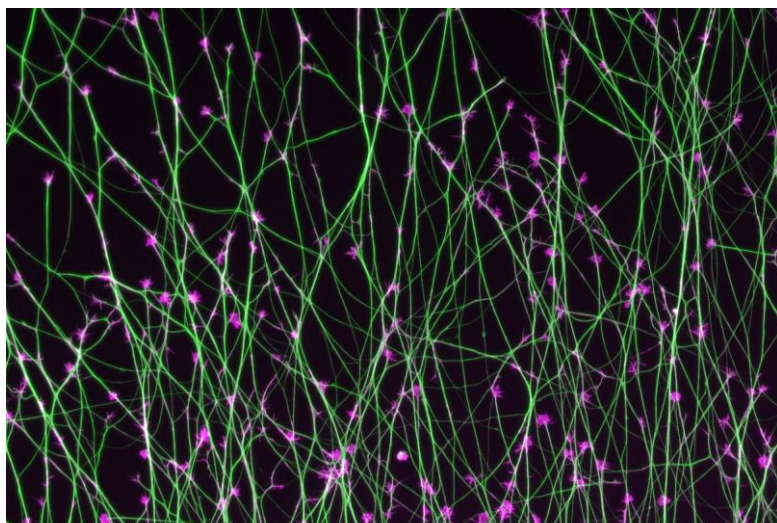


Navigationssystem der Hirnzellen entschlüsselt

Verdrahtung des Gehirns größtenteils schon vor der Geburt programmiert – Forscher verstehen jetzt besser, wie Nervenzellen den Hirnbauplan umsetzen



Embryonale Hirnentwicklung in der Petrischale: Axone (gruen) der Nervenzellen der Netzhaut lesen beim Wachstum mittels eines mit molekularen Antennen ausgestatteten Wachstumskegels (magenta) an ihrem Ende biochemische Signale, die sie an ihr Ziel bringen, um das Sehsystem des Gehirns korrekt zu verschalten. Bild: KIT, Weth.

Das menschliche Gehirn besteht aus etwa hundert Milliarden Nervenzellen. Informationen zwischen ihnen werden über ein komplexes Netzwerk aus Nervenfasern übermittelt. Verdrahtet werden die meisten dieser Verbindungen vor der Geburt nach einem genetischen Bauplan, also ohne dass äußere Einflüsse eine Rolle spielen. Mehr darüber, wie das Navigationssystem funktioniert, das die Axone beim Wachstum leitet, haben jetzt Forscher des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) herausgefunden. Das berichten sie im [Fachmagazin eLife](#).

Die Gesamtlänge des Nervenfasernetzes im Gehirn beträgt etwa 500.000 Kilometer, mehr als die Entfernung zwischen Erde und Mond. Damit es beim Verdrahten der Verbindungen keine Verwicklungen gibt, steuert ein Navigationssystem das Wachstum der Nervenfasern. Doch auf welche Weise genau finden die Nervenfasern während des Wachstums ihr Zielgebiet? „Es ist ähnlich wie beim au-

Monika Landgraf
Pressesprecherin,
Leiterin Gesamtkommunikation

Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-47414
Fax: +49 721 608-43658
E-Mail: presse@kit.edu

Weiterer Kontakt:

Dr. Felix Mescoli
Pressereferent
Telefon: +49 721 608-48120
Fax: +49 721 608-43658
E-Mail: felix.mescoli@kit.edu

tonomen Fahren im Straßenverkehr“, erklärt Franco Weth von der Abteilung Zell- und Neurobiologie des Zoologischen Instituts. Dabei tauschen Fahrzeuge sowohl mit Signalgebern am Straßenrand Informationen aus, als auch untereinander, um ans Ziel zu finden. Bei Nervenfasern dienen Sensormoleküle an ihren Enden als Antennen. Mit ihnen empfangen sie Lenkungssignale in Gestalt von Proteinen, die auf dem Weg und im Zielgebiet positioniert sind, aber auch auf anderen Fasern, die den Weg kreuzen. Im Ziel angekommen bilden die Axone Verknüpfungen mit anderen Nervenzellen, die Synapsen.

Als Beispiel für eine solche Verdrahtung nennt Weth die Verbindung zwischen Netzhaut und Gehirn, wobei nahezu eine Million Nervenfasern durch den Sehnerv in die Sehzentren gelangen. Genetisch vorgeprogrammiertes „neuronales Hardwiring“ sorgt dafür, dass die Bildpunkte dort wie in einer Projektion eins zu eins abgebildet werden und versetzt ein Neugeborenes so erst in die Lage überhaupt ein Bild sehen und verarbeiten zu können. Eine überlebensnotwendige Fähigkeit, die sich durch die Evolution unserer Spezies herausgebildet hat und nicht durch eigene Erfahrung erworben werden muss. „Durch Lernen wird nur eine Minderheit der Synapsen unseres Gehirns verdrahtet“, stellt Weth klar.

Erstaunlich: Während der Reise werden die Faserantennen zunehmend unempfindlicher für die eingehenden Signale ihres Protein-Navigationssystems. „Dabei müssen die Informationen doch präzise ausgelesen werden, sonst finden die Fasern ihre Zieladresse nicht“, wunderten sich Weth und seine Forscherkollegen. Die Lösung: „Die Antennen werden zwar tatsächlich für alle Typen der sie lenkenden Signal unempfindlicher, aber sie bewahren dabei erstaunlicherweise strikt das Verhältnis der Signalstärken zueinander“, so Weth. Der Zielort ist letztlich nicht durch die Stärke eines Signals, sondern durch ein bestimmtes Verhältnis mehrerer Signale gekennzeichnet. Durch diese raffinierte Kopplung der Antennenempfindlichkeiten, meistert das axonale Navigationssystem den Konflikt zwischen Verlässlichkeit und Veränderlichkeit der Signale. Diese Art der gekoppelten Signalregulation ist in der Biologie höchst ungewöhnlich. Denn: „Auch wenn Sie den Geruch des Parfums Ihres Gegenüber schnell nicht mehr bemerken, heißt das noch lange nicht, dass sie auch den Geruch des Kaffees, den sie gerade trinken, weniger intensiv wahrnehmen. Genau das aber passiert hier.“

Warum dieser der naiven Erwartung – ein starkes Signal führt sicher ans Ziel – zuwiderlaufende Abstumpfungsprozess bei der Lenkung der Axone stattfindet, wissen die Forscher noch nicht. „Wir vermuten, es handelt sich letztlich um eine energiesparende Strategie, denn Signalübertragung verbraucht Energie“, sagt Weth. Die Natur strebe

eigentlich nach Unordnung, „und Ordnung herzustellen kostet Energie. Das kennen Sie von zu Hause. Nichts in der Biologie ist geordneter als die Verschaltungen unseres Gehirns. Nur wenn die Natur den Aufwand bei seiner Verdrahtung so gering wie möglich hält, kann sie die Höchstleistung erbringen, die nötig ist, uns mit diesem „Kognitionscomputer“ auszustatten“.

Mit ihren Erkenntnissen tragen die Forscher letztlich auch zum Verständnis von Krankheiten bei, die durch Fehler bei der vorgeburtlichen Verdrahtung entstehen. Dazu gehören etwa das Tourette-Syndrom, Autismus oder Schizophrenie.

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) verbindet seine drei Kernaufgaben Forschung, Lehre und Innovation zu einer Mission. Mit rund 9 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie 25 000 Studierenden ist das KIT eine der großen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Forschungs- und Lehrinrichtungen Europas.

KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft

Das KIT ist seit 2010 als familiengerechte Hochschule zertifiziert.

Diese Presseinformation ist im Internet abrufbar unter: www.kit.edu

Das Foto steht in druckfähiger Qualität auf www.kit.edu zum Download bereit und kann angefordert werden unter: presse@kit.edu oder +49 721 608-47414. Die Verwendung des Bildes ist ausschließlich in dem oben genannten Zusammenhang gestattet.