

ZELLEN: SPEZIALISIERTE ARBEITER DES GEHIRNS

Copyright: Meike Ufer

Autor: [Leonie Seng \[/autor/seng\]](#)

Sie sind winzig klein und leisten dennoch große Arbeit, im Gehirn würde ohne sie gar nichts funktionieren: die Zellen. Durch ihre spezialisierten Eigenschaften und die geschickte Kommunikation untereinander bestimmen sie, wie das Gehirn tickt.

Wissenschaftliche Betreuung: [Prof. Dr. Oliver von Bohlen und Halbach \[/user/vonbohlenundhalbach\]](#)

Veröffentlicht: 10.04.2012

Das Wichtigste in Kürze

- Im Gehirn gibt es zwei wichtige Zellpopulationen: Neurone und Gliazellen.
- Neuesten Schätzungen zufolge gibt es im Gehirn etwa 86 Milliarden Neurone und ebensoviele Gliazellen.
- Neurone bestehen aus einem Zellkörper und mehreren Fortsätzen: einem Axon, das Reize weiterleitet, und meist mehreren Dendriten, die Reize empfangen.
- Neurone werden in unterschiedliche Klassen aufgeteilt, je nach Anzahl der Fortsätze, dem Sitz im Körper oder der Funktion der Zelle.
- Auch Gliazellen werden in verschiedenen Typen klassifiziert. Eine wichtige Funktion erfüllen die Oligodendroglia: Sie ummanteln die Axone von Neuronen und beschleunigen dadurch die Reizweiterleitung.

Der Zellkörper der Neurone

Der Zellkörper oder Perikaryon ist das Stoffwechselzentrum von Neuronen. Er ist üblicherweise etwa 20 Mikrometer groß. Hier werden fast alle Stoffe synthetisiert, welche die Zelle braucht, und von dort in Axone und Dendriten transportiert. Der Zellkörper, der auch Zytosoma genannt wird, ist gefüllt mit Cytosol.

Als Cytosol werden die flüssigen Bestandteile des Zytoplasmas der Zellen bezeichnet. Es besteht aus Wasser, darin gelösten Ionen, sowie kleinen und größeren wasserlöslichen Molekülen, wie etwa Proteinen. Das Cytosol wird von einem Netzwerk von fadenförmigen Proteinsträngen in unterschiedlicher Anordnung und Dicke durchzogen, darunter Mikrotubuli, Aktinfilamente und Intermediärfilamente, die zusammen das Cytoskelett bilden. Darin eingelagert finden sich die gleichen Strukturen wie in allen tierischen Zellen: die Organellen. Dazu zählt der Zellkern, der das genetische Material enthält, die DNA. Auch Mitochondrien, Ribosome, Golgiapparat gehören zu den Organellen. Eine Besonderheit der Nervenzelle ist die hohe Anzahl des rauen endoplasmatischen Reticulums, welches man einfärben und als so genannte Nisslscholle darstellen kann.

Die Blut-Hirn-Schranke

Die Blut-Hirn-Schranke [<https://www.dasgehirn.info/krankheiten/bild-blut-hirn-schranke>] (BHS), ist eine physiologische Barriere zwischen dem Blutkreislauf und dem Zentralnervensystem. Aufgrund ihrer sehr selektiven Filterfunktion schützt die BHS das Gehirn einerseits vor Krankheitserregern und Giftstoffen. Andererseits erschwert diese Schutzfunktion zuweilen auch den Transfer von Neurotransmittern und Wirkstoffen, mit denen Ärzte eine neurobiologische Erkrankung behandeln wollen.

Für die BHS sind vor allem zwei Zelltypen wichtig. Zum einen die Endothelzellen der Kapillaren: Sie kleiden die Blutgefäße zum Blut hin aus. Die Zellen sind über so genannte tight junctions eng miteinander verknüpft – das sind schmale Bänder von Membranproteinen, die sich straff um die Zellen herum winden. Diese tight junctions haben einen großen Anteil an der Schrankenfunktion der BHS. Zum anderen prägen Astrozyten die BHS: Sie bedecken mit ihren Fortsätzen („Füßchen“) die Kapillargefäße. Die Astrocyten haben zwar keine direkte Schrankenfunktion, aber sie haben direkten Einfluss auf die Endothelzellen und induzieren in diesen die Funktion und Dichtigkeit der BHS, indem sie etwa die Bildung von tight junctions anregen.

Zellen zählen im Gehirn

Die Zahl der Zellen im Gehirn ist schwierig zu bestimmen, schließlich kann man sie nicht alle einzeln zählen. Zudem ist nicht jedes Gehirn gleich, sodass sich zwangsläufig immer Abweichungen finden. Lange arbeitete man darum mit Schätzungen, denen zufolge es im Gehirn etwa 100 Milliarden Neurone und etwa zehnmal so viele Gliazellen geben soll. Diese Zahlen finden sich in vielen Publikationen und Lehrbüchern. Neuere Studien [<http://www.suzanaherculanohouzel.com/azevedo-et-al-2009-j-comp-neur/>] einer Forschergruppe um Suzana Herculano-Houzel [<http://www.suzanaherculanohouzel.com/team/>] von der Universität von Rio de Janeiro ergeben jedoch ein anderes Bild. Die Forscher lösten vier Gehirne verstorbener Männer auf, nahmen jeweils Proben von den Flüssigkeiten und zählten nach. Das Ergebnis war überraschend: Demnach beherbergt ein männliches Gehirn mit einem Gewicht von etwa 1,4 Kilogramm etwa 86 Milliarden Neurone – und etwa ebenso viele Gliazellen.

Kein Haus ohne Mauern und Dach – kein Organ ohne Zellen. Sie sind winzig klein und daher mit bloßem Auge kaum erkennbar. Doch sie leisten auch im Gehirn die grundlegende Arbeit: Während Sie diese Zeile lesen, sind es die schier unzähligen Gehirnzellen, die Sie durch ihren spezifischen Aufbau und ihre geschickte Kommunikation über Synapsen dazu befähigen, die Sätze zu verstehen.

Ein näherer Blick auf die Architektur des Gehirns lohnt sich also – aber wie? Sind die meisten Gehirnzellen doch nur etwa zehn bis 50 Mikrometer groß und damit 100 bis 20 mal kleiner als die Dicke Ihres kleinen Fingernagels. Die geringe Größe der Zellen hielt Wissenschaftler Jahrzehnte lang auf Trab. Selbst nach der Entwicklung des Mikroskops im 17. Jahrhundert, die einen großen Schritt in Richtung Histologie – also der wissenschaftlichen Untersuchung biologischen Gewebes – bedeutete, gab es weitere Hindernisse zu überwinden. Erst im 19. Jahrhundert kamen Wissenschaftler auf die Idee, die Gehirnmasse in Formaldehyd einzulegen – so ließ sich das sonst wackelpuddingartige Denkorgan in hauchdünne Scheiben schneiden und unter dem Mikroskop betrachten.

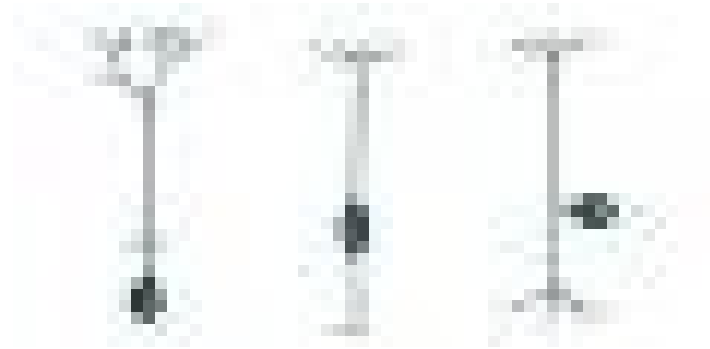
Dort sah man dann aber nur eine einheitlich cremefarbene Gehirnmasse – bis die Zellen einige Jahre später durch spezielle Färbemethoden sichtbar gemacht werden konnten. [Kampf um die \[/entdecken/kommunikation-der-zellen/kampf-um-die-neuronendoktrin-6604\] Neuronendoktrin](#)

Mit diesen Methoden untersuchen Forscher heute noch das Gewebe – und entdeckten neben einigen weiteren vor allem zwei wichtige Zelltypen im Gehirn: Neurone und Gliazellen.

Neurone – die Kommunikativen

Am bekanntesten und wohl auch wichtigsten sind sicherlich die Neurone oder Nervenzellen. Im Gehirn gibt es [nach neuesten Schätzungen](#) [\[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2776484/?tool=pubmed\]](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2776484/?tool=pubmed) einer Forschergruppe aus Rio de Janeiro etwa 86 Milliarden davon – fast so viele wie Sterne in der Milchstraße (siehe Info-Kasten). Die Neurone steuern Ihr gesamtes Verhalten, Ihre Empfindungen, Träume, Gefühle und Ihre Persönlichkeit, indem sie Eindrücke der Wahrnehmung vermitteln. Während Sie diesen Artikel lesen, leiten die Nervenzellen die visuelle Information Ihrer Augen mittels elektrischer Impulse weiter ans Gehirn.

Die meisten dieser kommunikativen Zellen befinden sich dabei nicht, wie man annehmen könnte, im größten Teil des Gehirns, dem Großhirn oder cerebralen Cortex. Dort sind den Berechnungen zufolge nur etwa 19 Prozent der Nervenzellen angesiedelt. Zirka vier Fünftel der Neurone hingegen lassen sich im Kleinhirn finden. Dort sorgen sie für die Koordination, Feinabstimmung, unbewusste Planung sowie das Erlernen von Bewegungsabläufen – auch dank ihres einzigartigen Zellaufbaus.



Je nach Anzahl der Fortsätze werden Neurone in unterschiedliche Typen eingeteilt. Hier sieht man ein unipolares Neuron eines Wirbellosen (links), eine bipolare Zelle aus der Retina (mittig) und eine pseudounipolare Nervenzelle des Spinalganglions, das dem Rückenmark Informationen zuträgt. © Niklas Hippel

Aufbau von Neuronen

Neurone haben, wie alle Zellen, einen Zellkörper, der für den Stoffwechsel zuständig ist (siehe Info-Kasten). Von diesem Zellkörper, den man auch Zytosoma nennt, gehen die Neuriten ab: meist ein Axon und ein oder mehrere Dendriten. Über die Dendriten und Axone kann eine Zelle Informationen empfangen und aussenden. Das Axon wirkt wie ein Kabel, das die Signale des Neurons weiterleitet. Es kann sich über Entfernungen von bis zu einem Meter und mehr erstrecken. Leiten die Axone zum Gehirn, spricht man von afferenten Nervenfasern. Steuerbefehle vom Gehirn in die Peripherie, also etwa zu den Muskeln, nennt man efferent.

Die Dendriten, die sich meist stark verzweigen, wirken wie die Antennen eines Neurons: Über Synapsen stehen sie in Kontakt mit Axonon oder Nervenzellkörpern, über welche sie hereinkommende Signale aufnehmen. Bis zu 10.000 Fortsätze kann ein einzelner Zellkörper haben. Weil die Dendriten sich oft wie die Wurzeln einer Pflanze in die Umgebung erstrecken, werden sie von Forschern auch als „Dendritenbäume“ bezeichnet.



Je nach Funktion haben multipolare Neurone eine unterschiedliche Ausprägung. Hier zu sehen sind ein spinales Motoneuron (links), eine Pyramidenzelle des Hippocampus (mittig) eine Purkinje-Zelle des Kleinhirns (rechts). © Niklas Hippel

Verschiedene Neuronen-Typen

In der Hirnforschung werden verschiedene Typen von Neuronen unterschieden. Dabei weisen die Bezeichnungen mal auf das Aussehen, mal auf die Funktion oder die Eigenschaften der Zelle hin. Das führt dazu, dass eine Nervenzelle bisweilen in mehrere Kategorien fällt, was für Laien durchaus verwirrend sein kann. Hier der Versuch einer Übersicht:

Eine Art der Klassifizierung entsteht durch die Anzahl der Neuriten einer Nervenzelle. Die meisten Neurone besitzen neben dem Axon viele Dendriten. Diese werden daher als multipolar bezeichnet. Eine bipolare Nervenzelle hat ein Axon und einen Dendriten, eine unipolare Nervenzelle besitzt nur ein Axon, aber keine Dendriten. Eine weitere Klassifizierung unterscheidet zwischen „bedornten“ oder „unbedornten“ Neuronen, wenn die Dendriten wie eine Rose kleine Dornen oder „spines“ aufweisen oder nicht. An diesen Dornen werden zumeist erregende Synapsen ausgebildet.

Auch der Sitz im Körper und die spezifische Funktion einer Zelle können ausschlaggebend für ihre Bezeichnung sein. So werden Neurone, deren Neuriten an den sensorischen Oberflächen des Körpers sitzen, also zum Beispiel in der Haut oder in der Retina des Augapfels, als sensorische Neurone bezeichnet. Sie liefern Informationen an das Nervensystem weiter. Motorische Neurone oder Motoneurone haben Axone, die mit Muskeln Synapsen bilden und Bewegungen auslösen. Die meisten Neurone des Nervensystems sind jedoch mit anderen Neuronen verknüpft. Sie bezeichnet man als Interneurone. Sie haben meist kurze Axone und stehen mit Nervenzellen in der nahen Umgebung in Kontakt. Neurone, die mit anderen Nervenzellen im Kontakt stehen, deren Axone aber in weit entfernte Regionen des Gehirns reichen, nennt man Projektionsneurone.

Um die Verwirrung komplett zu machen, werden manche Nervenzellen auch anhand ihres Aussehens und der Struktur ihrer Dendritenbäume eingeteilt. So gleicht der Zellkörper der Pyramidenzellen, die mit einem Durchmesser von bis zu 100 Mikrometern verhältnismäßig groß sind, einem Dreieck. Auch Sternzellen machen ihrem Namen alle Ehre. Körnerzellen wiederum haben ihre Bezeichnung erhalten, weil sie im Querschnitt des Hirngewebes körnig erscheinen. Und die Purkinje-Zellen, die sich im Kleinhirn finden, sind schlicht nach ihrem Entdecker benannt.

Gliazellen – mehr als stützender Leim

Um die zweite, wichtige Zellpopulation im Gehirn, die Gliazellen, halten sich trotz Gegenbelegen hartnäckig zwei Gerüchte. Das erste betrifft ihre Anzahl: Es gebe etwa zehnmal so viele Gliazellen wie Neuronen. [Eine Studie \[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19226510\]](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19226510) von 2009 lässt aber vermuten, dass es wahrscheinlich genauso viele Gliazellen wie Neurone gibt. Das zweite Gerücht bezieht sich auf die Namensherkunft der Zellen: Das griechische Wort „glia“ bedeutet Leim. Lange Zeit glaubte man, die ausschließliche Funktion der Gliazellen sei, die Nachbarzellen zu isolieren, stützen und zu ernähren. Mark F. Bear veranschaulicht diese Aufgabe in dem Buch „Neurowissenschaften“ so: „Wäre das Gehirn ein Keks mit Schokoladenstücken, dann wären die Neuronen die Schokoladenstücke und die Gliazellen der Teig, der den übrigen Raum ausfüllt und bewirkt, dass die Schokoladenstücke an Ort und Stelle gehalten werden“.

Anfang der 80er Jahre entdeckten jedoch ein deutscher und ein amerikanischer Neurowissenschaftler parallel, dass auch die Membranen von Astrozyten, der häufigsten Gliazell-Art im Gehirn, Rezeptoren für Neurotransmitter besitzen – und somit mit anderen Zellen in Kontakt treten können. Daneben haben die Astroglia, Astrozyten oder Spinnenzellen im zentralen Nervensystem aber auch die Aufgabe, als Verkehrsboten und Türsteher zu fungieren: Sie regulieren das chemische Milieu im extrazellulären Raum, indem sie Kalium-Ionen oder Glutamat aufnehmen können. Dadurch beeinflussen sie die Funktionen der benachbarten Zellen. Außerdem sind sie an der Blut-Hirn-Schranke beteiligt, die dafür zuständig ist, dass nur bestimmte Stoffe ins Gehirn hineingelangen (Siehe Info-Kasten).

Schnell dank Myelinschicht

Eine ganz besondere Funktion erfüllen die Oligodendroglia im zentralen Nervensystem und die Schwann-Zellen im peripheren Nervensystem. Sie bilden fettreiche Membranen aus, die sie in mehreren Schichten um ein Axon wickeln, um diese zu isolieren. So bilden sie eine so genannte Myelinschicht (Myelin: griechisch für 'Mark') um die Axone. Da ein Axon in so einer Ummantelung aussieht wie ein Schwert in einer Scheide, sprechen Wissenschaftler auch von Markscheiden.

Die Markscheiden beschleunigen die Weiterleitung von Nervenimpulsen entlang der Axone – dank der Myelinschicht werden sie zu regelrechten Datenautobahnen. Der Trick dabei: Die Myelinschicht wird immer wieder von kleinen Lücken durchbrochen, den Ranvier-Schnürringen. Die Weiterleitung der Reize im Axon erfolgt über elektrische Impulse. Weil aber an den Bereichen, an denen sich die Myelinschicht befindet, keine Erregung stattfinden kann, springt der elektrische Reiz sozusagen von Ran-

Themen

Grundlagen [/grundlagen]
Kommunikation der Zellen
[/grundlagen/kommunikation-der-zellen]

Tags

Gliazellen [/taxonomy/term/10856]
Neuron [/taxonomy/term/10974]
Weiße Substanz [/taxonomy/term/11100]
Zellen [/taxonomy/term/11105]

Autor

Leonie Seng [/autor/seng]

Wissenschaftliche Betreuung

Prof. Dr. Oliver von Bohlen und Halbach
[/user/vonbohlenundhalbach]

Lizenzbestimmungen

Dieser Inhalt ist unter folgenden
Nutzungsbedingungen verfügbar.



[<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/de/>]