

Hans J. Markowitsch
Margit M. Schreier

Reframing der Bedürfnisse

Psychische
Neuroimplantate

EBOOK INSIDE

 Springer

Reframing der Bedürfnisse

Hans J. Markowitsch • Margit M. Schreier

Reframing der Bedürfnisse

Psychische Neuroimplantate

Mit 48 Abbildungen



Springer

Hans J. Markowitsch
Baden-Baden, Deutschland

Margit M. Schreier
Stuttgart, Deutschland

ISBN 978-3-662-58264-0 ISBN 978-3-662-58265-7 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-58265-7>

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

Springer

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2019

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 allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Fotonachweis Umschlag: © Photostudio/istockphoto.com

Zeichnungen: Christine Goerigk, Ludwigshafen

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Geleitwort

Dieses Buch stellt in mehrfacher Hinsicht eine Überraschung dar, die schon mit dem Buchtitel beginnt. Neuroimplantate werden gewöhnlich zuerst einmal als technische Hilfsmittel verstanden, die (defizitäre) Funktionen verbessern sollen und mit einem operativen Eingriff verbunden sind. Diese Form von Implantaten ist hier allerdings nicht gemeint, sondern es geht um mentale Interventionen. Bedürfnisse sollen durch Imagination, durch Vorstellungsverwirklichung befriedigt oder gestillt werden.

Bevor man aber zu dieser Thematik vordringt, wird von den Autoren vorgestellt, was im Zentrum menschlichen Daseins steht oder stehen sollte – eine Balance seiner Wünsche und Möglichkeiten zu erreichen, als Homöostase bezeichnet. Die Autoren definieren diesen Term aus neurowissenschaftlicher Sicht – wie überhaupt der Buchinhalt sich stark an neurowissenschaftlichen Grundlagen und Erkenntnissen orientiert. Hierin liegt sicher eine Stärke der Argumentation, die kenntnisreich und vielfältig ausgespielt wird. Das Buch ist aber keineswegs rein „hirnorientiert“; es bezieht vielfältige Aspekte und Gesichtspunkte insbesondere auch aus der Entwicklungs- und Sozialpsychologie mit ein und argumentiert immer integrativ. Der Mensch wird auch von seiner geschlechtlichen Seite her betrachtet sowie hinsichtlich des Wechselspiels von Emotion und Kognition. Überhaupt zieht sich eine bio-psycho-soziale Sichtweise durch das ganze Buch. Dadurch werden Sichtweisen aus Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaften wechselseitig angesprochen und verbunden.

Gemäss der Natur der zentralen Thematik wird der Bereich von Fehlerinnerungen und Erinnerungsvorstellungen detailliert dargestellt, aber auch auf Entwicklungen der Digitalisierung wie digitales Lernen abgehoben. Weitere Spielarten von Gedächtnismanipulationen und Erinnerungsveränderungen werden ebenfalls angesprochen und in ihren Konsequenzen für menschliches Verhalten im sozialen Kontext beleuchtet. Auch die Hirnebene kommt in diesem Zusammenhang nicht zu kurz, insbesondere, wenn bei der Erörterung von Gedächtnishänomenen wie Intrusionen und Konfabulationen auf die Epoche der Psychochirurgie, ihrer historischen Bewertung und ihrer Bedeutung im gegenwärtigen Kontext der Gedächtnisforschung rekurriert wird.

Auf die vielfältigen Grundbedürfnisse, deren Umsetzung eine homöostatische Selbstverwirklichung möglich macht, wird ausführlich und untermauert durch Erkenntnisse der Hirnforschung Bezug genommen.

Die Wichtigkeit elektronischer Medien in der heutigen Zeit wird kritisch und intensiv diskutiert, bevor dann in den letzten Buchkapiteln konkret auf Anwendungsaspekte von Neuroimplantaten zur Erfüllung von Grundbedürfnissen eingegangen wird.

Mir als Neurowissenschaftler mit interkulturellem und interdisziplinärem Hintergrund hat die Lektüre dieses Buches sehr viel Spass gemacht, aber auch eine Reihe bedeutender Erkenntnisgewinne gebracht. Ich wünsche dem Werk eine weite Verbreitung – die Lektüre ist mit Sicherheit lohnend und ausserordentlich gewinnbringend.

Professor Dr. Pasquale Calabrese
Behavioral Neurology & Neuropsychology, Universität Basel

Vorwort

Ein Buch mit dem Titel *Psychische Neuroimplantate – ein Weg zur Bedürfnisstillung* klingt sicher erst einmal ungewöhnlich (und macht hoffentlich auch neugierig). Wir beschreiten mit diesem Thema einen neuartigen Zugang, Menschen mit Hilfe wissenschaftlich begründeter Methoden Hilfestellung für eine Lebensoptimierung zu liefern. Urheberin von Ausdruck und Methode der Psychischen Neuroimplantate ist die weibliche der beiden Autoren. Neuroimplantate werden dabei nicht im konventionellen Sinne als körperlich eingepflanzte Chips verstanden (die einem z. B. die chinesische Sprache als Konversationshilfe liefern; s. auch Le Friec et al., 2017¹ und die Diskussion des Ethikrates zu Neuroimplantaten² – dort auch verstanden als „technische Geräte, die in das Gehirn des Menschen oder in andere Körperbereiche eingesetzt werden“), sondern als psychisch selbstinduzierte Hilfestellungen, sein Leben optimal in den Griff zu bekommen oder zu gestalten. Insofern vertreten wir – die Autoren – natürlich eine positive Einstellung zu dieser Methodik. Trotzdem verweisen wir in Kap. 6 auf Gefahren und ethische Gesichtspunkte von Implantaten.

Die angebotenen Wege zur Lebensperfektion sollen selbst gewählt und selbstverantwortlich beschritten werden, d. h. es geht nicht um eine zwanghafte Gehirnwäsche, nicht um Gedankenmanipulation oder Gedankenlöschung und nicht um Persönlichkeitsveränderung, sondern rein um selbstbestimmte Bewusstseinserweiterung, da, wo es dem Individuum aufgrund eigener Wahl und Einsicht nötig oder hilfreich erscheint.

¹ Le Friec, A., Salabert, A. S., Davoust, C., Demain, B., Vieu, C., Vaysse, L., Payoux, P., & Loubinoux, I. (2017). Enhancing plasticity of the central nervous system: Drugs, stem cell therapy, and neuro-implants. *Neural Plasticity*, Art. ID 2545736. <https://doi.org/10.1155/2017/2545736>

² <http://www.ethikrat.org/dateien/pdf/infobrief-01-06.pdf>

Es wird dabei davon ausgegangen, dass Menschen ein Bedürfnis verspüren, sich in Lebensbereichen zu verbessern und weiter zu entwickeln, in denen sie bislang mit Problemen zu kämpfen hatten oder an Minderwertigkeitskomplexen litten.

Der Buchinhalt stellt aber keine Handlungsanleitung dar, sondern zeigt auf, was die Hirnforschung bislang erreicht hat, um Menschen ein Gefühl der persönlichen Balance (Homöostase) zu ermöglichen und sie kraftvoll durchs Leben schreiten lässt. Es wird dabei auf ganz unterschiedliche Lebensbereiche eingegangen – von Liebe bis Wohlstand. Auch werden Erinnerungen und Fehlerinnerungen ausführlich besprochen, da der Mensch durch seine Erinnerungen lebt, von ihnen zehrt – im Guten wie im Schlechten – und Erinnerungen nutzt, sein zukünftiges Leben zu gestalten.

Dass Erinnerungen dabei immer subjektiv und fehleranfällig sind, liegt in der Natur des Menschen und hat evolutionär betrachtet Überlebensvorteile. Auch diese werden herausgestrichen. Dabei wird dem Vergleich menschlicher und digitaler, (Internet-)mediengestützter, Informationsverarbeitung ein eigenes Kapitel gewidmet. Dies deswegen, weil das Internet und digitale Medien heutzutage unser Leben zwangsläufig zunehmend bestimmen und wir uns diesen Herausforderungen stellen müssen. Dies in einer Weise, die Menschen eine selbstbestimmte Lebensführung und Lebensgestaltung ermöglicht, d. h. dass digitale Medien sich dem menschlichen Willen und den menschlichen Bedürfnissen unterordnen müssen. Sie sollen gebraucht und genutzt werden, aber nicht den Menschen bestimmen. Sie sollen Hilfestellung sein und Anregung zugleich, das Leben mittels Szenarien zu konkretisieren und zu manifestieren und es in ein reales, glückliches Leben hineinzuführen.

Ein Beispiel hierzu ist die App „NIKU“ (Neuro-Implanted Knowledge Usability), die in ihrer Anwendung Ideen zur Bedürfnisstillung diverser Bereiche anregt, persönliche Lebenserfüllung manifestiert und sich danach entbehrlich macht. Angeregte und aktivierte synaptische Verbindungen kreieren ein zufriedenstellendes reales Leben. Die digitale Anwendung bietet eine Hilfestellung, indem sie das Erreichen einer persönlichen Lebenserfüllung und Bedürfnisstillung fördert und durch eine Vielzahl von Angeboten in das reale Leben hineinführt.

Damit bietet das Buch eine ausgewogene Darstellung über Wechselwirkungen zwischen Eigenschaften, die menschliches Verhalten ausmachen und determinieren, nämlich Motiven, Emotionen und Erinnerungen, und dem, was aus neurowissenschaftlicher und digitalkommunikationswissenschaftlicher Sicht gegenwärtig an Möglichkeiten existiert, genutzt und verantwortungsvoll zur Lebensvervollkommenung umgesetzt werden kann.

im Herbst 2018

Hans Joachim Markowitsch
Margit M. Schreier

Inhaltsverzeichnis

1 Homöostase: Wohlbefinden, Zufriedenheit, psychische Gesundheit	1
1.1 Gehirnplastizität	3
1.2 Bedeutung von Gehirnplastizität	19
1.3 Neurale Korrelate der aufgeführten Grundbedürfnisse	25
1.4 Variablen, die helfen, das eigene Leben positiv zu organisieren	28
1.5 Resümee	37
Literatur	38
2 Der „kraftvolle Mensch“	51
2.1 Homöostase und psychische Balance	51
2.2 Sexueller Dimorphismus	54
2.3 Sexuelle Orientierung und Gehirn	57
2.4 Der „kraftvolle Mensch“ – Integration von Emotion und Kognition	59
2.5 Fehlerinnerungen, falsche Erinnerungen, Erinnerungsvorstellungen, Implantate	66
2.6 Lügen	72
2.7 Andere Phänomene, die mit erfolgreicher Gedächtnisverarbeitung interferieren	76
2.8 Die Dynamik von Gedächtnis und Erinnerung	83

X Inhaltsverzeichnis

2.9 Der kraftvolle Mensch integriert Emotion und Kognition	84
2.10 Stirnhirn-Psychochirurgie	88
2.11 Das soziale Gehirn	93
Literatur	96
3 Was wirkt, um Wohlbefinden zu erreichen?	129
3.1 Entwicklung in Kindheit und Jugend	129
3.2 Innere Erwartungen und Notwendigkeiten entsprechend den äußereren sozialen/biologischen Bedingungen	136
3.3 Wohlbefinden ist individuell	138
3.4 Angleichung einer positiven Entwicklung in der Kindheit durch Psychische Neuroimplantate	139
Literatur	141
4 Neuropsychologie der Bedürfnisse	149
4.1 Zuwendung, Liebe	149
4.2 Verstehen, Lernen	152
4.3 Teilnahme am Leben	157
4.4 Sorglosigkeit, Gelassenheit	159
4.5 Kreativität	162
4.6 Identität	166
4.7 Mut	170
4.8 Leben, Gesundheit	171
4.9 Materieller Wohlstand	172
4.10 Die Grundbedürfnisse in der Rückschau	174
Literatur	175
5 Elektronische Medien, Internet, World Wide Web in den Neurowissenschaften und im Alltag	193
5.1 Web-basierte Therapien	195
5.2 Internet im Alltag	197
Literatur	198
6 Psychische Neuroimplantate – Wie kann Lebensverbesserung im Gehirn tatsächlich wirksam werden?	205
6.1 Gehirn und Erinnerungsveränderungen	207
6.2 Psychische Neuroimplantate in der möglichen Anwendung	213

6.3	Psychische Neuroimplantate zur Stimmungsverbesserung und zur Aufarbeitung psychischer Probleme	216
6.4	Bedürfnisse und Bedürfnisbefriedigung nach einem traumatischen Erleben	216
6.5	Historie und aktuell	219
6.6	Erläuterungen zum Einsatz externer internetbezogener Hilfen	220
6.7	Die Besonderheit der Regression bei der Traumaverarbeitung	221
6.8	Gefahren und ethische Gesichtspunkte hinsichtlich der Benutzung von Implantaten	223
6.9	Grundbedürfnisse, Szenarien und Psychische Neuroimplantate	228
6.10	Psychische Neuroimplantate – Möglichkeiten und Grenzen von Persönlichkeitsausbildung und -erweiterung	239
	Literatur	240
7	Der Mensch zwischen Erinnerung und Bedürfnis	255
	Literatur	260
	Stichwortverzeichnis	267



1

Homöostase: Wohlbefinden, Zufriedenheit, psychische Gesundheit

Begriffsbestimmung – Homöostase

Homöostase meint einerseits den Zustand eines inneren Gleichgewichts – einer Zufriedenheit mit sich selbst, sowohl was Geist oder Seele als auch was den Körper betrifft. Andererseits meint Homöostase aber auch den Prozess, der zur Regulation des psychischen und körperlichen Wohlbefindens führt.

Tier und Mensch wollen keine Schmerzen und Krankheiten empfinden, wollen gute Luft atmen, soziale Partner haben und nicht der Unbill der Natur ausgeliefert sein. Dieses Gleichgewicht hatten Mensch und Tier am ehesten im Mutterleib, wo ein weitgehend konstantes Milieu vorherrschte. Mit der Geburt dagegen ist das Individuum mehr oder weniger hilflos der Außenwelt ausgeliefert und muss sich seine „Nische“ im biologischen und sozialen Gefüge suchen. Dies gelingt mal besser, mal schlechter, meistens aber gibt es einen Wechsel, der im Übrigen als Prozess auch durchaus angenehm empfunden wird – man sucht „den Reiz“.

Kleine Kinder sind von Natur aus neugierig und wollen Lust verspüren – ob durch Gekitzelt-Werden, im Spielen mit Bauklötzen oder anderen Kindern oder Erwachsenen. Ein Kinderpsychologe sprach schon vor bald 100 Jahren von „Funktionslust“, der Freude am Spiel und am Gelingen selbst induzierter Tätigkeit.

Menschen sind gleichwohl sehr verschieden – die eine mag Fallschirmspringen und Bungee-Jumping, der andere lieber Klavier oder Schach spielen. Auf emotionaler Ebene ist ein Mensch anhänglicher als ein anderer, manche brauchen Distanz und sind gerne hauptsächlich allein, andere wiederum bevorzugen viel Gesellschaft. Jeder Mensch scheint auch zu etwas prädestiniert zu sein. In vielen Kulturen kann das Individuum mittlerweile seine Stärken aufbauen und sich gezielt weiterentwickeln.

Eine ideale Entwicklung gibt es nicht. Wahrscheinlich wächst kein Mensch unter idealen Bedingungen auf. Für das Gelingen der Individuation ist vor allem die umgebende Atmosphäre verantwortlich.

Umgebung ist dabei alles, was an Umwelt existiert und mit den „fünf Sinnen“ erfasst werden kann – das Bett, der Stuhl, die Luft, das Haus, die Eltern, andere Mitmenschen, die Geräusche und Gerüche der Umgebung, also die gesamte biologische und soziale Umwelt. Hierbei wirken zu Anfang der menschlichen Entwicklung natürlich mehr biologische, später mehr soziale Faktoren auf das Individuum ein (Abb. 1.1).

Bei den meisten Menschen fühlt sich die eigene Entwicklung positiv an, verantwortlich ist dafür die Gewohnheit. Durch diese können sich Eigenschaften als zugehörig zu einem selbst anfühlen; manchmal kann das aber auch zu Lethargie führen und somit die Entwicklung zu sich selbst boykottieren. Regulationsmechanismen greifen in einem bestimmten Lebensabschnitt jedoch ein und lassen den Menschen spüren, dass er etwas ändern muss, wobei viele Zusammenhänge bewusster werden. Geschieht dies, kann

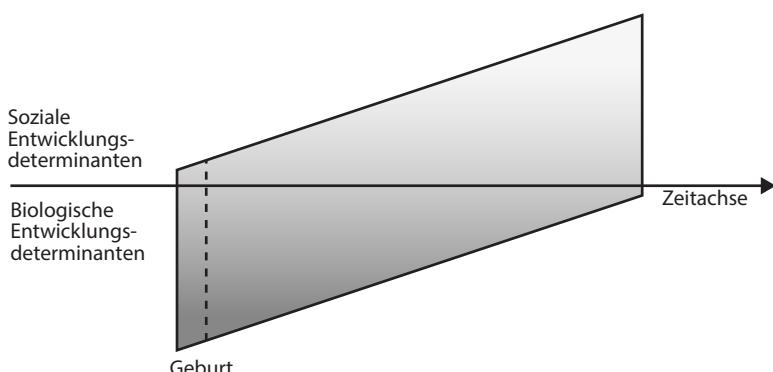


Abb. 1.1 Die Bedeutung biologischer und sozialer Entwicklungsdeterminanten über die Lebenszeit

der Mensch ohne weiteres auf natürliche Art und Weise eine Veränderung vornehmen. Diese Regulationen sind von vielen Faktoren abhängig, nicht zuletzt von der Kultur, vom Zeitgeist, Religionseinflüssen oder vom Stand der Wissenschaft. Das einfachste Beispiel mag in der Reflexion über Scheidungen liegen, nicht zuletzt als Errungenschaft der weiblichen oder männlichen Emanzipation.

Eine Erkenntnis der Wissenschaft vom Gehirn (Neurowissenschaft) ist, dass unser Gehirn nicht nur bis zur Geburt wächst und Nervenzellen ausbildet, sondern, dass Veränderungen im Gehirn sich ein Leben lang fortsetzen und abhängig sind von unserer Umwelt, aber auch von der Beschäftigung mit dem eigenen Innenleben (Selbstreflexion). Nicht nur unser Herz arbeitet ohne Pause, auch unser Gehirn ist ständig aktiv – selbst unter Narkose und im Komazustand.

1.1 Gehirnplastizität

Unser Gehirn hat innerhalb der Primaten die höchste Entwicklung genommen (Abb. 1.2 und 1.3). Es ist evolutionsgenetisch über das erwartbare Maß hinaus gewachsen und darüber hinaus in seinen Funktionen größtenteils zweigeteilt, weil die beiden Hemisphären weitgehend unterschiedlich arbeiten (Grüsser 1988; Rogers und Vallortigara 2017).

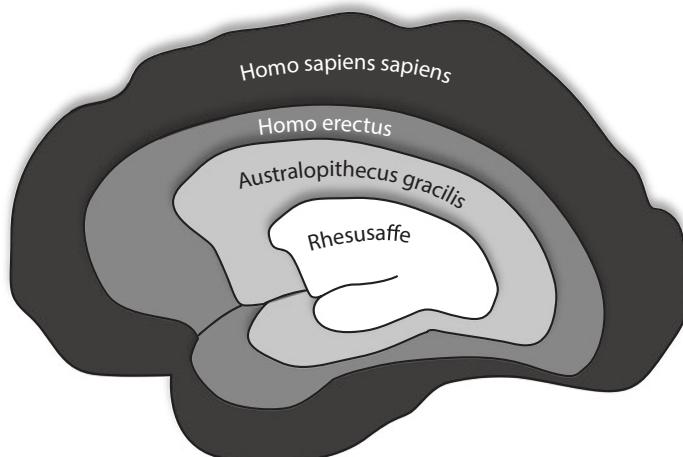


Abb. 1.2 Entwicklung des Hirnvolumens vom Urmenschen zum Jetzmenschen im Vergleich zu dem des Rhesusaffen

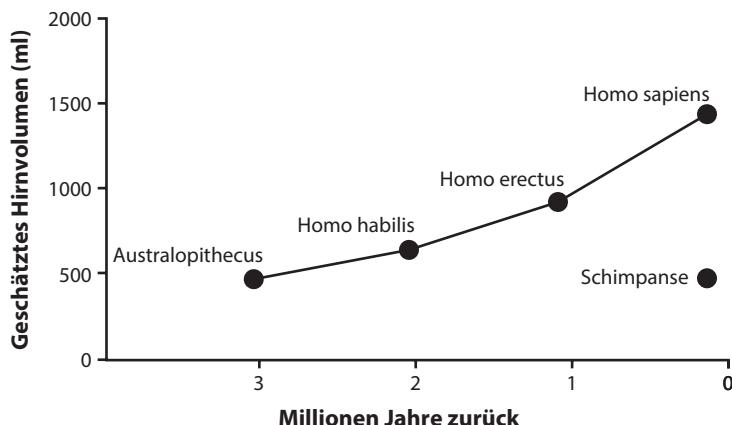


Abb. 1.3 Entwicklung des Hirnvolumens vom Urmenschen zum Jetzmenschen im Vergleich zu dem des Schimpansen. (Nach Grüsser 1988)

Wir repräsentieren, was in unser Gehirn gelangt. Bei der Geburt hat das Gehirn eine angeborene Grundausstattung, um den Körper am Leben zu halten. Diese Grundausstattung variiert zwischen verschiedenen Tierarten und dem Menschen. Je älter das Tier evolutionär ist, umso mehr an Verhaltensweisen und Reaktionsmöglichkeiten ist angeboren: Spinnen reagieren „automatisch“ auf Vibrationen ihres Netzes, Frösche strecken „automatisch“ die Zunge heraus, wenn etwas Kleines, Schnelles an ihrem Gesicht vorbeifliegt. Auch Menschen haben als Babys noch einige Automatismen – man kann sie an eine Wäscheleine hängen, und sie klammern sich so lange daran, bis ihre Kräfte schwanden. Bald aber verlieren sich derartige Reflexe, und Angelerntes gewinnt die Oberhand und übernimmt zunehmend die Geschicklichkeit des Weiterlebens.

Bei Geburt ist unser Gehirn sozusagen Tabula rasa: Es gibt die nackten Stümpfe der Nervenzellen, aber kaum Verästelungen (Dendriten, Axone). Erst durch die Interaktion mit der Umwelt bilden sich weitere Verästelungen aus, die Zellen können vielfältig kommunizieren. Der Höhepunkt dieses Verästelungsgeflechts tritt zwischen dem zweiten und dritten Lebensjahr ein, danach kommt es zu einem gewissen Rückgang bis in die Pubertät (Abb. 1.4). Dies deswegen, weil „Maximum nicht Optimum“ ist: Ein Zuviel an Verästelungen führt zu Interferenz, es kommt zu einem Informationsgewirr, wie es beispielsweise in den zu stark vernetzten Gehirnen von Patienten mit Schizophrenie zu finden ist.

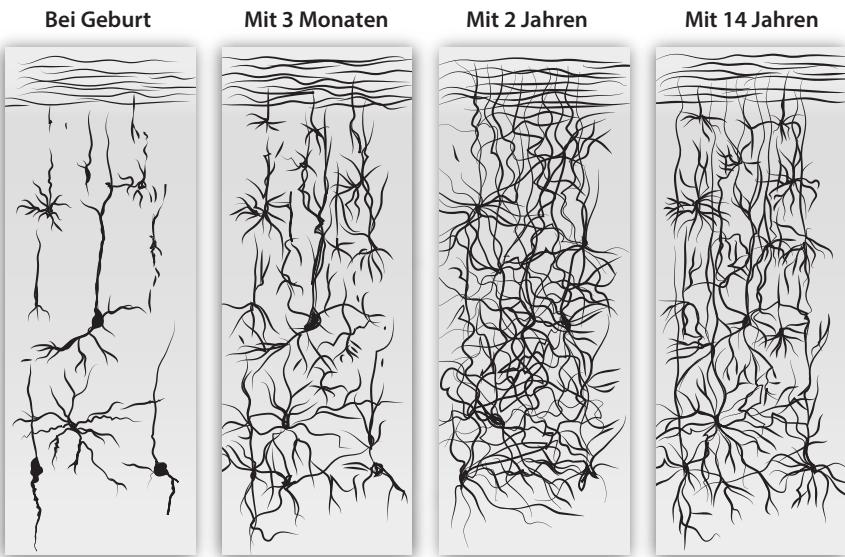


Abb. 1.4 Veränderungen kortikaler Nervenzellen über die Ontogenese (Entwicklung des Kindes). Während zu Anfang hauptsächlich nur die Nervenzellkörper existieren, bilden sich im Wechselspiel mit der Umwelt Axone und Dendriten – zusammen das Neuropil – aus. Axone sind die meist langen Fortsätze der Nervenzellen, die Verbindung zu anderen Neuronen aufnehmen; Dendriten sind die kleinen, aber vielen Verästelungen, die zur Aufnahme von Information, die von den Axonen anderer Zellen kommen, dienen

Interessant ist auch, dass bei Vernachlässigung, unzureichender Fürsorge oder Misshandlung von Kindern – sowohl von Affen- wie von Menschenkindern – der Rückgang der Verästelungen auszubleiben scheint (Blair 2009; De Brito et al. 2009; Spinelli et al. 2009).

Die neurowissenschaftliche Forschung zu den Hirnabläufen beim langfristigen Informationserwerb zeigt, dass es hier eine Reihe von Mechanismen gibt, die vor allem zu einem Erstarken, einer Festigung von Verbindungen führen, wenn Reize miteinander assoziiert werden (also man z. B. lernt, dass Regen auf Englisch „rain“ heißt) (Hübener und Bonhoeffer 2010). Hieran sind vor allem die Synapsen (als Endpunkte der Axone) und die Dornen (als Endknöpfchen der Dendriten, auf die die Synapsen aufschalten) beteiligt (Abb. 1.5 und 1.6) (Mayford et al. 2012). Deren Volumen und damit die Zahl der darin befindlichen Moleküle vergrößert sich (Burton und Silva 2015). Daneben kommt es zu einer Veränderung der Struktur der Nervenzelle, zu biochemischen Änderungen und zu Veränderungen in der Genexpression (Genexpression).

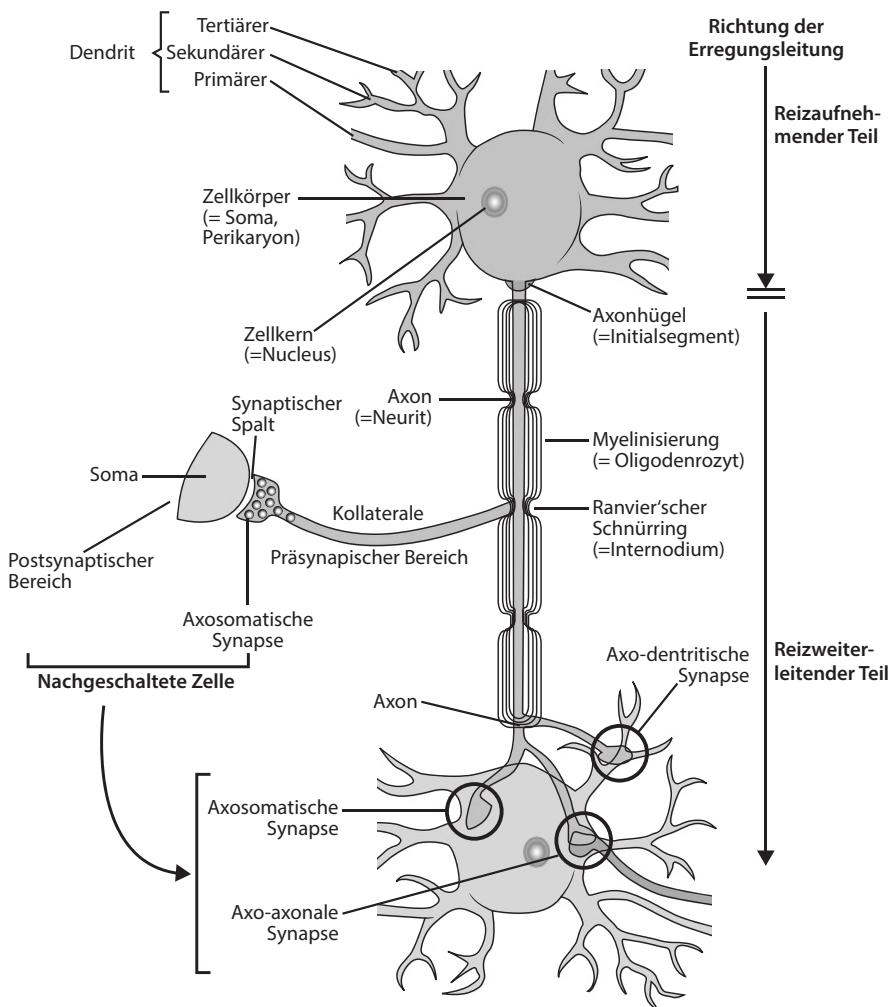


Abb. 1.5 Aussehen einer Nervenzelle (Neuron) mit ihren Verbindungen

1.1.1 Epigenetik

Von besonderem Interesse ist unter dem Stichwort Genetik das damit assoziierte der Epigenetik. Dies deswegen, weil sich positive wie negative Entwicklungen im Leben nicht nur innerhalb des Individuums genetisch verankern können, sondern sogar auf die Nachkommen übertragen werden können (sich also transgenerational vererben). Man hat in der Schule gelehrt bekommen, dass nach Charles Darwin und Gregor Mendel Vererbung bestimmten Gesetzen folgt („Evolutionstheorie“, „Survival of the fittest“).

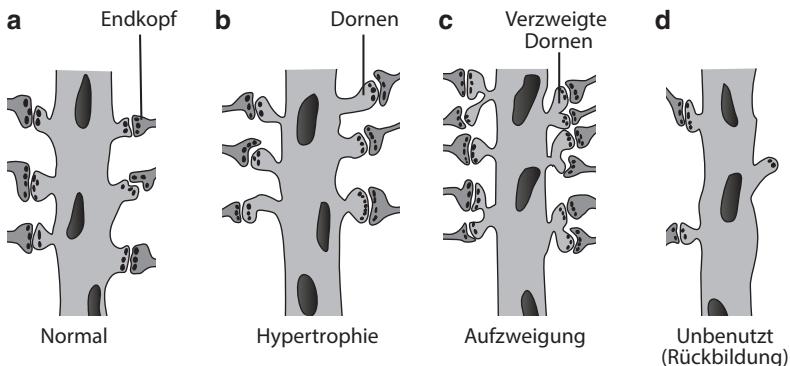


Abb. 1.6 a-d Darstellung der Dornen an Dendriten (signalauflaufnehmenden Teilen der Nervenzelle) und der synaptischen Endknöpfen (signalabgebende Teile der Nervenzelle). Gezeigt werden der Normalzustand (a), zwei Zustandsmöglichkeiten bei vermehrter (starker) Nutzung (b, c) und ein Zustand bei Nichtbenutzung (d)

Die konkurrierende Lehre des Lamarckismus, die von der Vererbung von während des Lebens erworbenen Eigenschaften ausging (der lange Hals der Giraffe kommt durch das ständige Strecken nach hoch hängenden Blättern zustande), wurde dagegen bis vor wenigen Jahren als Hirngespinst abgetan. Heutzutage findet sie eine Art Revival in der Epigenetik.

Begriffsbestimmung – Epigenetik

Die Epigenetik befasst sich mit Faktoren, die die Genaktivität bestimmen. Es geht um Änderungen der Genfunktion, die nicht auf Rekombination und Mutation beruhen, aber dennoch weitergegeben werden können. Es geht um Veränderungen in der Genexpression, die nicht in der DNA-Sequenz selbst kodiert sind. (Genexpression bedeutet, wie der Genotyp als Phänotyp ausgeprägt wird.)

Was für uns wichtig ist, ist, dass durch epigenetische Mechanismen sich die Genstruktur umweltabhängig verändert.

Ganz stark vereinfacht bedeutet das, dass bei Personen mit negativer Umwelt eher „negative“ Gene aktiviert (exprimiert, angeschaltet) werden können, bei positiver Umwelt dagegen die positiven. Darüber hinaus gibt es mehrere Belege, dass derartige Genveränderungen über Generationen erhalten bleiben (Radtke et al. 2011; Lutz und Turecki 2014; Serpeloni et al. 2017) und dass sie zu messbaren Veränderungen auf Hirnesebe führen (De Brito et al. 2009; Decety et al. 2009; Dolinoy et al. 2007; Markowitsch und Merkel 2011;

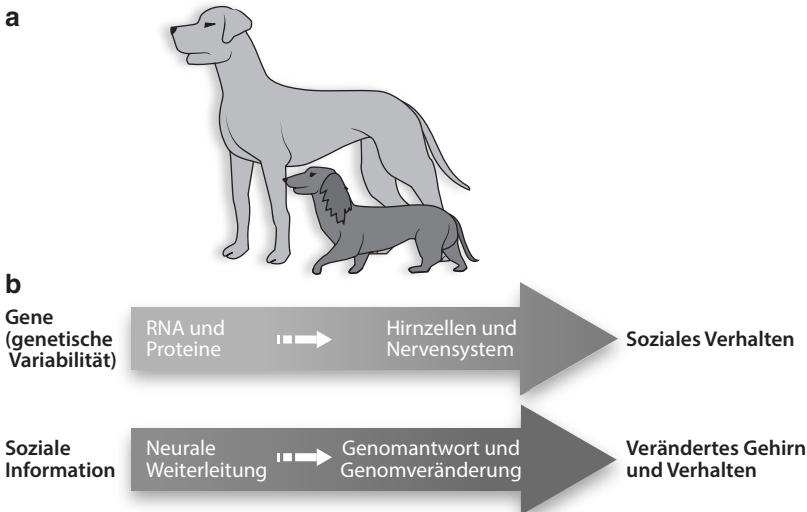


Abb. 1.7 a, b Darstellung möglicher epigenetisch induzierter Veränderungen. **a** symbolisiert, wie selbst von außen sichtbare körperliche Veränderungen durch epigenetische Mechanismen induziert werden können. **b** zeigt die traditionelle genetische Wirkrichtung im oberen und die epigenetische Wirkweise im unteren Pfeil

Markowitsch und Staniloiu 2011a; Staniloiu und Markowitsch 2011). Abb. 1.7 verdeutlicht, was Epigenetik bedeutet, nämlich dass dadurch, dass sich die soziale und biologische Umwelt auf das Genom auswirkt, sich Tier wie Mensch sogar in Gestalt und Aussehen ändern können (großer Hund gegenüber kleinem Hund in Abb. 1.7a).

Beispiel für obige Studienergebnisse ist die Untersuchung von Fries et al. (2005). Die Autoren untersuchten das Vorhandensein von Bindungshormonen (Oxytozin, Vasopressin) bei Waisenkindern. Die Kinder hatten in sehr schlecht geführten russischen und rumänischen Waisenhäusern ihre ersten 3–4 Lebensjahre verbracht, waren dann aber von US-amerikanischen Eltern adoptiert und in deren Familien integriert worden. Wie sich in der Studie zeigte, fanden sich auch dann, wenn die Kinder inzwischen 3 oder 4 Jahre im neuen Elternhaus gelebt hatten und mit den neuen Geschwistern und den Eltern vielfach sozial interagiert hatten, kaum freigesetzte Bindungshormone, weder im sogenannten Ruhezustand noch dann, wenn die Kinder bei der Mutter auf dem Schoß saßen und die Mutter sich spielerisch-sozial mit ihnen abgab. Der Seniorautor hat dieses Ergebnis in einem Interview im US-Fernsehen sehr negativ kommentiert. Er zog den Vergleich mit einer Gewehrkugel: sobald diese den Lauf der Waffe verlassen habe, sei sie in ihrer Richtung nicht mehr änderbar.

Aus klinisch-neuropsychologischer Sicht würde man diese Aussage wohl nicht so treffen; sie zeigt aber die Macht der Umwelt auf die Entwicklung von Psyche und Soma in den ersten Lebensjahren. Rachel Yehuda und Mitarbeiter (1996, 1997) hatten schon früh Belege dafür geliefert, dass die Kinder- und Enkelgeneration von Holocaust-Überlebenden eher und leichter an posttraumatischen Belastungsstörungen erkranken als Kontrollprobanden. Dies bedeutet, dass eine negative Kindheit – sowohl von der somatischen Seite (wie bei alkoholassoziierten Entwicklungsstörungen) als auch bei einer emotional und sozial negativen Kindheit – das weitere Leben negativ „programmieren“ kann (Callaghan und Tottenham 2016; Haycock 2009; Markowitzch 2013a; s. auch Fridman et al. 2011).

Diese Beispiele verdeutlichen, dass wir auf unsere Umwelt (und die unserer Kinder und Enkelkinder) achten sollten.

Eine positive Einstellung zum Leben verändert die (Epi-)Genetik und Biochemie des Gehirns. Wir entwickeln mehr gesunde Verbindungen und Netzwerke, setzen mehr Hormone im Gehirn frei, die uns fröhlich wirken lassen (Endorphine = endogene [im Gehirn wirkende] Opiate; „Glückshormone“) und sind stressfreier. Dieser Zustand oder auch Prozess (vgl. Homöostase-Begriff in der Einführung) bringt uns ins Reine mit uns selbst und führt dazu, dass auch unsere soziale Umwelt sich unserer Anwesenheit erfreut. Wir sind in der Lage, offen – ohne Scheuklappen – durch die Welt zu gehen und uns an Anderen zu erfreuen, aber auch mit uns selbst im Reinen zu sein.

1.1.2 Stress

An dieser Stelle muss etwas über Stress geschrieben werden. Die Natur hat Stress erfunden, damit Tier wie Mensch blitzschnell auf eine Gefahr reagieren können. Während aber der Steinzeitmensch, wenn er auf einen Löwen traf, schnell seinen Speer auf ihn werfen oder auf einen Baum klettern konnte und sich damit motorisch abreagierte, kann der hochzivilisierte Mensch seinem Vorgesetzten keinen Kinnhaken verpassen, wenn dieser ihm gegenüber eine kritische Bemerkung macht. Das heißt, Stress war früher sogenannter Eustress – also gesunder Stress – ist aber heutzutage häufig eher Distress, also die negative, krank machende Form von Stress.

Selye (1956), der Erfinder des Stressbegriffs definierte Stress als Einwirkungen auf den Körper, die eine Aktivierungsreaktion hervorrufen oder die eine unspezifische vegetative Reaktion des Organismus auf jegliche Anforderungen darstellen (S. 54).

Ein amerikanischer Psychologe schrieb über die Konsequenzen von Stress ein Buch, das im Englischen den Titel trägt „Why zebras don't get ulcers“ (Sapolsky 1998), also „Warum Zebras keine Magengeschwüre bekommen“. Eine Vielzahl weiterer Forschungsergebnisse unterstreicht die These, dass insbesondere lange anhaltender und massiver Stress im heutigen Leben fast durchweg mit negativen Konsequenzen verbunden ist (Bremner 1999; McEwen 1992; McEwen und Magarinos 1997; Sapolsky 1996, 2000).

Das Klosterleben im Mittelalter mit „ora et labora“ – bete und arbeite – führte dazu, dass durch ein geruhsames, vorhersehbares Leben die Menschen in psychischer Gesundheit altern, während heutzutage ein chronisch erhöhtes Stressniveau als eine der Ursachen von Demenz angesehen wird (Porter und Landfield 1998; Staniloiu und Markowitsch 2010). Die Alzheimer-Forschung in den USA untersucht seit längerer Zeit Leben und Gehirne von Mönchen und Nonnen, um herauszufinden, warum die Mitglieder dieser Klostergemeinschaften körperlich und geistig gesund altern – zumindest gesünder als die Durchschnittsbevölkerung (Mortimer 2012; Iacono et al. 2009). Wesentlicher Umstand war, dass Mönche und Nonnen ein geregeltes Leben führen und sich aufgehoben in Gott fühlen, also keine Panik vor Tod und Sterben haben und auch nicht vor dem Finanzamt. Ähnliches mag für buddhistische Mönche und Nonnen gelten.

Die Hirnforschung hat herausgefunden, dass Stress einer umgekehrten U-Funktion folgt (Abb. 1.8). Bis zu einem gewissen Niveau ist Stress positiv und stärkt die Verbindungen zwischen Nervenzellen, danach führt Stress zu einem Abbau der Neuromorphologie – wirkt also neurotoxisch. Das Problematische ist nun, dass das Stressniveau, bei dem es zum Umkippeffekt kommt, von Mensch zu Mensch unterschiedlich ist – die subjektive Intensität eines Stressors ist für jeden Menschen anders (Ursin et al. 1978; Zimbardo 1982).

Der eine läuft bei einer lebensbedrohlichen Situation zur Hochform auf, die andere verkriecht sich in einer Ecke und erstarrt zum Eiszapfen. Diese interindividuellen Unterschiede sind bedingt durch die Lebenserfahrung des Individuums. Ein Erwachsener, der als Kind in die Arme der Mutter aufgenommen wurde, sobald er von ihr wegrannte und dann loschrie (wenn er merkte, sich von ihr zu weit entfernt zu haben), ist robuster gegenüber akutem Stress als ein Mensch, der als Kind verprügelt und in eine Ecke gestellt wurde. Das heißt, es gibt Menschen, die sogenannte Coping-Strategien gegenüber Stress entwickelt haben und die eine „dicke Haut“ besitzen, und andere Menschen, die eine „dünne Haut“ haben und keine Verhaltens-

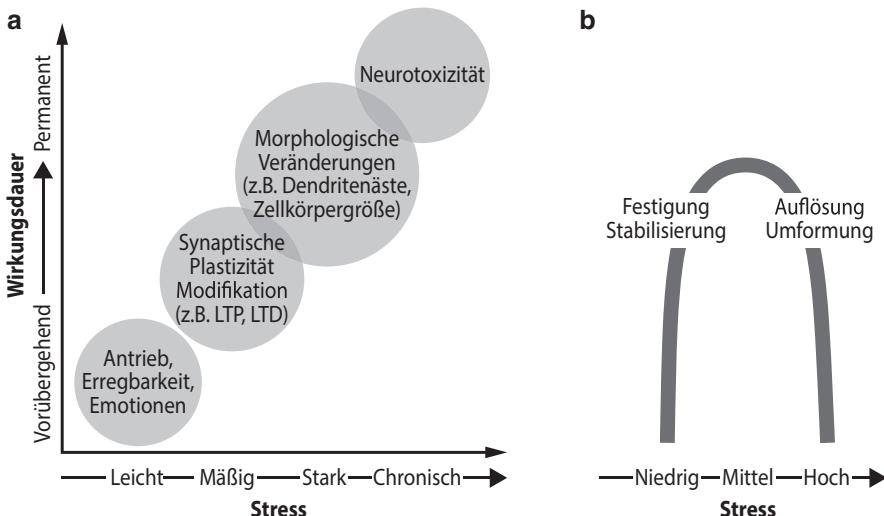


Abb. 1.8 a, b Auswirkungen von Stress auf Gehirn und Verhalten. Die Abszisse spiegelt das Stressniveau wider. Die linke Abbildungshälfte (a) zeigt die Wirkung von Stressdauer und Intensität auf Verhalten und Nervenzellen. Die Abkürzungen LTP und LTD stehen für „long term potentiation“ und „long term depression“, also die beiden Effekte, die als anhaltende Änderungen der Nervenzellaktivität Lernen und Gedächtnis beeinflussen. Die rechte Hälfte (b) symbolisiert die umgekehrte U-Funktion, die angibt, dass Stress bis zu einem bestimmten Niveau positive Effekte auf das Nervensystem ausübt, danach aber negative

alternativen gegenüber einer für sie subjektiv als bedrohlich empfundenen Situation entwickelt haben.

Stress entsteht aber auch, wenn ein Mensch – umgangssprachlich betrachtet – „an sich vorbei lebt“. Biographische Sequenzen, die nicht homöostatisch zu inneren Bedürfnissen stehen, können sehr viel Stress verursachen und das Individuum schwächen. Psychologisch-psychiatrische Schulen vertreten unterschiedliche Meinungen, ob oder inwieweit das Erinnern („Wiedererleben“) an Erlebnisse, die (vermutlich oder wahrscheinlich) in der Vergangenheit passiert sind, notwendig ist, um Stresszustände beheben zu können (s. z. B. Reddemann und Dehner-Rau 2012).

Gott sei Dank existieren heute kaum mehr Kinder mit dem Schicksal Kaspar Hausers (Leonhardt 1970), sodass davon auszugehen ist, dass nahezu alle Menschen positive und negative Erfahrungen im Leben gemacht haben. Da unser Gehirn ständig – bewusst wie unbewusst – Verbindungen zwischen der uns umgebenden Atmosphäre und unseren Erlebnissen und (Rück-)Erinnerungen aufzeichnet, werden positive wie negative Erinnerungen geweckt, sobald Assoziationen aktiviert werden („zustandsabhängiges Erinnern“; Markowitsch 2006, 2008, 2009).

Das Gehirn zieht Verbindungen zwischen Ort und Erinnerung, auch wenn wir das nicht erkennen! Wenn wir in Reims in eine fabelhafte gotische Kathedrale eintreten, erinnert uns unser Gehirn an das spirituelle Gefühl, das wir empfanden, als wir in den Kathedralen von Chartres oder Köln waren!

(Spaces letter 2014. E-Mail-Kommunikation von M. Byskiniewicz mit M. Schreier am 24.01.2014)

Ein ähnlicher Vorgang spielt sich bei Menschen auch dann ab, wenn sie negative Erlebnisse erinnern. Hier wird blitzartig eine Überbelastung durch Wieder-aufreten und Wiederdurchleben der damaligen Stresssituation spürbar (Globig 2000). In diesen Fällen ist zu überprüfen, ob es sich um wiederkehrende Belastungen handelt, die das Leben dieser Menschen beeinträchtigen („Two-hit Hypothese“; Staniloiu und Markowitsch 2014; Staniloiu et al. 2018).

Je nach Grad oder Ausmaß der Entgleisung des individuellen Gleichgewichtes durch den Stressor reagiert der Organismus mit einer bestimmten adaptiven Reaktion. Dauert die Stressbelastung an, geht die Aktivierungs- oder Alarmreaktion in einen Gegenschock mit körperlichen Veränderungen über. Auf die Schockphase folgt eine Widerstandsphase, in der bei objektiv gleicher Belastung weniger Stresshormone (Kortikoide) ausgeschüttet werden und das Stresssyndrom folglich verschwindet.

Nimmt die Belastung durch den Stressor lange Zeit nicht ab oder tritt sogar ein weiterer Stressor hinzu, kann der Widerstand zusammenbrechen und das Stresssyndrom erneut auftreten. Diese Vorgänge erhöhen die Handlungsbereitschaft und mobilisieren Reserven für Flucht oder Kampfverhalten, hemmen jedoch Aufbau- und Entspannungsprozesse. Es kommt praktisch zu einer Prioritätensetzung, bei der zugunsten der kurzfristigen Bewältigung der Bedrohung längerfristige Aufbauprozesse zurückgestellt werden.

In der Strukturierung von Handlungen findet sich diese Prioritätensetzung mit der Betonung kurzfristiger Ziele und dem Verzicht auf Optimierungs- und Kontrollhandlungen wieder (Fast und Markowitsch 2003, 2010). Derartige Reaktionen wirken häufig auch nach Ende der Stresssituation weiter und stellen einen sensiblen Indikator für Stress dar (Frankenhaeuser 1991). Dies sowohl hinsichtlich der Physiologie (z. B. erhöhte Hormonausschüttungen nach der Stresssituation) als auch hinsichtlich des Verhaltens (z. B. langfristige Reizbarkeit). Die damit oft verbundene Übertragung von Stress auf andere Situationen kann im Sinne einer Stressgeneralisierung eine Chronifizierung der Symptomatik und eine Schwellenreduktion für weitere Stressreize bewirken.

Auf diese Weise kann anhaltender Stress natürlich auch die Genaktivität über epigenetische Prozesse derart verändern, dass sich ganze Hirnareale umstrukturieren.

Viele wissenschaftliche Studien beschäftigen sich mit klinischen Phänomenen. So lassen sich die Konsequenzen posttraumatischer Belastungsstörungen auch auf Hirnebene messen. Wir haben schon vor Jahren Patientinnen mit funktioneller Hirnbildgebung („funktioneller Kernspintomographie“) untersucht, die an posttraumatischen Belastungsstörungen litten (Driessen et al. 2004). Wir fanden, dass dies vor allem zu einer Aktivierung des Mandelkerns – der Amygdala – führt (Abb. 1.9), einer Region, die für die Verarbeitung von Emotionen zentral ist (Markowitsch und Staniloiu 2011b). Man kann die Aktivierung dahingehend interpretieren, dass die negativen Emotionen beim Erinnern an die belastenden Erlebnisse im Vordergrund stehen, deren rational-überlegte Verarbeitung und Einordnung in das eigene Leben dagegen nicht gelingt.

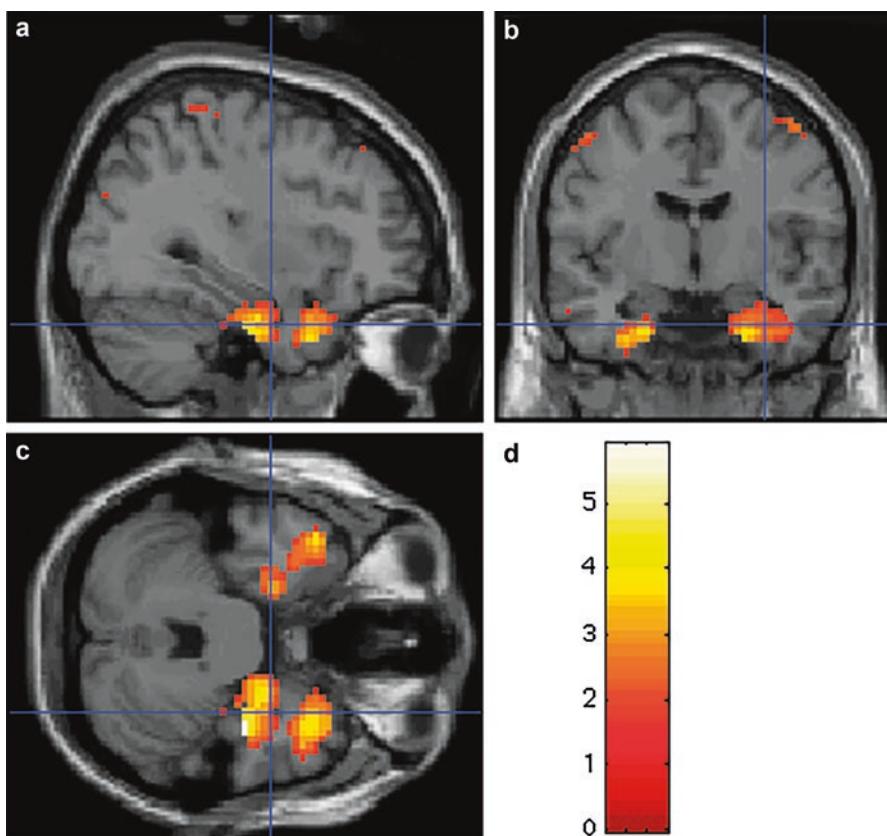


Abb. 1.9 a-c Hirnregionen, die verstärkte Aktivität beim Abruf belastender autobiographischer Erlebnisse zeigen (verglichen mit dem Abruf negativer, aber nicht traumatischer Erlebnisse). a Sagittalschnitt durch das Gehirn, b Frontalschnitt, c Horizontalschnitt. (Nach Ergebnissen von Driessen et al. 2004, mit freundlicher Genehmigung des Elsevier-Verlags)

Dies kann in einzelnen Fällen soweit führen, dass es zu sogenannten dissoziativen Amnesien (Staniloiu und Markowitsch 2014; Markowitsch und Staniloiu 2015) kommt, zu einer Unfähigkeit sich an bestimmte Lebensepochen, oder an sein gesamtes vergangenes Leben zu erinnern. Für den Laien ist dabei wenig einsichtig, dass die betroffenen Patienten sich im Alltag normal verhalten, lesen, schreiben, rechnen können, wissen, wer Bundespräsident ist oder wer Harald Juhnke war, aber nicht wissen, wer die Ehefrau ist oder dass sie Jan und Mechthild als eigene Kinder haben. Da die Hoffnung besteht, dass spontan oder durch Therapie die Erinnerungen zurückkommen, spricht man auch vom mnestischen Blockadesyndrom (Markowitsch 2002). Bei vielen unserer Patienten blieb die Amnesie gegenüber der eigenen Lebensgeschichte aber noch nach Jahren und Jahrzehnten bestehen (Staniloiu et al. 2018). Auch dies kann wieder zu epigenetischen Änderungen führen (Markowitsch 2015).

1.1.3 Konsequenzen

Alle diese Beispiele führen wieder darauf zurück, dass Psyche und Körper das ganze Leben hindurch in vielfältiger Weise durch die biologische und soziale Umwelt beeinflusst werden. Insbesondere schlägt sich in Gehirn und Genausstattung nieder, was an Schicksalsschlägen auf uns einwirkt. Auf der anderen Seite ist aber auch zu betonen, dass selbst bei massiven negativen Erfahrungen noch Hoffnung da ist – dies insbesondere wegen der ein Leben lang bestehenbleibenden Hirnplastizität. Unsere Innenausstattung des Gehirns – Nervenzellen, Gliazellen, Faserstränge – sind ständig in Aktion und damit in Auf- und Abbau verstrickt (Hübener und Bonhoeffer 2010). Nachdem man sich einen (wissenschaftlichen) Vortrag in einem Auditorium angehört hat, verlässt man dieses mit einem anderen Gehirn als mit dem, mit dem man den Vortragssaal betrat. Ein 70-jähriger Mann, der sich in eine attraktive Chinesin verliebt, lernt womöglich sehr schnell Mandarin.

Motivation und Emotion sind dabei wesentliche Antriebskräfte für Hirnplastizität.

Dies demonstrieren beispielsweise auch Untersuchungen von Eleanor Maguire und Kollegen (z. B. Maguire et al. 2000) an Londoner Taxifahrern. Sie waren beeindruckt von der außerordentlichen Gedächtnisleistung und räumlichen Orientierung von in London arbeitenden Taxifahrern und stellten sich die Frage, ob die Expertise hinsichtlich des räumlichen Gedächtnisses mit besonderen Ausgestaltungen auf Hirnebene einhergeht. Deswegen untersuchten sie eine Gruppe von Taxifahrern mittels funktioneller Magnetresonanztomographie

(fMRT). Maguire und Kollegen fanden heraus, dass der hintere Teil der Hippokampusformation (s. Tab. 1.1 für Lage und Funktion von Hirnstrukturen) signifikant größer war als der von Nicht-Taxifahrern. Die Größe der Hippokampi hing auch zusammen mit der Dauer der Tätigkeit. Je länger die Taxifahrer bereits als solche arbeiteten, umso größer waren ihre Hippokampi.

Tab. 1.1 Im Text häufiger genannte Hirnstrukturen

Hirnstruktur	Lage und Hauptfunktion(en)
Hippokampus/ hippokampale Region	Im Schläfenlappen (Abb. 1.10) gelegene alte Hirnrindenstruktur, die vor allem für die Gedächtniseinspeicherung und -konsolidierung wichtig ist
Medialer Schläfenlappen/ medialer Temporallappen	Enthält u. a. Hippokampus und Amygdala (s. (Abb. 1.10) (Gedächtnis- und Emotionsverarbeitung)
Präfrontaler Kortex	Auch vorderes (= nicht-motorisches) Stirnhirn genannt; Teil des Frontallappens (Abb. 1.10), zuständig für Handlungsplanung, vorausschauendes Denken, Kurzzeitgedächtnis, Problemlösen
Medialer präfrontaler Kortex	In der Hirnmitte ganz vorne gelegen
Lateraler präfrontaler Kortex	Vorne seitlich gelegener Anteil des Stirnhirns
Orbitofrontaler Kortex	Unten vorne – über den Augen gelegener – Anteil des Stirnhirns; ist für Emotional- und Sozialverhalten und Persönlichkeitsdimensionen wichtig
Cingulärer Kortex	Der innere Lappen oberhalb der Balkenfasern (die Balkenfasern [= Corpus callosum] verbinden die beiden Kortexhälften) gelegene Kortexlappen (Abb. 1.10); wichtig für Aufmerksamkeit
Retrosplenialer Kortex	Posteriorer Teil des limbischen Lappens (Abb. 1.10); in Gedächtnis und Vorstellung involviert
Praecuneus	Zwischen medialem Hinterhauptslappen und medialem Scheitellappen gelegener Hirnrindenteil, der für bildhaftes Vorstellen wichtig ist
Prägenualer Kortex	Vor dem Balkenknie (genus = Knie) gelegener Kortexanteil des medialen Stirnhirns
Insellrinde	Eine verborgen innerhalb der sylvischen (oder lateralen) Furche gelegene Kortexregion, die vor allem mit negativen Emotionen und Schmerzverarbeitung zu tun hat
Striatum	Eine der Basalganglien (auch Stammganglien genannt), die Aufschaltungen vom Stirnhirn bekommt und mit Motorik/ komplexen Bewegungen und prozeduralem Gedächtnis zu tun hat
Hypothalamus	Kleine Ansammlung von Kernstrukturen in der Mitte des unteren Hirnbereichs (oberhalb der Hypophyse), die vor allem mit Motivationsregulierung (z. B. Hunger, Durst, Sexualverhalten, autonome Funktionen), aber auch mit Gedächtnis (Mammillarkörper – eine der hypothalamischen Kernstrukturen) zu tun haben

Die Ergebnisse dieser Arbeit belegen die Annahme, dass unser Hirn durch Umwelteinflüsse formbar ist. Es ist also in der Lage, auf Veränderungen in der Umwelt bzw. auf geänderte Anforderungen an ein Individuum plastisch zu reagieren.

Dies trifft nicht nur für die Hippokampusformation zu. Auch für andere Bereiche des Hirns – vor allem für Areale der Großhirnrinde – konnten Volumenänderungen durch Training demonstriert werden. Solche Effekte sind auch bereits nach wenigen Trainingseinheiten nachweisbar, wie etwa die Studie Draganski et al. (2004) in Bereichen des Schläfen- und Scheitellappens (Abb. 1.10, s. auch Tab. 1.1) durch das Erlernen des Jonglierens nachgewiesen hat. Die Autoren konnten auch zeigen, dass dann, wenn man nicht mehr trainierte, die in das Jonglieren involvierten Kortexregionen wieder „schrumpften“, sich also im Volumen verkleinerten.

Training verbessert nicht nur die Funktion, sondern verändert auch das Gehirn.

Um den Zusammenhang noch weiter zu verdeutlichen, kann man auch sagen, dass eine Funktions- oder Verhaltensänderung erst dann deutlich zu Tage tritt, wenn sich das Hirn entsprechend angepasst hat. Dies bedeutet, dass jeder psychische Vorgang, bei Gesunden wie bei Patienten mit psychischen Störungen, die Morphologie und die Funktionsweise des Gehirns verändert. Die beschriebenen Plastizitätsmechanismen des Hirns bedeuten auch, dass man durch gezielte Interventionen gestörte Verarbeitungsprozesse wie den

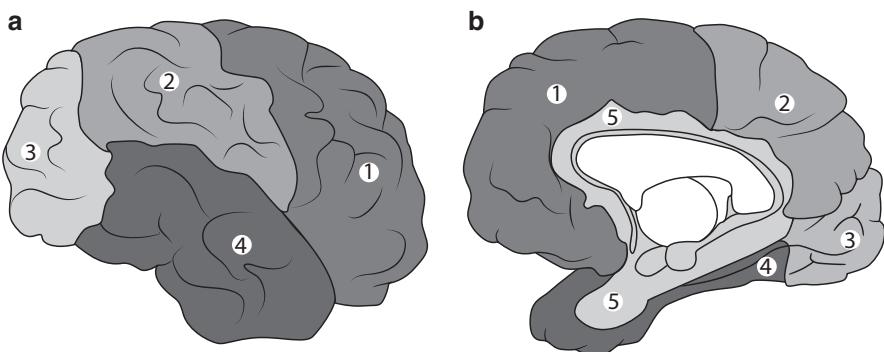


Abb. 1.10 a, b Einteilung des zerebralen Kortex in Lappen. In a ist eine Seitenansicht von rechts betrachtet zu sehen, in b eine Ansicht der linken Hirnmitte (ebenfalls in Seitenansicht). Gezeigt sind die fünf Lappen: 1: Stirnhirn- oder Frontallappen, 2: Scheitel- oder Parietallappen, 3: Hinterhaupts- oder Okzipitallappen, 4: Schläfen- oder Temporallappen, 5: limbischer Lappen

Abruf autobiografischer Erinnerungen therapieren kann, was sich dann auch wieder in neurologischen Veränderungen zeigt.

Eindrucksvolles Beispiel für zunächst gestörte Gedächtnisleistungen war unser Patient AMN (Markowitsch et al. 1998, 2000). Der 23-jährige Patient hatte nach Ausbruch eines Feuers im Keller seines Hauses die letzten 6 Jahre seiner Autobiografie vergessen. Zudem entwickelte er eine anterograde Amnesie, d. h. er konnte sich nur noch schwer neue Inhalte einprägen und längerfristig abspeichern. Sein Gehirn zeigte keinerlei strukturelle Auffälligkeiten (untersucht mit strukturellem MRT). Auf der anderen Seite erbrachte eine Untersuchung mit funktioneller Hirnbildgebung (FDG-Positronenemissionstomographie; FDG-PET) einen verminderten Zuckerstoffwechsel (Glukosemetabolismus) im Großhirn im Vergleich zu gesunden Personen. Die Reduktion war besonders auffällig im Bereich von medialem Schläfenlappen und in bestimmten Stirnhirnregionen – beides Hirngebiete, die für Gedächtnisleistungen zentral sind. Die Reduktionen im Zuckerstoffwechsel in diesen Regionen waren sogar vergleichbar mit Änderungen, wie sie auch bei Patienten mit organisch bedingter Gedächtnisstörung, beispielsweise infolge von massiver Sauerstoffunterversorgung zu finden sind (Markowitsch et al. 1997).

Der Patient AMN hatte im Alter von 4 Jahren hilflos mit ansehen musste, wie ein Mann in einem brennenden Auto starb. Er stand mit seiner Mutter am Straßenrand, während der Mann im Auto schrie und gegen die Scheiben hämmerte. Das Erleben des Feuers in seinem Haus im Alter von 23 Jahren war – obwohl die Situation objektiv nicht bedrohlich war, da sich das Feuer im Keller des Hauses befand und er sofort „Feuer, Feuer“ rufend auf die Straße rannte – vermutlich für AMN eine Re-Traumatisierung, die zu einer mnestischen Blockade führte (s. oben: dissoziative Amnesie, mnestisches Blockadesyndrom).

Nach einem Jahr intensiver therapeutischer Intervention waren seine Erinnerung und seine Einspeicherfähigkeit weitgehend zurückgekehrt. Eine erneute FDG-PET-Untersuchung nach Therapieende ergab normalisierte Stoffwechselraten in seinem Gehirn. Sein Gehirn hatte sich also regeneriert (Markowitsch et al. 2000). Diese Studien demonstrieren, wie dynamisch das Gehirn auf Umweltreize reagiert und machen seine enorme Plastizität deutlich.

Andere Studien zeigten die Wirksamkeit von kognitiv-behavioraler Therapie auf Hirnebene an Patienten mit Spinnenphobie: Paquette et al. (2003) untersuchten derartige Patienten vor und nach einer kognitiv-behavioralen Therapie. Zuerst wurde die Hirnaktivität (indirektes Maß der Nervenzellaktivität) der Patienten während der Konfrontation mit dem phobischen Reiz, d. h. mit Spinnenbildern ermittelt. Nach der (von allen Patienten als erfolgreich eingeschätzten Therapie) wurde eine erneute Hirnuntersuchung