

Reine Nervensache

Hirnzellen können Reize genauer und schneller verarbeiten, als bisherige Modelle nahelegten

Die physikalischen Vorgänge in Hirnzellen zu beschreiben, fordert höchste logische Raffinesse. Warum lässt es zum Beispiel die Neuronen im visuellen Kortex kalt, wenn man vom hellen Flur in ein dunkles Zimmer tritt – doch sobald der Fernseher läuft, zeichnen dieselben Nervenzellen das bewusst nicht wahrnehmbare Bildflimmern im Millisekudentakt auf? Die Schnelligkeit der Zellreaktionen und die große Variationsbreite, vom völligen Ignorieren bis zum elektrischen Entladungsgewitter, bringt das klassische Erklärungsmodell für die Neuronen-Aktivierung an seine Grenzen. 1963 hatten der Biochemiker Alan Lloyd Hodgkin und der Biophysiker Andrew Fielding Huxley für dieses Modell, entwickelt am Beispiel von Tintenfisch-Neuronen, den Nobelpreis erhalten. Jetzt haben sich deutsche Physiker und Neuroforscher daran gemacht, es weiter zu entwickeln und der komplexen Wirklichkeit im Gehirn von Säugetieren anzupassen (*Nature*, Bd. 440, S. 1060, 2006).

Der Neurophysiologe Maxim Volgushev von der Universität Bochum entdeckte die Notwendigkeit dazu, als er mit Hilfe einer Mikropipette die Reaktionen einer einzelnen Zelle im visuellen Kortex einer Katze beobachtete, während dem Tier auf einem Bildschirm

Streifen gezeigt wurden, die sich in wechselnde Richtungen bewegten. Ob die Zelle ein visuelles Signal weitergab, schien nicht durch eine elektrische Reizschwelle bestimmt zu sein, bis zu der sich die Spannung über der Membran der Zelle veränderte. Und auch die hohe Geschwindigkeit, in der die Nervenzelle jeweils reagierte, war von der Spannungsdifferenz offenbar unbeeinflusst, mit deren Hilfe Neuronen einander Signale übermitteln. „Mit dem Modell von Hodgkin und Huxley ließ sich diese Beobachtung nicht beschreiben“, sagt Volgushev. „Das Gehirn reagiert schneller und genauer.“

Nach Hodgkin und Huxley existiert nämlich ein festes Abhängigkeits-Verhältnis zwischen einer bestimmten Reizstärke und dem Reaktionsablauf in einer Hirnzelle: Erst wenn sich die elektrische Spannung über der Zellmembran bis zu einem gewissen Grad verändert hat, öffnen sich nach und nach Natriumkanäle, und positiv geladene Natriumionen strömen in die Zelle: Ein sich lawinenartig selbst verstärkender Reaktions-Effekt entsteht. Doch die Schnelligkeit der tatsächlichen Reaktionen in Säugerhirnen legt nahe, dass diese Kanäle sich gleichzeitig öffnen – manchmal bei einer hohen, manchmal auch bei niedriger Reizschwelle: „Nur wenn wir annehmen,

dass die Kanäle einander beeinflussen, was das klassische Hodgkin-Huxley-Modell nicht vorsieht, und dass sie dadurch fast gleichzeitig arbeiten, können wir die schnelle Reaktion und die Variabilität des Schwellenwertes erklären“, sagt der Physiker Fred Wolf, der die theoretischen Arbeiten am Max-Planck-Institut für Dynamik in Göttingen geleitet hat.

Mit dem neuen Modell wollen die Wissenschaftler nun erklären, wie sich das Gehirn entscheidet, ob ein Reiz ignoriert oder verarbeitet wird – ein dunkles Zimmer nicht, ein flimmernder Bildschirm aber schon. Es komme offenbar auf die Schnelligkeit der Signale an, die das Auge übermittelt, sagen sie. Verändern sich wahrgenommene Reize schnell, reagieren die zuständigen Neuronen. Verändern sie sich langsam – etwa beim Betreten eines dunklen Zimmers – reagieren sie nicht. So diene der neu beschriebene Mechanismus offenbar als Filter, der nach dem klassischen Modell nicht in seiner realen Geschwindigkeit beschrieben werden könne. Nur eine Zehntel-Millisekunde nämlich braucht das Gehirn, um sich für oder gegen eine Verhaltensantwort zu entscheiden. Ob die Realität aber tatsächlich mit den neuen Modell-Annahmen übereinstimmt, müssen nun Zellbiologen herausfinden. PHILIP WOLFF