

Präzise Signalweitergabe im Gehirn

08.06.2010 - (idw) Nationales Bernstein Netzwerk Computational Neuroscience

Wissenschaftler der Universität Freiburg untersuchen, warum das Gehirn Signale produziert, die die Aktivität von Nervenzellen unterdrückt, nachdem sie gerade angeregt wurden. Bei jeder Sinneswahrnehmung verarbeitet das Gehirn die aufgenommenen Informationen Schritt für Schritt in aufeinander folgenden Ebenen. Neurone in jeder Ebene geben Signale in Form von elektrischen Impulsen an die nächste Ebene weiter. Dabei gibt es zwei Sorten von Signalen: solche, die die Aktivität der nachgeschalteten Zelle aktivieren, so genannte erregende Signale, und solche, die ihre Aktivität hemmen inhibierende Signale. Das mag zunächst widersprüchlich erscheinen: Warum sollte das Gehirn Energie aufwenden, um seine eigene Aktivität zu unterdrücken? Dr. Jens Kremkow und Prof. Dr. Ad Aertsen vom Bernstein Center for Computational Neuroscience und Institut für Biologie III der Universität Freiburg haben nun gemeinsam mit Kollegen aus Marseille im Computermodell die Rolle inhibierender Verschaltungen bei der Weiterleitung von Informationen im Gehirn untersucht. Sie zeigen, dass sie für eine präzise Signalweitergabe sehr von Vorteil sind.

Eine Nervenzelle erhält von der gleichen vorgeschalteten Struktur oftmals sowohl erregende als auch inhibierende Signale, wobei das hemmende Signal wenige Millisekunden nach dem erregenden Signal eintrifft. Dem liegt eine bestimmte Verschaltungsstruktur zugrunde, die so genannte Feed Forward Inhibition" (FFI). In ihrer Studie haben die Wissenschaftler untersucht, welchen Einfluss FFI auf die Signalweitergabe im Gehirn hat zum einen auf der Ebene einzelner Zellen, zum anderen für komplexere Netzwerke.

Bei einzelnen Nervenzellen führt FFI dazu, dass die Zellen wie ein Filter für gleichzeitige Signale funktionieren. Das lässt sich recht einfach und ganz ohne Computersimulation erklären. Jede Nervenzelle bekommt Signale von Tausenden von vorgeschalteten Zellen und summiert" diese Eingangssignale. Erst wenn ein bestimmter Schwellenwert erreicht wird, sendet die Zelle selbst ein Signal sie feuert". Folgt jedem erregenden Signal ein inhibierendes Signal, wird dieser Schwellenwert nur schwer erreicht. Jedes Plus", das die Zelle zählt, wird sehr bald durch ein Minus" aufgehoben. Nur wenn sehr viele erregende Signale gleichzeitig eintreffen, so dass der Schwellenwert erreicht wird, bevor die inhibierenden Signale nachfolgen, hat die Zelle eine Chance, zu feuern. Für die Weitergabe von Informationen im Gehirn kann ein solcher Filter für Gleichzeitigkeit von Bedeutung sein, denn Sinneswahrnehmungen führen oft zu synchroner also gleichzeitiger Aktivität von Nervenzellen im Gehirn. Diese werden dann bevorzugt weitergeleitet.

Im Nervensystem werden Signale über Gruppen von Nervenzellen von Verarbeitungsstufe zu Verarbeitungsstufe weitergereicht. In Computersimulationen untersuchten die Freiburger Wissenschaftler, wie FFI die Signalweitergabe in einer solchen Struktur beeinflusst. Auch hier, so zeigten sie, führt FFI zu einer Selektion von synchronen Signalen asynchrone Signale werden herausgefiltert. Wie synchron das Signal sein muss, damit es transportiert wird, hängt von der Stärke des inhibierenden Signals und von der Verzögerungszeit zwischen erregendem und inhibierendem Signal ab. Somit kann im Nervensystem über diese Faktoren die Weiterleitung von Signalen feinreguliert werden. Zusätzlich zeigten die Forscher, dass die Hintergrundaktivität des Netzwerks, in das die neuronale Struktur zur Signalweitergabe eingebettet ist, durch inhibierende Signale in einem Zustand gehalten wird, der die Signalweitergabe fördert. Insgesamt trägt Inhibition in Form von FFI also dazu bei, dass synchrone Signale effektiv und selektiv im Gehirn transportiert werden.

Originalpublikation: Jens Kremkow, Laurent U. Perrinet, Guillaume S. Masson and Ad Aertsen. Functional consequences of correlated excitatory and inhibitory conductances in cortical networks. Journal of Computational Neuroscience, Online 19. Mai 2010

DOI: 10.1007/s10827-010-0240-9

Kontaktinformation:

Dr. Jens Kremkow, Prof. Dr. Ad Aertsen

Institut für Biologie III, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

e-mail: kremkow@biologie.uni-freiburg.de / ad.aertsen@biologie.uni-freiburg.de

Tel: +49(0) 761 203 2861.

Weitere Informationen: <http://www.nncn.de> <http://www.bccn.uni-freiburg.de/> <http://www.uni-freiburg.de/>