

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

## Forscher entschlüsseln Code von Nervenzellen

Wenn Sinnesreize in die "Sprache" des Gehirns übersetzt werden, bedienen sich Nervenzellen eines so genannten neuronalen Codes. Wie mexikanische Forscher nun durch Versuche mit Affen herausgefunden haben, ist dieser Code viel komplizierter als bisher gedacht.

Ein Team um Ranulfo Romo von der Universidad Nacional Autonoma de Mexico berichtet, dass es zumindest in der Körperwahrnehmung eine besonders ausgeklügelte Form gibt, um Reize im Gehirn darzustellen. Dabei spielt vor allem die Gesamtzahl von so genannten Aktionspotenzialen eine Schlüsselrolle.

Die Studie "Neural codes for perceptual discrimination in primary somatosensory cortex" von Rogelio Luna et al. erschien im Fachjournal "Nature Neuroscience" (doi:10.1038/nn1513).

[➔ Zum Artikel](#)

### Alle unter Spannung

Alle Zellen des menschlichen Körpers stehen buchstäblich unter Spannung: Zwischen der Innen- und Außenseite ihrer Zellmembran herrscht ein Ladungsunterschied, und es bedarf eines beträchtlichen Energieeinsatzes, um diese Differenz aufrecht zu erhalten.

### Nur Neuronen können feuern

Das gilt selbstverständlich auch für Nervenzellen, die darüber hinaus etwas ganz Besonderes können: Manchmal polt sich nämlich deren Membran um, wobei die Spannung anstatt der üblichen -80 Millivolt plötzlich in den positiven Bereich springt, um dann wieder relativ rasch abzuebben.

Die Ursachen solcher Aktionspotenziale (auch "Spikes" genannt) sind bestens erforscht, hauptverantwortlich dafür zeichnen Ionenkanäle, die u.a. Natrium- und Kalium-Ionen ein- bzw. ausströmen lassen.

[➔ Aktionspotenzial - Wikipedia](#)

### Signale für die Sprache des Gehirns

Sinn der aufwendigen Umpolung: Aktionspotenziale sind Alles-oder-Nichts-Signale (halbe Aktionspotenziale gibt es in der Natur nicht), mit denen die Neuronen Informationen darstellen, letztlich: codieren.

Bekannt ist in diesem Zusammenhang überdies, dass die Intensität von Reizen durch die Frequenz von Aktionspotenzialen dargestellt wird. Das heißt beispielsweise: Je lauter der Nachbar seine Lieblingsmusik spielt, desto intensiver feuern jene Nerven, die den Reiz vom Ohr in das Gehirn des leidgeprüften Zuhörers weiterleiten.

#### Alternative Codes?

Allerdings ist das keineswegs die einzige Art und Weise, wie Informationen verpackt und unterschieden werden können. So wäre etwa auch denkbar, dass die Gesamtzahl der Aktionspotenziale oder die Dauer der Nervenzell-Aktivität eine Rolle spielt.

Diese grundsätzliche Frage erörterte jüngst ein Team um Ranulfo Romo von der Universidad Nacional Autonoma de Mexico anhand eines einfachen Beispiels, nämlich der Wahrnehmung von Vibrationen.

Aus früheren Studien weiß man, dass Berührungen der Haut mit vibrierenden Objekten Neuronen aktivieren, die im Gehirnzentrum der Körperwahrnehmung, dem so genannten somatosensorischen Cortex, sitzen.

#### Tastempfindungen im Experiment

Das bestätigte sich auch bei Versuchen, in denen die Forscher Fingerballen von Makakken mit vibrierenden Objekten berührten. Dabei wurden die Affen erfolgreich darauf trainiert, die Frequenz zweier Vibrationen zu unterscheiden.

Daraus schlossen Romo und sein Team: Wenn die Affen nachweislich dazu imstande sind, zwei Testreize zu unterscheiden, dann muss sich das irgendwie im somatosensorischen Cortex widerspiegeln. Fragt sich nur: Wie?

#### Reizdauer verändert Empfindung

Um das herauszufinden variierten die mexikanischen Forscher die ursprüngliche Reizdauer von einer halben Sekunde und berührten die Fingerkuppen für 250 bzw. 750 Millisekunden. Auch hier zeigten die Affen Reaktionen im entsprechenden Gehirnzentrum, jedoch unterliefen ihnen offensichtlich leichte Fehler:

War eine der beiden Berührungen kürzer, unterschätzten sie die Frequenz der Vibrationen, war eine der beiden länger, überschätzten sie hingegen die Frequenz.

#### Die Zahl, nicht die Rate entscheidet

Folgerung der mexikanischen Forscher: Die untersuchten Gehirnzellen stellen offenbar die Frequenz durch die Gesamtzahl von "Spikes" dar. Damit war zwar grob die Frage nach dem obwaltenden Code beantwortet, im Detail war jedoch auch dieser Erklärungsversuch unbefriedigend.

Es zeigte sich nämlich, dass der Effekt erstens nur leicht von der Reizdauer abhing und außerdem bei den kurzen Reizen stärker ins Gewicht fiel. Das erklären Romo und Kollegen durch die Existenz eines 230 Millisekunden

langen Zeitfensters, in dem eingehende Reize besonders stark gewichtet werden, außerhalb dessen hingegen weniger.

### Konsequenzen für andere Studien

Dass der neuronale Code der untersuchten Nervenzellen so kompliziert ist, hat nach Ansicht von Ranulfo Romo auch weitgehende Konsequenzen für andere neurobiologische Studien.

Bei diesen habe man stillschweigend angenommen, dass die Feuerrate von Neuronen ein ausreichendes Maß für die Repräsentation von Sinnesreizen sei, so Romo. Eine Annahme, die offenbar nicht immer stimmt.

[[science.ORF.at](http://science.ORF.at), 3.8.05]

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

IHR KOMMENTAR ZU  
DIESEM THEMA 

[sensortime.com](http://sensortime.com) | 04.08, 11:22

WER den "Code" der Rezeptor-Signalübertragung wirklich "entschlüsselte":

Kurze Vorgeschichte:

Ursprünglich wurde angenommen, Aktionspotentiale bildeten eine Art "Sägezahn-Impuls" mit dem - ähnlich wie beim digitalen Sampling - die Stimuli-Signalamplituden "abgetastet" würden, um den jeweiligen Intensitätswert zu diskretisieren. Irrtum.

Später glaubte man, dass sie elektronischen Spannungs/Frequenz-Wandlern entsprächen. Wieder Irrtum.

Rogelia Luna et al glauben nun, dass die Gesamtzahl und die Dauer der Aktionspotentiale (auch AP's oder "Spikes" genannt) eine Rolle spielen. Auch das ist nur teilweise richtig.

Das Gehirn "zählt" keine physischen Zahlen, und "rechnet" nicht. Es kann ausschließlich auf Basis von VERSTREICHZEITEN operieren. Die Synapsen speichern referente (früher erworbene) Verstreichzeitmuster und vergleichen sie mit rezenten Mustern. Besteht annähernde Kovarianz, kommt es zu einem exzitatorischen postsynaptischen Potential (EPSP = "Bestätigungssignal"). Mehrere EPSP innerhalb eines Zeitfensters führen dann ihrerseits wieder zu einem AP, das an ein Motoneuron geleitet wird usw. usf.

weiter ---> 

[sensortime.com](http://sensortime.com) | 04.08, 11:24

----> weiter

Entschlüsselt wurde der "Code" von Nervenzellen von mir Ende der 90er-Jahre nach langem intensivem Studium:

Beschrieben in der Patentschrift US6172941 (über das Wesen der Autoadaption generell)

siehe:

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

und im speziellen Fall beim Gehirn:  
<http://www.sensortime.com/brain-de.html>

Demnach ist das Muster der zeitlichen Abstände der Aktionspotentiale (AP) sowie ihre Fortleitungsgeschwindigkeit für die Repräsentation (bzw. deren Speicherung) von Sinnesreizen in den Synapsen ausschlaggebend. Die jeweilige AP-Frequenz zeigt nur an, in welchem Intensitätsbereich sich der jeweilige Stimulus gerade befindet. Die Fortleitungsgeschwindigkeit generiert den eigentlichen "Zeitähltakt" der synaptisch erfasst wird. Sie kann sich an spatial/ temporale Änderungen der Reizverläufe anpassen (adaptieren). Auf diese Weise werden z.B. Augenbewegungen kompensiert, so dass sich idente zeitliche Muster ergeben. Dies hat auch Gotthalmseder recht gut in seiner Dissertationsschrift beschrieben (s. <http://www.hirnmodell.com/>)

Erich Bieramperl

[linustintifax](#) | 03.08, 13:35

Science beats Science Fiction  
dieses Mal wurde die biotechnische Grundlage der "Matrix"  
- Filmreihe von der Realität eingeholt. Gruselig. 

[atagod](#) | 03.08, 12:36

Das witzige an der Sache ist ja, dass die ganze Sache mit Strom funktioniert. Der Unterschied zum Roboter ist dann wohl nur noch in der Komplexität und dem Material zu suchen. 

[amijesus](#) | 03.08, 21:52

Und im Konzept: Parallel vs. Seriell

[slartibartfast](#) | 04.08, 13:33

"funktionier mit strom"  
nicht ausschliesslich

[evaristegalais](#) | 03.08, 11:46

Was mich ein wenig stört ist, dass man auch in diesem Artikel wieder einmal liest, die Neuronen würden Informationen darstellen und codieren. Das stimmt einfach nicht. Die Erhaltung der Anpassung der Neuronen (und allgemein von Zellen) in ihrem Milieu erfordert, dass sie das tun, was sie tut. Es ist der Beobachter, der dies als Verhalten und letztlich als Codierung von Information interpretiert. Die Zelle kann gar nicht anders, als nach dem ihr gegebenen Bauplan zu handeln, und weiß nichts von Information.

Ig eg 

[matratzn](#) | 03.08, 13:51

Willkommen im Behaviorismus.

aber:

Jeder von uns(impliziert dann auch den angesprochenen Beobachter) ist selbst ein Haufen von Neuronen uvm., die nach ihren Bauplänen handeln.

Kann also deiner Definition nach dieser Haufen etwas feststellen, interpretieren, ... ?

[älaktronix](#) | 03.08, 11:08

da

fehlen euch die worte, ha!? 

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](#)