UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456

Medieninformation

Hybrid-Neuronen-Netzwerke mit 3D-Lithografie möglich

Universität Greifswald, 16.04.2019

Netzwerken aus wenigen Neuronenzellen können gezielt künstliche dreidimensionale Strukturen vorgegeben werden. Sie werden dafür elektronisch verschaltet. Dies eröffnet neue Möglichkeiten, Fehler in neuralen Netzwerken besser zu verstehen und technische Anwendungen mit lebenden Zellen gezielter zu steuern. Dies stellt ein Team aus Forschenden aus Greifswald und Hamburg in einer Publikation in der Fachzeitschrift "Advanced Biosystems" vor.

Eine der zentralen Fragen der Lebenswissenschaften ist, die Funktionsweise des Gehirns zu verstehen. Komplexe Abläufe im Gehirn ermöglichen uns, schnell Muster zu erkennen und damit große Datenmengen auf die wesentliche Information zu reduzieren. Zentral für diese Funktion des Gehirns sind selbstlernende neuronale Netzwerke. Diese arbeiten dabei auch noch außerordentlich energieeffizient. Um die enormen Datenmengen zu verarbeiten, die durch äußere Wahrnehmung optisch, akustisch und sensorisch auf unsere Sinne einprasseln, benötigt das Gehirn nur 20 Watt. Das entspricht der Leistung einer Glühbirne. Die derzeit schnellsten Supercomputer benötigen 20-30 Megawatt. Für einen Supercomputer, der alle 100 Milliarden Neuronen und eine Vielzahl von Synapsen eines menschlichen Gehirns simulieren kann, benötigte man einen eigenen Kraftwerksblock.

Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Wissenschaftlern des Center for Hybrid Nanostructures (CHyN) der Universität Hamburg, dem Zentrum für Molekulare Neurobiologie Hamburg (ZMNH), dem Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) und Prof. Dr. Markus Münzenberg vom Institut für Physik der Universität Greifswald ist es erstmals gelungen, die Signale in künstlich strukturierten 3D-Netzwerken von Neuronen zu untersuchen.

Dazu wurden reduzierte Neuronennetzwerke aus nur wenigen lebenden Neuronenzellen verschaltet. Ziel war es, den Zellen beim Wachsen künstliche dreidimensionale Strukturen gezielt vorzugeben. In den Versuchen wurden einzelne Zellen in einen "Turm" eingebracht. Die Neuronen wuchsen von dort durch Kanäle zum nächsten "Turm" und vernetzten sich dort mit dem nächsten Neuron als Netzwerk. Es gelang nachzuweisen, dass die Neuronen Signale abfeuern und leben.

In einfachen Neuronennetzwerken wäre es nun möglich, Funktionen zu verstehen und Fehlabläufe zu diagnostizieren. Was passiert zum Beispiel bei kranken Neuronenzellen oder wie erfolgt die Netzwerksaubildung bei Lernprozessen? Wie kann man Strukturen vorgeben, in denen die Axone geleitet werden, um so das Verknüpfungsmuster vorzugeben? Interessant sind die Antworten schon jetzt für die Praxis: Neuronengerüste können beispielsweise hilfreich sein, um definierte Grenzflächen zur künstlichen Stimulation zu bilden, zum Beispiel durch flexible Mikro-LED-Cochlea Implantate im Ohr.

Die Ergebnisse sind durchaus auch für Forschungen zur Künstlichen Intelligenz interessant, da es bereits Ansätze gibt, Neuronen als Hardware einzusetzen. Wenn der Ansatz mit Hybrid-Neuronen-Netzwerke weiter perfektioniert wird, könnte anhand vereinfachter Modellsysteme studiert werden, wie Netzwerke mit lebenden, echten Neuronen funktionieren.

"Bereits seit 2016 entwickeln wir an der Universität Greifswald lithografische, dreidimensionale

Strukturen mittels Laserlithografie. Die Herausforderung bestand darin, dass nur das Innere der winzigen Turmstrukturen beschichtet werden durfte, damit sich die Zellen dort ansiedeln. Auch die Kanäle sind im Inneren beschichtet, sodass die Axone geleitet in den 1-2 ?m Kanälen (hundertmal dünner als ein Haar) wachsen können. Erste Ergebnisse zeigen das Prinzip und das immense Potenzial der neuen Methode auf", erklärt Dr. Christian Denker von der Universität Greifswald.

Prof. Dr. Robert Blick vom Center for Hybrid Nanostructures (CHyN) in Hamburg erklärt: "Dies erlaubt funktionale Neuronenzellen gezielt in Nanostrukturen einzubringen. Uns gelang jetzt der Nachweis, dass der Ansatz funktioniert: Die Neuronenzellen siedeln sich an den Netzwerkpunkten an und bilden durch die künstlichen Kanäle Axone aus." Verwendet wurden Post-Natal-Maus Cerebellar Granule Neuron Vorläuferzellen, die in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) gewonnen wurden. Durch sogenannte Patch-Clamp-Messungen an einzelnen Zellen konnte nachgewiesen werde, dass diese Zellen weiterhin biologisch aktiv sind und Signale transmittiert werden.

Weitere Informationen

Der Artikel wird in der nächsten Printausgabe der Zeitschrift *Advanced Biosystems* erscheinen. Eine Vorabversion ist bereits elektronisch erschienen unter: Microscaffolds by Direct Laser Writing for Neurite Guidance Leading to Tailor?Made Neuronal Networks
C. Fendler, C. Denker, J. Harberts, P. Bayat, R. Zierold, G. Loers, M. Münzenberg and R. H. Blick; Advanced Biosystems, preview (2019).
https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adbi.201800329

Zu den Medienfotos

Ansprechpartner

Universität Greifswald
Prof. Dr. Markus Münzenberg
Institut für Physik
Telefon +493834 420 4780
physik.uni-greifswald.de/ag-muenzenberg/

Universität Hamburg
Prof. Dr. Robert H. Blick
Center for Hybrid Nanostructures
Telefon +49 40 428385672
rblick obscureAddMid() physnet.uni-hamburg obscureAddEnd() de
www.chyn.de
www.nanomachines.com/nanomachines/Home.html