

NEUROPLASTIZITÄT

FORMBARES GEHIRN

Medizin

Das Gehirn neu verdrahten

Gedächtnis

Warum wir vergessen

Sprachverlust

Rettender Seitenwechsel



Michaela Maya-Mrschtik
E-Mail: michaela.maya-mrschtik@spektrum.de

Liebe Leserin, lieber Leser,
Ihr Gehirn, so wie meines, ist ständig im Wandel. Neue neuronale Verknüpfungen entstehen, und ältere Verbindungen werden gekappt, gelockert oder verstärkt. Besonders formbar ist das Netz aus Neuronen in der Kindheit. Frühe »Umbauten« im Denkzentrum helfen uns in den ersten Lebensjahren unter anderem dabei, Gehen, Sprechen und soziale Fähigkeiten zu lernen. Mittlerweile ist klar, dass ähnliche Prozesse auch zum Vergessen beitragen. Neuronale Reorganisation ermöglicht es jungen Eltern, sich fürsorglich um ihren Nachwuchs zu kümmern. Und manche Therapien wirken, weil sie festgefahrene Nervenbahnen lockern oder umleiten. In diesem Kompakt erkunden wir, wie neuronale Plastizität zu Stande kommt – und was sie bewirkt.

Erscheinungsdatum dieser Ausgabe: 02.03.2020

Folgen Sie uns:



CHEFREDAKTEUR: Dr. Daniel Lingenhöhl (v.i.S.d.P.)
REDAKTIONSLEITERIN: Alina Schadwinkel
ART DIRECTOR DIGITAL: Marc Grove
LAYOUT: Oliver Gabriel, Marina Männle
SCHLUSSREDAKTION: Christina Meyberg (Ltg.),
Sigrid Spies, Katharina Werle
BILDREDAKTION: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
PRODUKTMANAGEMENT DIGITAL: Antje Findeklee,
Dr. Michaela Maya-Mrschtik
VERLAG: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH,
Tiergartenstr. 15–17, 69121 Heidelberg, Tel. 06221 9126-600,
Fax 06221 9126-751; Amtsgericht Mannheim, HRB 338114,
UStd-Id-Nr. DE229038528
GESCHÄFTSLEITUNG: Markus Bossle
MARKETING UND VERTRIEB: Annette Baumbusch (Ltg.),
Michaela Knappe (Digital)
LESER- UND BESTELLSERVICE: Helga Emmerich, Sabine Häusser,
Ilona Keith, Tel. 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.de

BEZUGSPREIS: Einzelausgabe € 4,99 inkl. Umsatzsteuer
ANZEIGEN: Wenn Sie an Anzeigen in unseren Digitalpublikationen interessiert sind, schreiben Sie bitte eine E-Mail an anzeigen@spektrum.de.

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung des Verlags unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt den Verlag zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2020 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

SEITE
04



NEUROANATOMIE
Selbst ist das Hirn

FIRSTSIGNAL / GETTY IMAGES / ISTOCK

SEITE
26

ELTERNCHAFT
Im Baby-Modus



STEFANKOLIC / GETTY IMAGES / ISTOCK

GEDÄCHTNIS
Warum wir vergessen

SEITE
43



BREBICA / GETTY IMAGES / ISTOCK

WACHTHERAPIE
Durchmachen
gegen Depression

SEITE
61



RALF GEITHE / GETTY IMAGES / ISTOCK

- 04 NEUROANATOMIE
Selbst ist das Hirn
- 16 GAMING
Eine eigene Hirnregion für Pokémon
- 18 ENTWICKLUNG
Das Gehirn neu verdrahten
- 26 ELTERNCHAFT
Im Baby-Modus
- 33 KOGNITIONSFORSCHUNG
Nie zu spät für soziale Kompetenz
- 35 SPRACHVERARBEITUNG
Sprache sucht neues Zuhause
- 43 GEDÄCHTNIS
Warum wir vergessen
- 51 KINDHEITSAMNESIE
Die verschwundenen Jahre
- 55 NEUROGENESE
Im Hippocampus nichts Neues
- 61 WACHTHERAPIE
Durchmachen gegen Depression

NEUROANATOMIE

SELBST IST DAS HIRN

von Lutz Jäncke

Warum sehen die Gehirne von eineiigen Zwillingen nicht gleich aus?
Sogar Forscher staunen darüber, wie stark sich die anatomischen
Strukturen durch Erfahrung formen.

Anfang der 1990er Jahre betrachtete ich mit einigen Kollegen die dreidimensionalen Gehirnrekonstruktionen eineiiger Zwillinge. Was wir sahen, verblüffte uns. Wir hatten eine große anatomische Übereinstimmung erwartet, doch die Zwillingsgehirne waren sich gar nicht so ähnlich. Viele der markanten Furchen und Windungen sahen ganz unterschiedlich aus. Mal waren die Strukturen länger, mal kürzer, oder sie verliefen einfach anders (siehe »1995« in der Zeitleiste). Unser erster Eindruck bestätigte sich, als wir sie einzeln vermaßen. Tatsächlich ließen sich die Gehirne der Zwillingspärchen allein anhand ihrer zahlreichen anatomischen Landmarken einander nicht zuordnen.

Zu jener Zeit konnten wir uns dies nicht so recht erklären. Eineiige Zwillinge verfügen doch über die gleichen Gene und wachsen meist unter denselben Um-

ständen auf. Es ist also kaum zu erwarten, dass nur einer der beiden Zwillinge in der Kindheit etwa unterernährt oder Umweltgiften ausgesetzt war – zumindest ließ sich das bei unseren Probanden ausschließen. Konnten sich die auffälligen anatomischen Besonderheiten allein auf Grund anderer, nichtgenetischer Einflüsse im Lauf des Lebens entwickelt haben?

Inzwischen weiß man, dass das menschliche Gehirn in der Tat in hohem Maß formbar ist – »plastisch«, wie Hirnforscher es nennen. Erfahrungen und Lernen verändern dabei nicht nur die Verschaltungen zwischen Nervenzellen, sondern sogar übergeordnete anatomische Strukturen. Diese Anpassungsfähigkeit bezeichnen wir als Neuro- oder Hirnplastizität.

Obwohl heute in aller Munde, etablierte sich die Erkenntnis in der Neurowissenschaft erstaunlich langsam. Zwar hatte es immer wieder Befunde bei Tier und Mensch gegeben, welche die Veränderlichkeit des erwachsenen Gehirns nahelegten. Doch man ignorierte sie oder maß ihnen keine besondere Bedeutung bei. Womöglich lag es daran, dass die ex-

AUF EINEN BLICK

Dynamisches Gehirn

01 Neuronale Netzwerke können sich infolge intensiver Lern- und Umwelterfahrungen in großem Umfang reorganisieren – dies nennt man Neuroplastizität.

02 Die Grundlage der Neuroplastizität sind Anpassungsmechanismen, die sich von der molekularen über die zelluläre bis hin zur neuroanatomischen Ebene erstrecken.

03 Auffällige anatomische Veränderungen im Gehirn finden sich häufig bei Profis wie Musikern oder Leistungssportlern, weil diese über lange Zeit intensiv trainieren.

Lutz Jäncke forscht an der Universität Zürich vorwiegend über die funktionelle Plastizität des menschlichen Gehirns. Für sein Engagement, neurowissenschaftliche Erkenntnisse spannend an Studierende zu vermitteln, wurde er bereits mehrfach ausgezeichnet.



ISTOCK / MRKORNFLAKES

Eineiige Zwillinge ähneln sich äußerlich stark – ihre Gehirne hingegen weniger.

perimentelle Forschung am lebenden menschlichen Gehirn noch in den Kinderschuhen steckte. Lange Zeit hatten »Läsionsstudien« ihre wichtigste Basis dargestellt: Fallen bestimmte Hirngebiete aus, etwa durch einen Schlaganfall, eine Verletzung oder einen Hirntumor, so sind die von ihnen kontrollierten Funktionen beeinträchtigt. Darauf aufbauend dominierte bis in die 1990er Jahre hinein ein strenges Lokalisationsmodell, wonach bestimmte, hirnvermittelte Funktionen durch ganz bestimmte neu-

ronale »Module« gesteuert werden. Doch diese Sichtweise hat sich massiv gewandelt und einer ganz neuen Auffassung über die Funktionsweise des menschlichen Gehirns Platz gemacht. Demnach handelt es sich dabei um ein dynamisches und sich ständig selbst organisierendes System, dessen wesentliches, wenn nicht gar wichtigstes Element seine Plastizität darstellt.

Das Gehirn von *Homo sapiens* besitzt ungefähr 80 bis 100 Milliarden Nervenzellen, wobei jede einzelne durchschnitt-

lich mit zirka 10 000 anderen verbunden ist. Somit zeichnet ein unglaublich großes und weit verzweigtes Netzwerk für unser Handeln, Denken, Lernen, Erinnern und Fühlen verantwortlich. Bereits Ende des 19. Jahrhunderts, zu Beginn der psychologischen Lern- und Gedächtnisforschung, vermuteten Psychologen, dass Lernen und Gedächtnis spezielle neurophysiologische Prozesse zu Grunde liegen. Der bekannte US-amerikanische Psychologe William James (1842–1910) soll der Erste gewesen sein, der in diesem

Zusammenhang den Begriff Plastizität verwendete.

Die ersten neurowissenschaftlichen Untersuchungen zum Lernen beschrieb der polnische Physiologe Jerzy Konorski (1903–1973), ein Schüler Iwan Pawlows. 1948 veröffentlichte er ein Buch, dessen Titel sich in etwa mit »Konditionierte Reflexe und Nervenzellorganisation« übersetzen ließe. Oft wird im angloamerikanischen Sprachraum der kanadische Neuropsychologe Donald O. Hebb (1904–1985) als Begründer der modernen Plastizitätsforschung benannt. Doch erschien dessen Abhandlung »The Organization of Behavior« erst 1949. Hebb beschrieb darin die nach ihm benannte Hebb-Synapse. Demnach stärken zwei Neurone oder Neuronengruppen ihre synaptischen Verbindungen, wenn sie häufiger gemeinsam feuern. Dies führte er auf eine optimierte Signalübertragung zurück. Die Metapher »What fires together, wires together« charakterisiert den biologischen Mechanismus, nach dem sich »lernende« neuronale Netzwerke organisieren.

Aber wie genau werden verinnerlichte Informationen auf neurophysiologischer Ebene im Gehirn gespeichert? In-

zwischen geht man davon aus, dass »Gedächtnisspuren« (oder Engramme) unter anderem durch ein dauerhaftes Muster von Synapsenstärken (auch: Synapsengewichte) entstehen. Auf zellulärer Ebene verbessert sich dabei die Signalübertragung durch zahlreiche verschiedene physiologische sowie strukturelle Anpassungen an den Synapsen und den Dendriten.

Die Anfangszeit der Plastizitätsforschung war fast ausschließlich durch Arbeiten an einfachen Zellmodellen und Tieren geprägt. Zu ihren wesentlichen Protagonisten gehörte der inzwischen emeritierte US-amerikanische Wissenschaftler Mike Merzenich. Er beobachtete an der University of California in San Francisco, wie sich die Nervenzellaktivität im sensomotorischen Kortex von Nachtaffen im Zuge unterschiedlicher Erfahrungen veränderte.

Finger im Gehirn

Berühmt geworden ist ein Experiment von 1991, bei dem die Wissenschaftler den Tieren den Mittel- und Ringfinger sozusagen »zusammengenäht« hatten (siehe »1991« in der Zeitleiste). Folglich konnten

Kurz erklärt: Kortikale Plastizität

Dieses Phänomen bezeichnet die aktivitätsabhängige Änderung der Zusammensetzung und Verknüpfung (Konnektivität) sowie des Aktivierungsmusters von neuronalen Netzwerken. Sie lässt sich im Kortex, aber auch außerhalb der Hirnrinde beobachten, so dass eigentlich von einer Plastizität des gesamten Gehirns gesprochen werden muss.