Zustand ein wenig, oder sie sterben innerhalb weniger Wochen.

Vegetativer Zustand: Einige Patienten treten nach einer kurzen Zeit des Komas in einen vegetativen Zustand ein, der auch als Wachkoma bezeichnet wird. Bei denjenigen, die mehr als einen Monat in diesem Zustand verharren, ohne dass es Zeichen der Verbesserung gibt, spricht man von einem andauernden vegetativen Zustand (*persistent vegetative state*). Der Schlaf-wach-Zyklus bleibt im vegetativen Zustand erhalten, und die Patienten wirken, als seien sie wach, doch sie zeigen keinerlei Anzeichen von Wachbewusstsein. Neue Methoden zur Evaluierung der Hirnfunktion haben jedoch demonstriert, dass mindestens einer von fünf Patienten mit der Diagnose »Wachkoma« tatsächlich noch über ein gewisses Maß an Wachbewusstsein verfügt.

Trau den Augen nicht

Michael Bach erforscht seltene Augenleiden. Dabei helfen ihm optische Täuschungen: Sie zeigen, wie das Sehen funktioniert

Wenn Michael Bach Menschen für die Wissenschaft begeistern will, macht er mit ihnen ein Frankfurter Würstchen. Viel braucht er dazu nicht, weder Fleisch noch heißes Wasser, noch Senf, nur zwei Finger, zwei Augen und ein Gehirn. »Deuten Sie mit den Spitzen Ihrer Zeigefinger vor Ihren Augen aufeinander. Lassen Sie dabei eine Lücke. Und nun sehen Sie zwischen den Fingern hindurch in die Ferne. Na, haben Sie es?«

Ja, da schwebt es. Etwas, das aussieht wie ein Frankfurter Würstchen, nur ohne Senf: eine optische Täuschung. Wenn man in die Ferne schaut, haben die Augen für nahe Objekte nicht mehr die richtige Position. Das Bild, das vom rechten Auge wahrgenommen wird, kann deshalb nicht mehr mit dem Bild des linken Auges verschmolzen werden. Das Gehirn schwankt zwischen beiden Möglichkeiten, und währenddessen kommt es zur Täuschung: Die Spitzen der beiden Zeigefinger mutieren zu einem Würstchen.

»Faszinierend, nicht?« Michael Bachs blaue Augen blicken durch seine Brille und seine Zeigefinger hindurch, über den großen Computerbildschirm in seinem Büro hinweg, dorthin, wo die alte Couch steht und die Plakate vom Theater hängen. Hunderte Male muss er das Würstchen schon gesehen haben, aber noch immer freut er sich darüber wie ein Junge, der eben die Süßwarenabteilung eines Supermarktes betreten hat. »Mein Forschungsgegenstand hat den Vorteil, dass er extrem anschaulich ist«, sagt er und grinst.

Michael Bach ist Sehforscher. Er leitet die Abteilung funktionelle Sehforschung und Elektrophysiologie an der Universitäts-Augenklinik Freiburg. Dort untersucht er Menschen mit seltenen Augenkrankheiten. Er entwickelt mit seinem Team Verfahren, mit denen man objektiv die Sehschärfe messen kann oder mit denen Ärzte irgendwann schon die Anfänge eines grünen Stars nachweisen sollen. Und er erforscht, was bei optischen Täuschungen im Gehirn vor sich geht. Seit zehn Jahren betreibt er eine weltweit bekannte Website, auf der er 78 optische Täuschungen präsentiert und erklärt.

Viele Menschen mit seltenen Augenkrankheiten suchen **Michael Bach** auf. Der Sehforscher arbeitet an der Universitäts-Augenklinik Freiburg.

