



ZEIT AKADEMIE

Unser Gehirn Wie wir denken, lernen und fühlen

Klassikseminar mit Prof. Dr. Onur Güntürkün

10 Lektionen: Online • DVD • Buch





ZEIT AKADEMIE

Impressum

Autor: Prof. Dr. Onur Güntürkün

Wissenschaftliche Leitung: Matthias Naß

Redaktion: Ulrich Schnabel

Grafische Konzeption: Ingrid Wernitz

Infografik: Hansen/2

Umsetzung: Madlen Domann, Anja Kallendorf

Bildbearbeitung: Andrea Drewes

Korrektorat: Mechthild Warmbier (verantwortlich)

Satz und Reproduktion: Zeitverlag Gerd Bucerius GmbH & Co. KG

Druck und Bindung: optimal media GmbH, Röbel

© ZEIT Akademie GmbH, Hamburg



ZEIT AKADEMIE

Unser Gehirn
Wie wir denken, lernen
und fühlen

Vorwort

Der Mensch, das denkende Wesen – dies ist das erhabene Bild, das wir von uns haben. Damit grenzen wir uns als Spezies ab, und das nicht ganz zu Unrecht. Denn tatsächlich unterscheidet unser Denkvermögen uns signifikant von unseren nächsten Verwandten unter den Säugetieren. Wobei, und das ist dann doch eine recht ernüchternde Erkenntnis, diese Überlegenheit eine rein quantitative ist: Unser Gehirn, dieses Wunderwerk von eben mal 1,3 Kilogramm Gewicht, enthält einfach mehr Nervenzellen als das Gehirn jedes anderen Lebewesens. Deshalb hat sich der Mensch evolutionsgeschichtlich durchgesetzt, deshalb konnte er sich die Erde untertan machen.

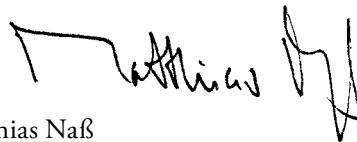
Aber wie funktioniert unser Gehirn? Wie lernen und wieso vergessen wir? Warum erinnern wir uns im Alter problemlos an die frühesten Erlebnisse unserer Kindheit, vergessen jedoch, was gestern war. Lässt sich das Gehirn trainieren, hilft »Gehirnjogging« gegen unsere Vergesslichkeit? Weiter gefragt: Haben wir wirklich zwei unterschiedliche Gehirnhälften? Welche Fähigkeiten hat die linke, welche die rechte Hälfte? Schließlich: Lässt sich Intelligenz messen, und ist der Intelligenzquotient (IQ) dafür ein verlässliches Maß?

Die Hirnforschung versucht Antworten auf all diese Fragen zu finden. Einer der herausragenden Vertreter des Faches ist Onur Güntürkün, Professor für Biopsychologie an der Ruhr-Universität Bochum. Seine Arbeiten, etwa zur Evolution des Denkens bei Mensch und Tier oder zu den kognitiven Unterschieden zwischen den Geschlechtern, zeichnen sich dadurch aus, dass sie viele verschiedene Perspektiven – psychologische, biologische und neurologische – verknüpfen. Anschaulich und verständlich präsentiert er in dieser Vorlesungsreihe die neuesten Erkenntnisse der Hirnforschung.

Wir hören ihm zu – und Milliarden Nervenzellen beginnen zu arbeiten, unsere Synapsen wandeln sich, Gedächtnis entsteht. Wir können uns in dieser Vorlesungsreihe gewissermaßen selbst beim Denken beobachten. Ein tolles Erlebnis!

Ich heiße Sie bei der ZEIT Akademie herzlich willkommen!

Ihr



Matthias Naß
Wissenschaftlicher Leiter der ZEIT Akademie











Lektionen 1-3

Lektion 1:	Ein einzigartiges Organ Warum unser Gehirn so besonders und so enorm leistungsfähig ist	21
Lektion 2	Wie wir die Welt wahrnehmen Von der Repräsentation der Welt in unserem Kopf	27
Lektion 3	Wie lernen wir? Vom Einfluss der äußern Umstände	34

Lektionen 4-6

Lektion 4	Wie funktioniert mein Gedächtnis? Die ausgefeilte Verarbeitung unserer Erinnerungen	43
Lektion 5	Wie Erinnerungen entstehen Warum wir Wichtiges vergessen und mitunter Falsches behalten	49
Lektion 6	Wenn das Gedächtnis versagt Wie es zu geistigen Ausfällen kommt und was man dagegen tun kann	54

Lektionen 7-9

Lektion 7	Was macht ein Gehirn intelligent? Warum manche schneller denken und Intelligenz kein Schicksal ist	63
Lektion 8	Vom Wert der Emotionen Warum Gefühle so wichtig sind	68
Lektion 9	Das asymmetrische Gehirn Warum wir links und rechts so unterschiedlich denken	75

Lektion 10

Lektion 10	Können Hirnforscher Gedanken lesen? Von den Möglichkeiten und Grenzen einer spannenden Disziplin	83
------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Anhang

Lebensläufe	93
Bildnachweise	96

Lektionen 1–3

Ein einzigartiges Organ

Warum unser Gehirn so besonders und so enorm leistungsfähig ist

Wir sind unser Gehirn. Alles was wir sehen, hören oder fühlen, all unsere Gedanken, Erinnerungen und Pläne für die Zukunft – all das findet in unserem Gehirn statt. Wie ist es möglich, dass ein biologisches Organ von gerade einmal 1,3 Kilogramm Gewicht das gesamte Innenerleben eines Menschen erzeugen und verarbeiten kann? Um diese zentralen Frage geht es in diesem Seminar.

Die Hirnforschung beschäftigt sich mit grundlegenden Aspekten unseres Menschseins. Sie erklärt uns beispielsweise, wie wir lernen und weshalb unsere Spezies so ungeheuer lernfähig ist; sie erkundet, wie das Gedächtnis funktioniert und weshalb es mitunter versagt – aber auch, wie man sein Gedächtnis trainieren kann. Denn eine der Erkenntnisse der modernen Neurobiologie lautet, dass unser Gehirn enorm »plastisch« ist, das heißt, dass es sich je nach Denktätigkeit in Form und Funktion verändern kann. Deshalb ist es auch in vielerlei Hinsicht trainierbar: Gedächtnis und Erinnerungsfähigkeit lassen sich in gewissem Rahmen ebenso schulen wie Intelligenz oder Wahrnehmungsfähigkeit. Man kann auch sagen: Unser Denkkorgan hält immer wieder Überraschungen für uns bereit.

Wie schafft das Gehirn all dies?

Zunächst einmal ein paar Zahlen und Fakten: In unserem Gehirn befinden sich circa 100 Milliarden Nervenzellen (Neuronen), die insgesamt eine Billionen Verbindungsstellen (Synapsen) aufweisen. Und fast alle diese Synapsen können sich verändern und somit den Informationsfluss in unserem Gehirn steuern. Wenn wir neue Erfahrungen machen, wandeln sich Synapsen. Dadurch lernen wir, dadurch entsteht Gedächtnis.



► **Blick ins Gehirn:** Kegelförmige Synapsen verbinden die Vielzahl der Nervenzellen miteinander
Corbis; Science Picture

Bereits während Sie diese Sätze lesen, sind Milliarden Nervenzellen Ihres Gehirns aktiv, um neue Eiweiße herzustellen, mit denen die Synapsen Ihres Gehirns verändert werden. Neue Verbindungen entstehen, andere gehen unter; Ihr Gehirn, Ihr Denken verändert sich in diesem Augenblick. Deshalb ist auch der gern gezogene Vergleich zwischen dem Gehirn und einem Computer nicht stimmig: Denn das Gehirn kennt keine Software; es ist gewissermaßen nur Hardware, aber eine Hardware, die sich ständig selbst verändert.

Dieses faszinierende Organ hat eine Evolutionsgeschichte von mehreren Hundert Millionen Jahren. Was das menschliche Gehirn auszeichnet, erkennen wir im Vergleich mit den Gehirnen anderer Tiere. Zunächst gibt es da viele Gemeinsamkeiten: Menschen sind Säugetiere, die zusammen mit Vögeln, Reptilien, Amphibien und Fischen zu den Wirbeltieren gehören. Und deren Gehirne haben einen ziemlich standardisierten Aufbau: Rückenmark, Stammhirn und Kleinhirn kommen bei allen Wirbeltieren vor, auch beim Menschen. Was hingegen speziell die Säugetiere auszeichnet, ist der sogenannte Cortex im Vorderhirn, der aus einer sechsschichtigen Rinde besteht und den man im Deutschen auch häufig »Hirnrinde« nennt. Hier finden alle »höheren« Denkprozesse des Menschen statt.

Da sich der Cortex weder in den Gehirnen von Vögeln noch von Reptilien, Amphibien oder Fischen findet, nahmen Wissenschaftler lange an, dass die kognitiven Fähigkeiten der Säugetiere einzigartig seien. Mittlerweile wissen wir: Diese Sicht ist wahrscheinlich falsch. Das Vorderhirn von Vögeln besteht aus denselben Zelltypen wie der Cortex der Säugetiere. Einziger Unterschied: Das Vorderhirn der Vögel ist nicht geschichtet. So ist vermutlich nur der sechsschichtige Aufbau des Cortex typisch für Säugetiere, nicht aber das Hirngewebe selbst.

Und was erklärt unsere kognitive Überlegenheit gegenüber anderen Säugetieren? Die Antwort: Wir Menschen haben die meisten Nervenzellen im Cortex. Selbst Säugetiere mit einem größeren Cortex, etwa Elefanten oder einige Walarten, besitzen in ihrer voluminösen Hirnrinde weniger Neuronen als Menschen. Die Hirnforschung beschert uns also die ernüchternde Einsicht, dass unsere menschlichen Denkfähigkeiten nicht auf einem einzigartigen Gehirn beruhen, sondern auf rein quantitativer Überlegenheit. Mehr nicht. Doch das genügt.

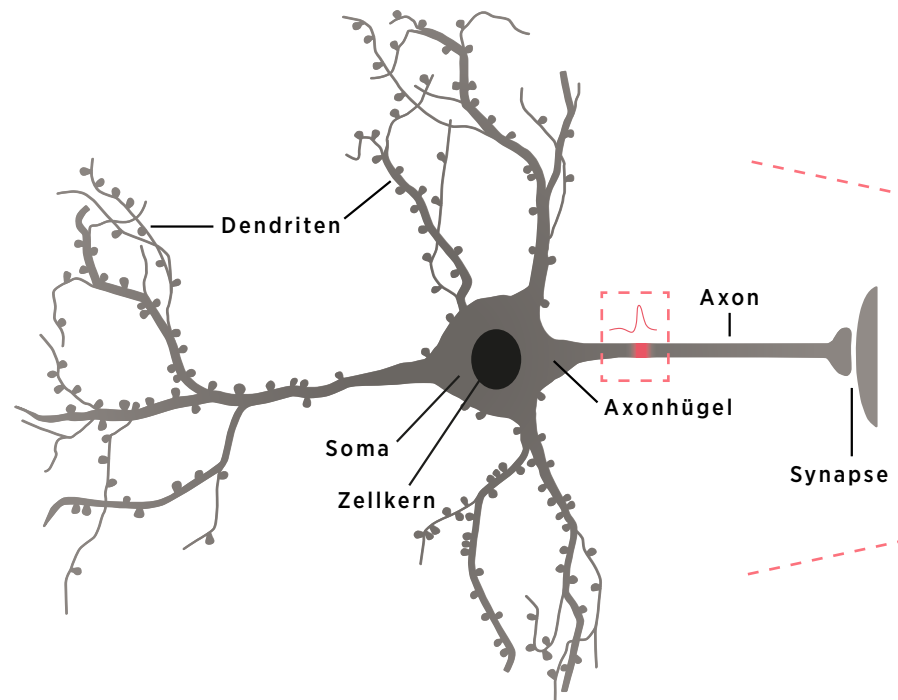
Literaturhinweise

- Onur Güntürkün,
»Biologische Psychologie«;
Hogrefe Verlag 2012
- Lutz Jäncke,
»Lehrbuch Kognitive
Neurowissenschaften«;
Huber 2013
- Eric Kandel,
James Schwartz,
Thomas Jessell,
»Neurowissenschaften:
Eine Einführung«;
Spektrum der Wissenschaft
Verlag 2012
- Richard Thompson,
»Das Gehirn: Von der Nerven-
zelle zur Verhaltenssteuerung«;
Spektrum der Wissenschaft
Verlag 2010

Blicken wir etwas genauer ins Gehirn:

Es besteht im Wesentlichen aus zwei Zelltypen, den Neuronen (Nervenzellen) und den **Gliazellen**. Die Anzahl der Gliazellen ist mindestens zehnfach so hoch wie die der Neuronen. Doch Letztere leisten die Informationsverarbeitung. Und auch wenn Neuronen zum Teil sehr unterschiedlich aussehen, sind ihre Funktionsmechanismen nahezu immer gleich, sowohl bei Menschen wie Tieren. Daher können Forscher die neuronalen Mechanismen bei Schnecken oder Tintenfischen untersuchen und daraus Schlussfolgerungen für das Gehirn von Menschen ziehen. Wahrscheinlich stammen sogar alle existierenden Nervenzellen von einem gemeinsamen Vorfahren ab, der vor fast einer Milliarde Jahren lebte. Die Geschichte der Informationsverarbeitung ist also fast so alt wie das Leben selbst. Um diese Geschichte zu verstehen, betrachten wir jetzt eine Nervenzelle im Detail:

Das **Soma** ist das Herz der Zelle. Hier sitzt die genetische Information. Sie wird ständig an verschiedenen Stellen abgelesen, um Proteine (Eiweiße) für die lernabhängige Umgestaltung der Zellstruktur herzustellen und an die jeweiligen Orte zu verschicken.

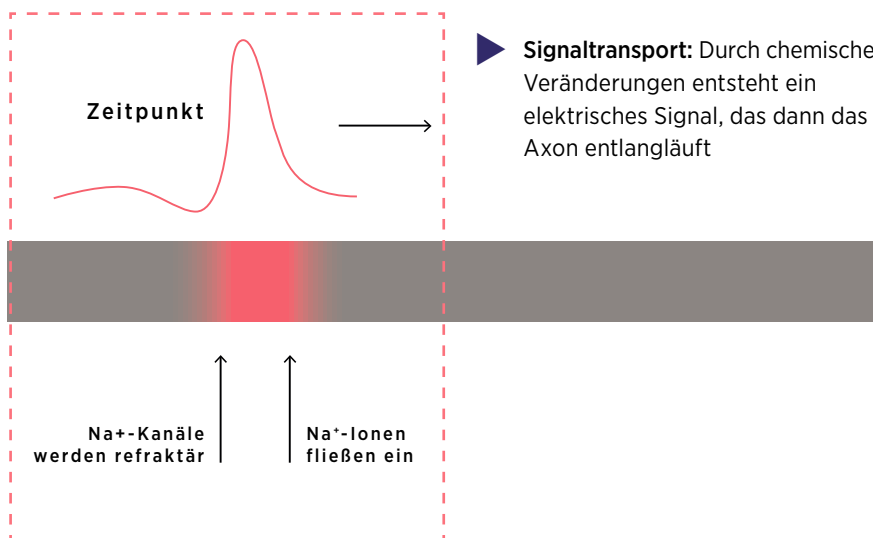


Eine Nervenzelle (Neuron) leistet die Informationsverarbeitung und ist zugleich Empfänger, Filter und Sender.

Die **Dendriten** sind quasi die Antennen der Nervenzellen, mit denen diese Informationen von Tausenden anderen Nervenzellen empfangen.

Ein **Axon** ist ein Nervenzellfortsatz, über den Informationen an andere Nervenzellen weitergegeben werden. Am Beginn des Axons, dem Axonhügel, entscheidet sich, ob das Neuron aktiv wird oder nicht. Nervenzellen können ununterbrochen Zehntausende von Informationseinheiten an ihren Dendriten integrieren – doch nur aus manchen entsteht am Axonhügel ein Aktionspotenzial, aus anderen nicht. Im ersten Fall wandeln die Neuronen am Axonhügel ein analoges in ein digitales (elektrisches) Signal um. Dieses läuft dann mit großer Geschwindigkeit das Axon entlang in Richtung von anderen Neuronen, die dieses Signal empfangen.

Die **Synapse** am Ende des Axons dient als Kontaktstelle zu einem anderen Neuron. Dabei muss die Information einen winzigen Spalt überwinden, der etwa ein fünfzigstel Millimeter breit ist. Das elektrische Signal muss also wieder in ein chemisches umgewandelt werden: Das eintreffende Aktionspotenzial führt zur Freisetzung von Botenstoffen (Neurotransmittern). Diese diffundieren durch den synaptischen Spalt und aktivieren auf der anderen Seite Rezeptoren, die



Lektion 1

wiederum zu einer elektrischen Erregung des nächsten Neurons führen. Dabei gibt es wahrscheinlich an die hundert Neurotransmitter und mehrere Hundert Rezeptoren – das Gehirn ist gewissermaßen ein vielsprachiges System, in dem verschiedene Botenstoffe auf engstem Raum unterschiedliche Nachrichten austauschen, ohne dass sich die jeweiligen Signale gegenseitig stören.

Zusammengefasst kann man sagen: Unser Gehirn ist gerade deshalb so effizient, weil es nicht wie ein Computer funktioniert. Es ist vielmehr eine elektrisch leitende Hardware, die sich ununterbrochen selbst umbaut und auf diese Weise Erfahrungen speichert. Dabei können Informationen superparallel und auf vielfältige Weise zugleich verarbeitet werden. Zugleich optimiert sich das Gehirn ständig selbst: Synapsen, die ein wichtiges Signal übermitteln, werden gestärkt, andere geschwächt. Und schließlich ist der neuronale »Speicherplatz« – insbesondere in so großen Gehirnen wie dem des Menschen – nahezu unbegrenzt. Es ist fürwahr ein einzigartiges Organ.

Fakten

Gehirne bestehen aus Milliarden von Nervenzellen, die durch Billionen von Synapsen miteinander verbunden sind.

Nervenzellen sind in der Lage, ihre Synapsen durch Erfahrungen zu verändern. Dadurch werden Synapsen zu Speichern vergangener Erfahrungen.

Nervenzellen arbeiten elektrisch. Wird die Nervenzelle erregt, kann dies ein Aktionspotenzial erzeugen, das an einem Axon entlangzieht und weiter entfernt liegende Nervenzellen aktiviert.

Neben der digitalen (elektrischen) Sprache des Aktionspotenzials beherrscht das Gehirn auch noch eine Vielzahl analoger (chemischer) Sprachen.

Gehirne verarbeiten Information parallel und somit eine enorme Informationsmenge zeitgleich.

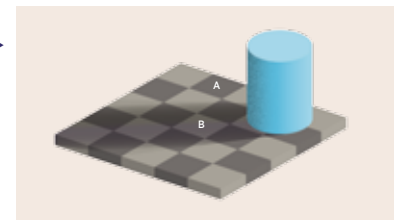
Wie wir die Welt wahrnehmen

Von der Repräsentation der Welt in unserem Kopf

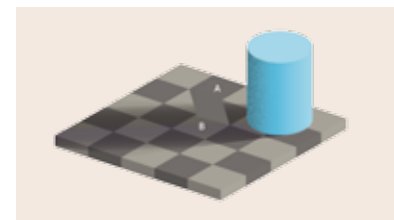
Optische Täuschungen verblüffen uns immer wieder. Sie sind nicht nur unterhaltsam, sondern machen uns zugleich klar, wie leicht sich unsere Wahrnehmung täuschen lässt. Mitunter sehen wir Dinge, die gar nicht vorhanden sind, ein andermal sind wir gegenüber Offensichtlichem blind. Woran liegt das? Warum sehen, hören oder fühlen wir die Welt nicht exakt so, wie sie tatsächlich ist?

Nehmen wir zum Beispiel das Bild mit dem Zylinder, der auf einem schachbrettartigen Fundament steht (Schachbrett 1). Würden Sie glauben, dass die Quadrate A und B gleich hell sind? Wahrscheinlich nicht. Dass A und B tatsächlich dieselbe Helligkeit haben, erkennt man, sobald man sie durch eine Brücke verbindet (Schachbrett 2). Warum aber nehmen wir sie dann so verschieden wahr? Der Grund ist, dass unser Gehirn in vielen Millionen Jahren eine Evolution durchlaufen und dabei gelernt hat, dass Schatten in der Regel einen Gegenstand verdunkeln. Es geht also davon aus, dass Feld B »eigentlich« heller sein muss, als es erscheint, und korrigiert dementsprechend den Sinneseindruck: Das Feld wird in unserer Wahrnehmung aufgehellt – obwohl es tatsächlich genauso dunkel ist wie Feld A.

Dieses Beispiel illustriert ein generelles Prinzip: Unser Gehirn nimmt die Welt niemals »roh« und unverfälscht wahr, sondern bezieht stets sein Vorwissen darüber mit ein, wie die Dinge üblicherweise sind. Denn das hat sich im Laufe der Evolution ausgezahlt: Diejenigen unserer Vorfahren, deren Gehirne zum Beispiel Oberflächen im Schatten heller haben erscheinen lassen, konnten sich in kritischen Situationen besser auf ihre Wahrnehmung verlassen und richtigere Entscheidungen treffen, weil ihnen die Gegenstände in der Sonne und diejenigen im Schatten ähnlich hell erschienen. Wir sind die Nachkommen dieser Lebewesen und besitzen somit ein Gehirn, das unsere Wahrnehmung durch solche



Schachbrett 1



Schachbrett 2