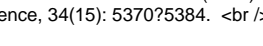




Horch her! Wie sich Nervenzellen akustischen Signalen flexibel anpassen

Horch her! Wie sich Nervenzellen akustischen Signalen flexibel anpassen
Um akustische Informationen mit hoher zeitlicher Präzision zu verarbeiten, könnten Nervenzellen ihre Arbeitsweise flexibel der Situation anpassen. Bei geringer Frequenz der Eingangssignale erzeugen sie die meisten ausgehenden Aktionspotentiale nah am Zellkörper. Nach hemmenden oder hochfrequenten Signalen hingegen lassen die Zellen viele Aktionspotentiale weiter entfernt entstehen. So sind sie maximal empfänglich für die unterschiedlichsten Arten von Eingangssignalen. Zu dieser Erkenntnis ist ein Team von Wissenschaftlern um Professor Christian Leibold, Professor Benedikt Grothe und Dr. Felix Felmy vom Bernstein Zentrum und dem Bernstein Fokus Neurotechnologie in München, sowie der Ludwig-Maximilians-Universität München mithilfe von Computermodellen gekommen. Die Forscher berichten in der neusten Ausgabe der Zeitschrift Journal of Neuroscience über ihre Ergebnisse. Kam der Knall von vorne oder von rechts? Um Schallquellen zu lokalisieren, werten Nervenzellen im Hirnstamm die Unterschiede der Ankunftszeit des Signals an beiden Ohren aus. Sie können dazu Differenzen von bis zu zehn millionstel Sekunden detektieren. Diese Fähigkeit verlangt, dass die Neurone sehr schnell erregt werden. Dabei ändern sie die elektrische Spannung, die über ihre Zellmembran herrscht. Wird ein bestimmter Schwellenwert überschritten, generieren Nervenzellen ein starkes elektrisches Signal - ein sogenanntes Aktionspotential - welches effizient über die weite Strecke ihres Axons weitergeleitet werden kann ohne abgeschwächt zu werden. Um den Schwellenwert zu überschreiten werden erregende Eingangssignale aufsummiert. Dies gelingt besser, je langsamer die Nervenzellen die elektrische Spannung über ihren Zellmembranen ändern. Diese beiden Anforderungen - schnelle Spannungsänderungen für eine hohe zeitliche Auflösung der Eingangssignale und langsame Spannungsänderungen für eine optimale Integration der Signale zur Erzeugung eines Aktionspotentials - stellen die Nervenzelle vor eine paradoxe Herausforderung. "Die Natur löst dieses Problem, indem sie beide Vorgänge räumlich trennt: die Eingangssignale werden im Zellkörper und den Dendriten verarbeitet, Aktionspotentiale entstehen im Zellfortsatz, dem Axon", erklärt Leibold, Leiter der Studie. Doch wie nachhaltig ist diese räumliche Trennung? In ihrer Studie maßen die Forscher die Geometrie des Axons und den Schwellenwert der entsprechenden Zellen und konstruierten damit ein Computermodell, mit dem sie die Effizienz dieser örtlichen Trennung untersuchten. Das Modell der Wissenschaftler sagt voraus, dass Neurone je nach Situation Aktionspotentiale mehr oder weniger nah am Zellkörper bilden. Bei hochfrequenten oder hemmenden Eingangssignalen verlagern sie deren Entstehungsort von der Ursprungsstelle des Axons vorzugsweise in weiter entfernte Bereiche. Auf diese Weise stellen die Zellen sicher, dass sie Eingangssignale unterschiedlichster Art optimal verarbeiten - und wir dadurch sowohl kleine als auch große zeitliche Schalldifferenzen gut wahrnehmen und Geräusche im Raum orten können. Das Bernstein Zentrum München ist Teil des Nationalen Bernstein Netzwerks Computational Neuroscience. Seit 2004 fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit dieser Initiative die neue Forschungsdisziplin Computational Neuroscience mit über 170 Mio. €. Das Netzwerk ist benannt nach dem deutschen Physiologen Julius Bernstein (1835-1917). Weitere Informationen erteilen Ihnen gerne: Prof. Dr. Christian Leibold - Computational Neuroscience - Department Biology II - Ludwig-Maximilians-Universität München - Großhaderner Straße 2 - 82152 Planegg-Martinsried - Tel: +49 (0)89 2180-74802 - Email: leibold@bio.lmu.de - Originalpublikation: S. Lehnert, M. C. Ford, O. Alexandrova, F. Hellmundth, F. Felmy, B. Grothe & C. Leibold (2014): Action potential generation in an anatomically constrained model of medial superior olive axons. Journal of Neuroscience, 34(15): 5370-5384. 

Pressekontakt

Bernstein Centers for Computational Neuroscience

10099 Berlin

leibold@bio.lmu.de

Firmenkontakt

Bernstein Centers for Computational Neuroscience

10099 Berlin

leibold@bio.lmu.de

Das Bernstein Zentrum Berlin widmet sich einer der wichtigsten neurowissenschaftlichen Fragen: Wie ist es möglich, dass wir auf Sinnesreize mit höchster Präzision reagieren können, obwohl neuronale Prozesse in unserem Gehirn auf allen Ebenen - Synapsen, Neuronen, lokale Netzwerke und sogar ganze neurale Systeme - sehr unterschiedlich auf denselben Stimulus reagieren? An der interdisziplinären Forschung des Zentrums sind Arbeitsgruppen der Charité, der Freien Universität Berlin, der Humboldt-Universität zu Berlin, des Max-Delbrueck-Centrums, der Technischen Universität Berlin und der Universität Potsdam beteiligt. Es ist Teil des nationalen Bernstein Network Computational Neuroscience (NNCN) und wird finanziell vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt.