

*Neues aus der Welt der Wissenschaft*[ORF ON Science](#) : [News](#) : [Medizin und Gesundheit](#) : [Leben](#)

Die molekulare Basis des Gedächtnisses

Die molekularen Grundlagen des Lernens und Erinnerns sind ein noch weitgehend unverstandener Vorgang. Wahrscheinlich finden die wesentlichen Prozesse an den Kontaktstellen zwischen den Nervenzellen, den so genannten Synapsen, statt. Wissenschaftler konnten jetzt ein Verfahren entwickeln, mit dem die molekularen Vorgänge in den Synapsen von Nervenzellen sichtbar gemacht werden können. Mit diesem Werkzeug soll die Verschaltung und Signalübermittlung der Nervenzellen ergründet werden.

Ein Blick in das Innere einer Nervenzelle

Nervenzellen leiten nicht nur Informationen untereinander weiter, sondern sie entscheiden auch darüber, was wir uns merken und was wir wieder vergessen. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Entwicklungsbiologie in Tübingen haben ein neuartiges Testsystem entwickelt, mit dem sie die Bildung von Proteinen in einer lebenden Nervenzelle direkt sichtbar machen können. Durch diese Beobachtungen könnte die Art und Weise der Informationsspeicherung in den Nervenzellen geklärt werden.

Die Ergebnisse ihrer Arbeit publizierten die Wissenschaftler in der Aprilausgabe der Wissenschaftszeitschrift "Molecular Biology of the Cell".

Der Originalartikel: "A GFP-based System to Uncouple mRNA Transport from Translation in an Single Living Neuron" (Bd. 14, S. 1570-1582, kostenpflichtig)

[Molecular Biology of the Cell](#)

*** Wie wir uns Dinge merken

Bis heute ist ungeklärt, wie wir uns Fakten, Zahlen oder Gesichter merken können. Eine einfache und auch recht wahrscheinliche Erklärung dafür lautet: Wir haben Erinnerungen, weil sich unsere Nervenzellen Dinge merken können. Nervenzellen haben unzählige Verbindungsstellen zu anderen Zellen. Jeder dieser Kontakte - auch Synapsen genannt - kann nicht nur moduliert werden, es können sich auch jederzeit neue Synapsen bilden.

Der Aufbau einer Nervenzelle



Eine typische Nervenzelle sieht aus wie ein Baum mit vielen Ästen (Dendriten) und Blättern (Synapsen). Um alle seine Blätter am Leben zu halten, muss der "Baum" Wasser und Nährstoffe bis in seine entferntesten Äste transportieren. Auch die Nervenzelle verfährt so und transportiert Moleküle bis in die entlegensten Enden ihrer Dendriten zu den Synapsen. Diese Moleküle sind zum Beispiel spezielle Proteine, aber auch Ribonukleinsäuren (RNAs) - Blaupausen des Genoms für die Herstellung von Proteinen.

Lernen und Erinnern durch Proteinsynthese

Neuere Forschungsergebnisse legen nun nahe, dass die Proteinsynthese nicht nur in der Nähe des Zellkerns, wo die RNA-Blaupausen entstehen, sondern auch in weiter entfernten Abschnitten der Dendriten stattfindet.

Daher vermuten die Wissenschaftler, dass eine Nervenzelle über die lokale Proteinsynthese in Dendriten das für den Umbau, Abbau oder die Neubildung von Synapsen benötigte "Baumaterial" genau dort herstellt, wo es schließlich auch eingebaut wird.

Eine solche lokale Veränderung der Proteinzusammensetzung in der Nervenzelle wäre eine originelle Möglichkeit, wie diese Zelle "lernen" und die so gespeicherten Informationen wieder abrufen könnte.

Um diese These zu überprüfen müsste man aber die molekularen Vorgänge in einer lebenden Nervenzelle direkt beobachten können. Genau das ermöglicht die Methode der Max-Planck - Wissenschaftler.

Das "Reporter-Protein"

Um die Synthese eines fluoreszierenden "Reporter-Proteins" im Mikroskop sichtbar zu machen, griffen die Wissenschaftler auf ein sehr effizientes System zurück, das Zellen benutzen, um die Eisenkonzentration in ihrem Inneren genauestens zu regulieren.

Normalerweise werden Eisentransport- bzw. Eisenspeicherproteine nur dann in der Zelle hergestellt, wenn sie wirklich gebraucht werden. Setzt man einen solchen "Eisenschalter" vor eine beliebige Reporter-RNA (Blaupause), die z. B. den Bauplan für das Grüne Fluoreszierende Protein (GFP) enthält, wird dieses Proteins

nur in Anwesenheit von Eisen erzeugt.

In einem zweiten Schritt fügten die Wissenschaftler der Reporter-RNA an ihr Ende noch ein molekulares Sortiersignal an. Dieses sorgt dafür, dass diese RNA tatsächlich in die Dendriten transportiert wird.

Mit Eisen die Proteinproduktion gesteuert

Danach überprüften die Forscher ihre These, indem sie die Eisenkonzentration in den entsprechend präparierten Nervenzellen erhöhten. Tatsächlich wurde durch die Anwesenheit von Eisen die Proteinsynthese aktiviert. Auf Grund der grünen Fluoreszenz des Reporterproteins konnte der Vorgang im Mikroskop verfolgt werden.

Außerdem konnte auch eine deutliche Steigerung der Neusynthese des Proteins festgestellt werden, wenn die untersuchten Neuronen gleichzeitig elektrisch aktiv waren.

Reguliert synaptische Aktivität die lokale Proteinsynthese?

Damit haben die Wissenschaftler einen ersten wichtigen Hinweis darauf gefunden, dass die synaptische Aktivität direkt die lokale Proteinsynthese regulieren könnte.

Die so ausgelösten molekularen Veränderungen würden dann dazu führen, dass existierende Synapsen in ihrem gesamten Aufbau reorganisiert und beispielsweise stabilisiert werden. Dies könnte eine der molekularen Grundlagen von Lernprozessen darstellen.

Auf den Spuren der Proteinsynthese in den Synapsen

Um diese These zu bestätigen, wollen die Wissenschaftler im nächsten Schritt die dendritische Proteinsynthese, also die lokale Synthese, sichtbar machen. Durch die lokale Zugabe von Agenzien wird die Proteinsynthese in Anwesenheit von Eisen eingeschaltet und gleichzeitig die Synapse aktiviert.

Auf diese Weise erwarten die Forscher, neu synthetisiertes grün fluoreszierendes Protein ausschließlich an der aktivierten Synapse optisch nachweisen zu können. Wenn das gelingt, dann sollen diese molekularen Vorgänge, die eigentlich zu einer Modifizierung der Synapse führen müssten, genauer untersucht werden.

Die Wissenschaftler versprechen sich von diesen Untersuchungen erste Einblicke in die zugrunde liegenden Mechanismen, die voneinander unabhängige Reize aus der externen Welt miteinander verschalten und so zu einer Ausbildung und Speicherung von assoziativem Gedächtnis führen könnten.

→ [Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie](#)

[[ORF ON Science](#) : [News](#) : [Leben](#)]

IHR KOMMENTAR ZU
DIESEM THEMA 

[issac](#) | 27.04, 07:22

Na vielleicht...

...ist das Gehirn nur ein Interface zu etwas was wir noch nicht verstehen. Gedächtnis muss nicht unbedingt einen "pysischen" Speicher haben.

Ich glaube nicht, dass ich ausschließlich körperlich existiere, folglich muss es irgendwo ein Interface zum "Bewusstsein" oder der "Seele" geben. Das Gehirn wäre dann eher ein komplexer Datenbus mit Prozessoren für die Vorverarbeitung der Sinneseindrücke...

Wenn alles rein körperlich wäre, dann hätte wohl nie jemand den Satz "Ich denke, also bin ich" sagen können, denn einer Biomasse wäre es vermutlich nie bewusst geworden, dass sie existiert. 

[sensortimecom](#) | 27.04, 12:09

@isaac

tut mir leid, dich enttäuschen zu müssen:

Das Gehirn braucht sehr wohl einen "physischen Speicher".

Seine Funktionsweise völlig abgehoben von den mathematisch/logisch/physikalischen Grundlagen zu sehen ist der falsche Weg.

Jede MESSUNG, die vorgenommen wird, benötigt einen Referenzwert. Ganz einfach: Guck dir dein Fieberthermometer an: Wie wüsstest du die Temp. wenn keine Gradanteile als Referenz vorhanden wäre... desgl. auch bei allen digitalen Messungen... Dasselbe auch bei jedem Zeitmesser. Das Uhrwerk kann laufen solange es will; du kannst keine Zeit wissen, wenn du keine "Vergleichsbasis" hättest; also z.B. sagen könntest 90° Verschiebung am Zifferblatt entspricht 3 Std. usw. usf.

Auch das Gehirn MISST, und vergleicht mit referenten Zeitdaten". Als Speicher fungieren die Synapsen.

Bitte meine page lesen:

<http://www.sensortime.com/brain-de.html>

"Der Algorithmus des Gehirns"

(Teil der Patentschrift):

www.sensortime.com/time-de.html

mfg Erich B.

[peter0019](#) | 27.04, 04:43

Dann könnte man vielleicht mal wirklich Gedanken lesen, wenn man den jeweiligen Schlüssel kennt.

Schrecklich, schrecklich. 

[talonkarrde](#) | 27.04, 00:18

1 E 11

ist wissenschaftliche Notation und bedeutet $1 \cdot 10^{11}$



[transuran](#) | 26.04, 15:47

verstand und bewusstsein

unser verstand ist rechenleistung. wenn wir uns an das Gelernte erinnern können, dann haben wir bewusstsein. und dieses bewusstsein ist wieder rechenleistung. wenn eine Maschine die gleiche rechenleistung hätte, wie wir in unseren Gehirnen, und lernfähig wäre, dann hätte auch sie bewusstsein. die Nervenzellen mit 5 Synapsen und $1 \cdot 10^{11}$ Stück werdet ihr bei der Maschine nicht schaffen. wir haben die rechenleistung Basis 5 hoch $1 \cdot 10^{11}$! dämmert es, ihr "künstlichen Intelligenz"-Heinis! 

[vibesman](#) | 26.04, 21:32

genauer bitte

hey das kenn ich von irgendwoher...erklär das mit den synapsen genauer, damit mans auch versteht, was du meinst. stimmt es, dass diese zahl höher ist, als die atome in unserem universum? das hab ich aus dem film "fabelhafte welt der amelie"

[transuran](#) | 26.04, 22:55

rechenleistung im gehirn

wir haben grob die rechenleistung $5 \text{ hoch } 1 \text{ E } 11$ mal 1 hertz . und die EDV basis $2 \text{ hoch } 64$ mal 2 giga-hertz. auch bei extremer erhöhung der taktfrequenz würde die EDV nicht annähernd unserem gehirn in die nähe kommen. von der dabei anfallenden verlustleistung ganz zu schweigen.es gibt uns,und die blechtrotteln sollten wir nur als rechenhilfe ansehen.

[libertyfrog](#) | 26.04, 23:25

Du hast völlig recht

.

[vibesman](#) | 26.04, 23:38

aha...aber die blechtrotteln sind doch so was wurscht, aber was ist mit den quantencomputern, die in innsbruck erforscht werden?
das gehts rund
und was heißt das $1 \text{ E } 11$? ist das die eulersche zahl oder was? oder ein hoch 11?

[mrandy](#) | 26.04, 23:45

klinkt interessant. könnte man dann sich sein Gedächtnis auffrischen lassen (steigern), wenn man so die Proteinsynthese beim Menschen absichtlich in den Synapsen aktivieren lässt. vielleicht könnte man so in zukunft die "Rechenleistung" von Menschen steigern, naja wäre vielleicht schlecht wenn wir dann lauter Genies hätten.
ich liege aber wahrscheinlich auch total falsch.
naja...

[transuran](#) | 27.04, 16:20

an vibesman

$1 \text{ E } 11 = 1 \text{ mal } 10 \text{ hoch } 11$,das sind 100 milliarden stück nervenzellen. übrigens hat auch die kleine "maschine" ameise verstand und marginales bewusstsein.auch das wird euch von unseren anmassenden besserwissern falsch erklärt !

Die ORF.at-Foren sind allgemein zugängliche, offene und demokratische Diskursplattformen. Bitte bleiben Sie sachlich und bemühen Sie sich um eine faire und freundliche Diskussionsatmosphäre. Die Redaktion übernimmt keinerlei Verantwortung für den Inhalt der Beiträge, behält sich aber das Recht vor, krass unsachliche, rechtswidrige oder moralisch bedenkliche Beiträge sowie Beiträge, die dem Ansehen des Mediums schaden, zu löschen und nötigenfalls User aus der Debatte auszuschließen.

Sie als Verfasser haften für sämtliche von Ihnen veröffentlichte Beiträge selbst und können dafür auch gerichtlich zur Verantwortung gezogen werden. Beachten Sie daher bitte, dass auch die freie Meinungsäußerung im

Internet den Schranken des geltenden Rechts, insbesondere des Strafgesetzbuches (Üble Nachrede, Ehrenbeleidigung etc.) und des Verbotsgesetzes, unterliegt. Die Redaktion behält sich vor, strafrechtlich relevante Tatbestände gegebenenfalls den zuständigen Behörden zur Kenntnis zu bringen.

Die Registrierungsbedingungen sind zu akzeptieren und einzuhalten, ebenso Chatiquette und Netiquette!

[Übersicht: Alle ORF-Angebote auf einen Blick](#)