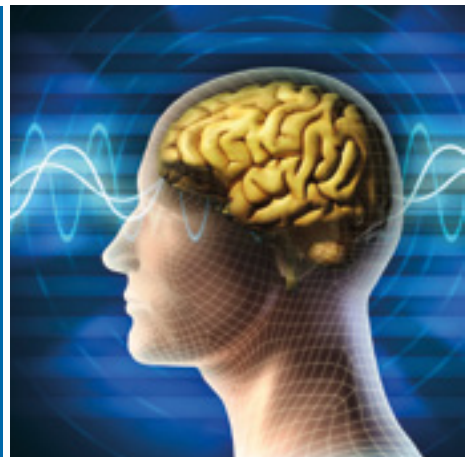


Roland Depner

# ALLES NERVENsache?

**Wie unser Nervensystem funktioniert – oder auch nicht**

Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. Oliver Schöffski



# 1 Aufbau und Funktionsweise des Nervensystems

Das Nervensystem des Menschen besteht aus einer unvorstellbar großen Anzahl von Nervenzellen (schätzungsweise 100 Mrd. bis zu 1 Billion), die gemeinsam vielfältige Steuerungs- und Kommunikationsfunktionen erfüllen. Dazu gehört insbesondere die Aufgabe, Informationen aus der Umwelt aufzunehmen, diese zu verarbeiten und adäquate Reaktionen zu veranlassen.

## 1.1 Nervenzellen

Eine Nervenzelle (Neuron) ist eine Zelle, die sich auf die Aufnahme, Verarbeitung und Weiterleitung von Reizen spezialisiert hat. Typische Nervenzellen (Abb. 1-1) bestehen aus mehreren Dendriten, einem Zellkörper und einem Axon. Über fein verzweigte Fortsätze, die **Dendriten** (grch. dendron = Baum), erhält eine Nervenzelle von bis zu 200.000 anderen Nervenzellen Informationszuflüsse. Der **Zellkörper** ist die lebenswichtige Zentrale einer Nervenzelle und dient der Informationsverarbeitung. Über das **Axon** (grch. axon = Achse) leitet die Nervenzelle Impulse an andere Nervenzellen bzw. diverse Erfolgsorgane weiter. Dieser Nervenzellfortsatz ist weniger stark verzweigt und kann je nach Zelltyp bis über einen Meter lang sein.

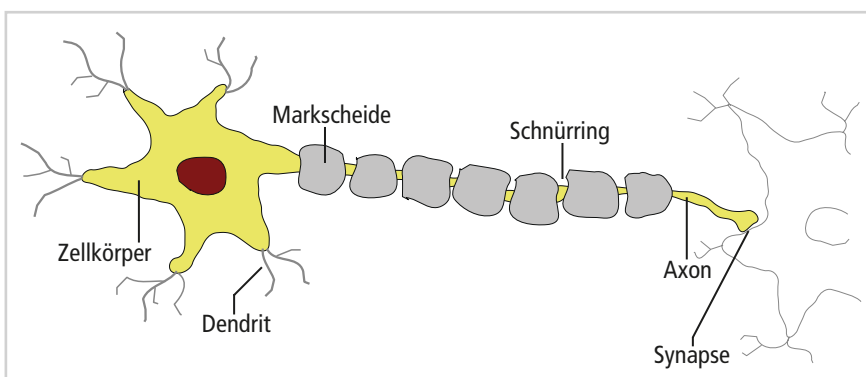


Abb. 1-1: Schematische Darstellung einer Nervenzelle

Die Reizweiterleitung erfolgt in den Nervenfasern mittels schwacher elektrischer Ströme, sogenannter → Aktionspotenziale. Axone sind häufig von **Markscheiden** umhüllt, wobei diese „Isolierung“ in regelmäßigen Abständen zahlreiche schmale Unterbrechungen (Schnürringe) aufweist. Weil die fortgeleiteten elektrischen Potenziale dabei jeweils von einem zum nächsten Schnürring springen, leiten die Nervenfasern mit Markscheiden um bis zu 100-fach schneller als marklose Fasern. Insbesondere durch entzündliche Nervenerkrankungen können die Markscheiden geschädigt werden, was zu Funktionseinbußen führt.

Die Reizübermittlung auf andere Nervenzellen oder Erfolgsorgane (wie z. B. Muskeln oder Drüsen) erfolgt überwiegend chemisch an **Synapsen** (grch. *synapsis* = Verbindung). An diesen Kontaktstellen bewirkt das eingehende elektrische Signal die Ausschüttung einer chemischen Substanz, die als Überträger- oder Botenstoff fungiert. Auf der gegenüberliegenden Seite des synaptischen Spalts besitzt die Zelloberfläche spezielle Rezeptoren für die ausgeschüttete Überträgersubstanz. Durch Erregung dieser Rezeptoren entsteht in der Zielzelle wieder ein elektrischer Impuls. Die Überträgerstoffe werden im Zellkörper der Nervenzellen gebildet, im Axon an die Nervenendigungen transportiert und dort in kleinen Bläschen gespeichert. Bei eingehenden Nervenimpulsen werden diese Botenstoffe dann in den synaptischen Spalt ausgeschüttet sowie schließlich durch → Enzyme abgebaut und z. T. wieder in die Nervenendigungen aufgenommen.

In unterschiedlichen Bereichen bzw. für unterschiedliche Aufgaben verwendet das Nervensystem eine ganze Reihe verschiedener chemischer Moleküle als **Überträgersubstanzen**. Zu den wichtigsten dieser Botenstoffe zählen Acetylcholin, Serotonin, Noradrenalin, Dopamin, Glutamat,  $\gamma$ -Aminobuttersäure und Glycin. Bei einigen neurologischen und psychischen Erkrankungen spielt ein Mangel oder auch Überschuss von einzelnen dieser Überträgerstoffe eine zentrale Rolle. Viele Medikamente zur Behandlung derartiger Störungen greifen daher in die Signalübertragung an Synapsen ein. Ein Zuwenig an Botenstoff kann beispielsweise durch Hemmung des Enzyms, das den jeweiligen Überträgerstoff abbaut, ausgeglichen werden. Ein ähnlicher Effekt kann alternativ auch mit Substanzen, welche die Wirkung des Überträgerstoffs am Rezeptor nachahmen (Agonisten, grch. *agonistes* = der Handelnde), erzielt werden. Umgekehrt können Stoffe, welche die Rezeptoren blockieren ohne sie zu stimulieren (Antagonisten, grch. *antagonistes* = der Gegenhandelnde, Gegenspieler), einem Zuviel an Botenstoff entgegenwirken.

## 1.2 Gliederung des Nervensystems

Entsprechend ihrer unterschiedlichen Funktionen werden sensorisches, motorisches und vegetatives Nervensystem voneinander unterschieden. Sinneseindrücke aus der Peripherie werden über das **sensorische** Nervensystem (lat. sensus = Sinn, Gefühl) bis ins Gehirn weitergeleitet. In umgekehrter Richtung werden Bewegungsimpulse vom Gehirn über das **motorische** Nervensystem (lat. movere = bewegen) an die Skelettmuskulatur übermittelt. Das **vegetative** Nervensystem (lat. vegetare = beleben) kontrolliert und steuert autonom, d. h. unterbewusst verschiedene Vorgänge im eigenen Organismus, u. a. Herzschlag, Blutdruck, Funktionen des Verdauungstraktes und Ausschüttung von → Hormonen.

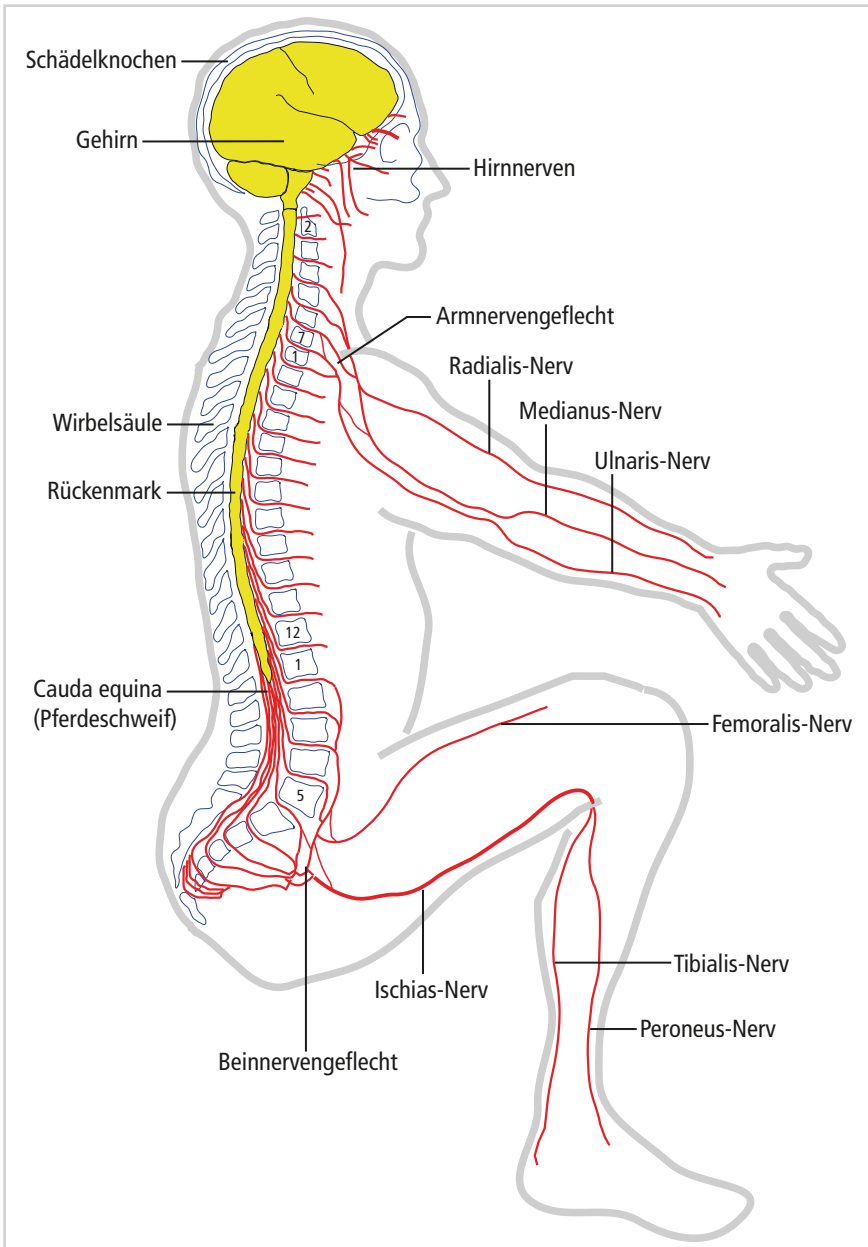
Anhand ihrer Struktur bzw. → Anatomie werden das zentrale und das periphere Nervensystem voneinander abgegrenzt, obwohl sie funktionell eine Einheit bilden. Gehirn und Rückenmark bilden zusammen das **zentrale** Nervensystem. Die aus dem Gehirn und Rückenmark entspringenden Nerven gehören zum **peripheren** Nervensystem, welches die Verbindung zur Peripherie herstellt. Einen Überblick über das zentrale und periphere Nervensystem vermittelt Abbildung 1-2.

### Zentrales Nervensystem

Gehirn und Rückenmark sind zu ihrem Schutz vom Schädelknochen bzw. von der Wirbelsäule umgeben. Innerhalb dieser knöchernen Hüllen ist das zentrale Nervensystem in die Hirn- bzw. Rückenmarkshäute (Meningen, grch. meninx = Hirnhaut) eingehüllt und von **Nervenwasser** umspült, welches eine Polsterwirkung gegenüber Stößen und Erschütterungen hat.

Das Nervenwasser (Liquor cerebrospinalis, lat. liquor = Flüssigkeit) wird im Gehirn gebildet und zirkuliert ausgehend von den **Hirnventrikeln** – einem System aus Flüssigkeitskammern im Inneren des Gehirns – an die Gehirnoberfläche, wo es über spezielle Strukturen wieder resorbiert wird (lat. resorbere = aufsaugen). Die Abbildung 1-3 zeigt ein anatomisches Gehirnpräparat, bei dem obere Abschnitte des Gehirns entfernt wurden, so dass man einen Einblick in die beiden symmetrisch angelegten Seitenventrikel erhält. Zu dem Hohlraumssystem gehören außerdem noch der dritte und vierte Ventrikel, die darunter liegen und nicht mit abgebildet sind. In jeder der vier Flüssigkeitskammern befindet sich ein zottenreiches Adergeflecht (Plexus choroideus), welches täglich insgesamt ca. 500–600 Milliliter Nervenwasser produziert, so dass die vorhandene Liquormenge von rund 150–170 Millilitern etwa drei- bis viermal pro Tag ausgetauscht wird.

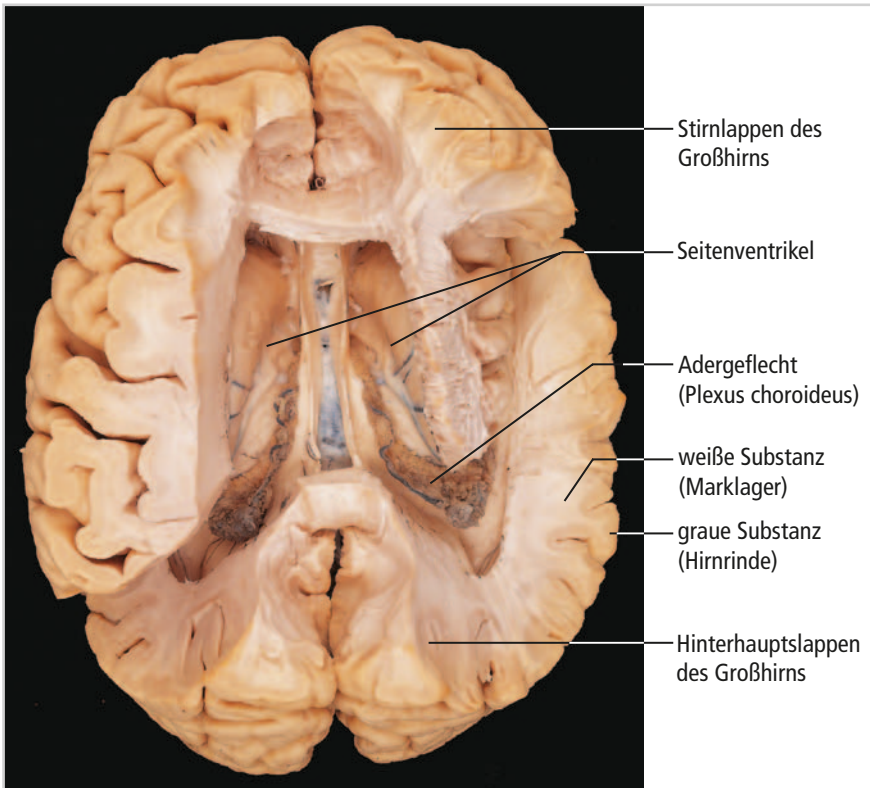
Neben den Nervenzellen gibt es im Gehirn auch **Stütz- und Hüllzellen** (Gliazellen, grch. glia = Leim), die der Ernährung, dem Stoffaustausch und der



**Abb. 1-2:** Übersicht über das zentrale (gelb) und periphere (rot) Nervensystem

Bildung der Markscheiden dienen. Zwischen dem Blutkreislauf und dem zentralen Nervensystem existiert eine Barriere, die **Blut-Hirn-Schranke**, welche das Gehirn gegen zirkulierende Krankheitserreger, Gifte und Botenstoffe abschottet.

Anteile des zentralen Nervensystems, die vorwiegend aus den Zellkörpern der Nervenzellen bestehen, werden (entsprechend ihrem Färbeverhalten im Formalin-fixierten Präparat) als **graue Substanz** bezeichnet. Hiervon leitet sich auch der umgangssprachliche Begriff „graue Zellen“ für Nervenzellen des Gehirns ab. Die Gesamtheit der Nervenzellfortsätze (insbesondere Axone) ergibt die **weiße Substanz**, wobei das Weiß durch die fetthaltigen Markscheiden der Axone entsteht. Beim Gehirn liegt die graue Substanz überwiegend außen und umhüllt als Rinde die innen befindliche weiße Substanz (Abb. 1-3). Darüber hinaus befinden sich auch in der Tiefe der weißen Substanz Ansammlungen von



**Abb. 1-3:** Seitenventrikel des Gehirns (anatomisches Präparat, Einblick von oben) (aus: Rohen JW, Yokochi C, Lütjen-Drecoll E. Anatomie des Menschen. Fotografischer Atlas der systematischen und topografischen Anatomie. 7. Aufl. Stuttgart: Schattauer 2011)