

## Pressemitteilung

Bernstein Center  
for Computational Neuroscience  
(BCCN)  
Göttingen  
Bunsenstr. 10  
D - 37073 Göttingen, Germany

T: + 49 (0) 551 / 5176 - 425  
F: + 49 (0) 551 / 5176 - 14 425  
E: [contact@bccn-goettingen.de](mailto:contact@bccn-goettingen.de)  
I: [www.bccn-goettingen.de](http://www.bccn-goettingen.de)

11. Mai 2007

### Nervenzellen im Kreuzfeuer

#### **Kontroverse über neurowissenschaftliche Gleichung.**

Im Jahre 1952 postulierten Alan Lloyd Hodgkin und Andrew Fielding Huxley eine quantitative Beschreibung der Entstehung elektrischer Impulse in Neuronen, für die sie den Nobelpreis erhielten. Im April 2006 haben Wissenschaftler um Fred Wolf vom BCCN Göttingen erstmals gezeigt, dass das Hodgkin-Huxley Modell nicht das Verhalten aller neuronaler Zellen erklären kann. Die Publikation ihrer Ergebnisse in der wissenschaftlichen Zeitschrift "Nature" hat mittlerweile eine wissenschaftliche Kontroverse hervorgerufen.

Neurone kommunizieren über elektrische Impulse. Erhält ein Neuron ein Signal, ändert sich die Spannung über seiner Membran. Sobald ein bestimmter Schwellenwert erreicht wird, öffnen sich spannungsgeregelte Natriumkanäle und Natriumionen strömen ins Zellinnere. Das Membranpotential steigt dadurch weiter und ein so genanntes "Aktionspotential" entsteht - das Neuron sendet nun selbst ein Signal aus. Nach dem Hodgkin-Huxley Modell ist die Membranspannung der alleinige Auslöser für das Öffnen der Natriumkanäle. Wolf und seine Kollegen aber haben herausgefunden, dass das Hodgkin-Huxley Modell Aktionspotentiale in Neuronen der Großhirnrinde nicht erklären kann. Der Schwellenwert ist in diesen Zellen sehr variabel, gleichzeitig aber entstehen Aktionspotentiale extrem schnell. Dieses Verhalten kann leicht nachgebildet werden, wenn man postuliert, dass die Natriumkanäle einen Einfluss aufeinander ausüben und "kooperativ" öffnen.

Es ist nicht verwunderlich, dass die Einschränkung der Allgemeingültigkeit dieser grundlegenden Gleichung unter manchen Wissenschaftlern auf Skepsis stößt. In der Januar-Ausgabe von Nature publizierten David McCormick, Yale University School of Medicine, und seine Kollegen ihre Zweifel an Wolfs Modell. Aktionspotentiale entstehen in manchen Neuronen in einem zellulären Fortsatz, dem Axon, etwa 30 µm von dem Zellkörper entfernt. Da das Axon aber zu dünn ist, um dort eine Pipette anzusetzen, wird das Aktionspotential gemeinhin am Zellkörper gemessen. McCormick weist darauf hin, dass dies zu Artefakten führen könnte. In einem mathematischen Modell schlägt er vor, wie sich das schnelle Entstehen des Aktionspotentials, das im Zellkörper gemessen wird, mit dem Hodgkin-Huxley Modell in Einklang bringen lässt, wenn solche Artefakte berücksichtigt werden. Darüber hinaus strebt er an, das Membranpotential direkt am Ort seiner Entstehung zu messen, indem er das Axon abschneidet und die Messpipette an dem Membranklümpchen ansetzt, das durch die

Verletzung entsteht. Seine so gewonnenen Messdaten zeigen eine langsamere Entstehung des Membranpotentials als die von Wolf und seinen Mitarbeitern.

Wolf und seine Kollegen können McCormicks Argumente allerdings überzeugend widerlegen. Zum einen weisen sie darauf hin, dass die Entfernung des Axons zu einer radikalen Umorganisation der molekularen Struktur führt, so dass Messdaten an dem entstehenden Membranklümpchen nicht verlässlich sind. Zum anderen kann auch das mathematische Modell McCormicks Wolf und seine Kollegen nicht überzeugen. Während das Modell einen fixen Schwellenwert von -55V für die Auslösung eines Aktionspotentials vorhersagt, zeigen reale Messungen hier weit mehr Toleranz. Damit ist das Modell McCormicks für sie ein weiterer Hinweis dafür, dass das Hodgkin-Huxley-Modell zur Erklärung der Entstehung von Aktionspotentialen in Neuronen der Großhirnrinde nicht ausreicht. Wolfs Abwandlung des Hodgkin-Huxley-Modells ist demnach die derzeit beste Hypothese.

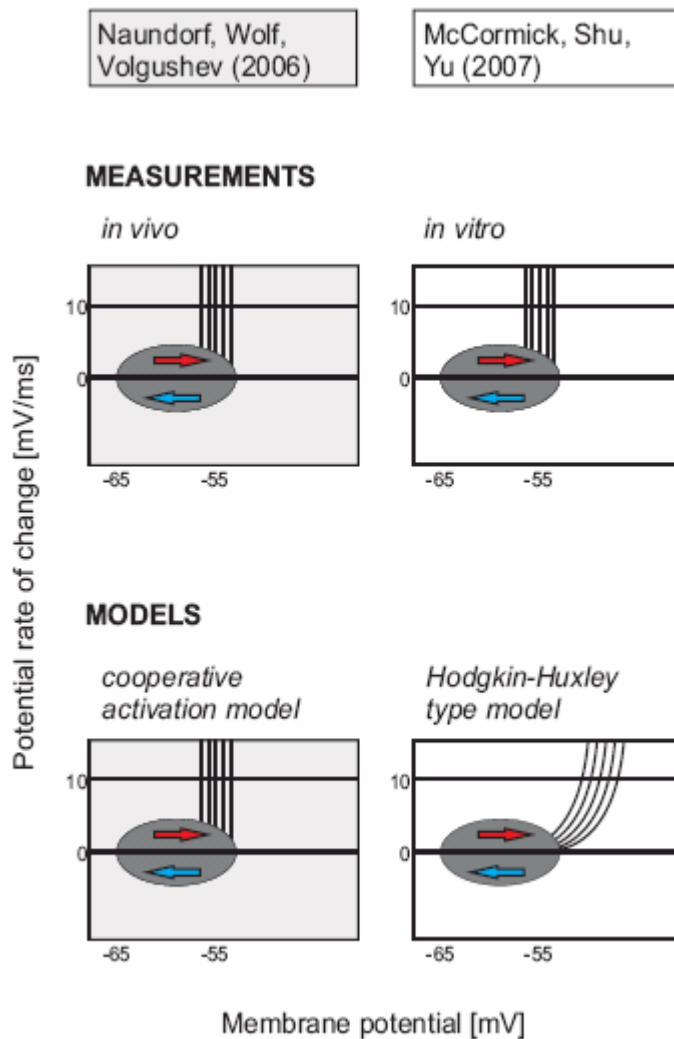


Abbildung: Schematische Repräsentation der Entstehung von Aktionspotentialen basierend auf Messungen (oben) und auf mathematischen Modellen (unten). Die Spannung über der Membran des Neurons kann steigen (roter Pfeil) oder fallen (blauer Pfeil). Während nach dem Hodgkin-Huxley Modell ab einem fixen Schwellenwert immer ein Aktionspotential ausgelöst wird, zeigen reale Messungen hier mehr Toleranz. Der Schwellenwert in Neuronen der Großhirnrinde ist sehr variabel, gleichzeitig entstehen Aktionspotentiale aber sehr schnell. Das Modell von Wolf und seinen Kollegen (unten links) spiegelt diese Messdaten sehr viel genauer wider. Bild: Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation



Quelle:

Hodgkin and Huxley model - still standing?  
McCormick, D.A., Shu, Y. and Yu, Y.  
Reply by: Naundorf, B., Wolf, F. and Volgushev, M.  
Nature, Volume 445, 4 January 2007

Naundorf, B., Wolf, F and Volgushev, M.  
Unique features of action potential initiation in cortical neurons  
Nature, Volume 440, Number 7087, 2006

Weitere Informationen erhalten Sie von:

Dr. Fred Wolf  
Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation  
Bernstein Center for Computational Neuroscience (BCCN) Göttingen  
Bunsenstr. 10  
37073 Göttingen  
Tel: 0551 5176-423  
Email: fred@nld.ds.mpg.de

Die Bernstein Centers for Computational Neuroscience (BCCN) sind vier vom BMBF geförderte Zentren in Berlin, Freiburg, Göttingen und München. In dem interdisziplinären Netzwerk werden Experiment, Datenanalyse und Computersimulation auf der Grundlage wohl definierter theoretischer Konzepte vereint. Zentrales Anliegen der Computational Neuroscience ist die Aufklärung der neuronalen Grundlagen von Hirnleistungen, die so z.B. zu neuen Therapien bei neurodegenerativen Krankheiten und Innovationen in der Neuroprothetik führen.

Das BCCN Göttingen ist ein Verbundprojekt der Georg-August-Universität Göttingen, des Max-Planck-Instituts für Dynamik und Selbstorganisation, des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie, dem Deutschen Primaten Zentrum und der Otto Bock HealthCare GmbH.



Georg-August-Universität Göttingen  
Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation  
Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie  
Deutsches Primatenzentrum  
Otto Bock Health Care



*Otto Bock*