

Das menschliche Gehirn - was jeder wissen sollte

Von Christian Hoppe

Das menschliche Gehirn ist wohl das faszinierendste Stück Materie, das wir bisher im Kosmos kennen. Alles, was das menschliche Leben auszeichnet, hängt von diesem ca. 1,5 kg schweren Zentralorgan und seinen erstaunlichen Funktionen ab. Mit gutem Recht kann man sagen, dass das Gehirn den übrigen Körper so steuert, dass er das Gehirn am Leben erhält: "Ohne Hirn ist alles nichts". Auch unser Ich-Sein ist vor allem eine Funktion des Gehirns.

Das Gehirn bildet mit dem Rückenmark das zentrale Nervensystem (ZNS). Die aus dem Gehirn und dem Rückenmark austretenden Nerven bilden das periphere Nervensystem, das Muskeln, Drüsen und die Sinnesorgane im ganzen Körper mit dem ZNS verbindet! Betrachtet man das menschliche Gehirn (Abb. 1 und 2) erkennt man, dass es aus zwei getrennten, annähernd symmetrischen Hälften (Hemisphären) besteht. Die Oberfläche des Gehirns wird durch Furchen (Gyri) erheblich vergrößert. Im hinteren unteren Teil des Gehirns hebt sich aufgrund seiner engeren Furchung das Kleinhirn (Cerebellum) deutlich vom Großhirn ab. Gut erkennbar sind auch die Blutgefäße, die das Gehirn mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgen. Das Großhirn wird zur besseren Orientierung entlang bestimmter Furchen weiter unterteilt in einen Stirnlappen (frontal), einen Schläfenlappen (temporal), einen Scheitellappen (parietal) und einen Hinterhauptslappen (occipital). Die Kernspintomographie (MRT) erlaubt heute einen völlig ungefährlichen Blick durch die Schädeldecke auf das Gehirn des Patienten oder einer gesunden Versuchsperson.



Abb. 1. Das menschliche Gehirn von rechts betrachtet.

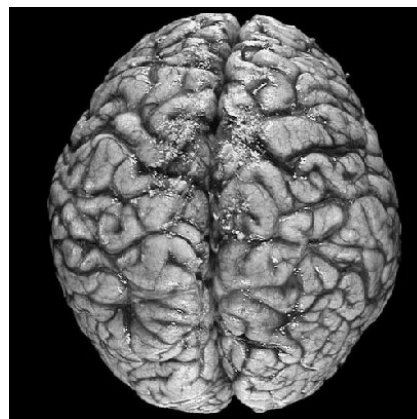


Abb. 2. Gehirn von oben betrachtet.

Die funktionelle Grundeinheit des Nervensystems ist die Nervenzelle (Neuron) - allein im Gehirn gibt es davon vermutlich an die 100 Milliarden (Abb. 3)! Sehr viele Neuronen finden sich in der Hirnrinde (Cortex) - das ist auch der Grund für die beim Menschen besonders ausgeprägte Vergrößerung der Hirnoberfläche. Ein wesentliches strukturelles Merkmal sind die Zellfortsätze der Neuronen: Ausgehend vom Zellkörper lassen Nervenzellen sternförmig weit verzweigte Fasern in ihre Umgebung aussprosseln.

Der wichtigste funktionelle Unterschied zu (fast) allen anderen Körperzellen ist die elektrische Erregbarkeit der Zellhaut (Membran) eines Neurons: Durch Einstrom und Ausstrom elektrisch geladener Teilchen kommt es zu lokalen Spannungsunterschieden zwischen dem Innen und dem Außen der Zelle. Diese Spannungsunterschiede können entlang der Zellhaut als elektrische Signale weitergeleitet werden (Aktionspotentiale). Die unzähligen signalempfangenden Fortsätze eines Neurons (Dendriten) leiten die von anderen Neuronen empfangenen Signale zum Zellkörper weiter. Hier werden alle Signale integriert und nach einer Alles-oder-Nichts-Regel ggf. über den einzigen signalsendenden Fortsatz (Axon) weitergesendet. Nerven sind übrigens Bündel von bis zu mehreren Millionen solcher Tausendstel Millimeter dicker Axone, die bis zu 1,5 Meter lang sein können (z.B. Ischiasnerv). Die elektrischen und magnetischen Vorgänge im Gehirn lassen sich an der Kopfoberfläche mit Hilfe der Elektro- bzw. Magnetoenzephalographie (EEG/MEG) nachweisen und genau messen.

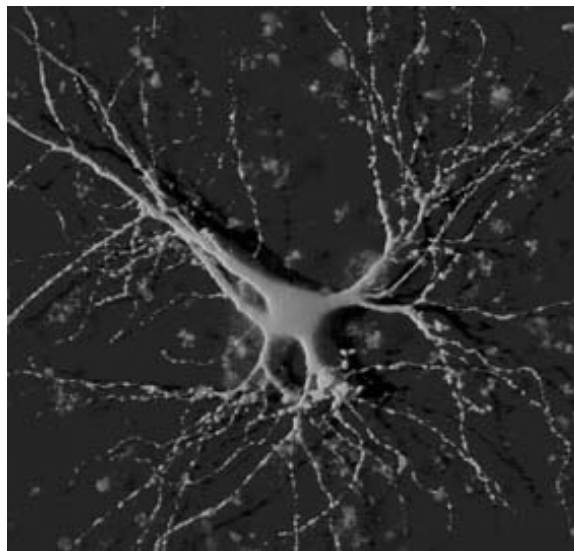


Abb.3. Nervenzelle.

Noch bis zum Ende des 19. Jahrhunderts dachte man, dass alle Nervenzellen direkt miteinander in einem großen Netz verknüpft seien - quasi ein neuronales elektrisches Internet. Genauere Analysen unter dem Mikroskop zeigten jedoch, dass Neuronen an ihren Kontaktstellen durch einen winzig kleinen Spalt, die sogenannte Synapse, getrennt sind. An den Endknöpfchen der sendenden Zellfortsätze werden elektrische Signale in chemische Signale umgewandelt: Das Neuron schüttet kleinste Bläschen mit Überträgersubstanzen, so genannten Neurotransmittern, in den synaptischen Spalt aus, die dann an der Membran des empfangenden Dendriten der Nachbarzelle wieder ein elektrisches Signal erzeugen. Jedes Neuron im Gehirn hat im Schnitt 10.000 solcher Kontaktstellen mit anderen Neuronen - das macht eine geschätzte Gesamtzahl von 1 Billionen Synapsen! Die Fähigkeit einer Synapse, Signale weiterzuleiten, steigert sich von Signal zu Signal - umgekehrt werden Synapsen, die kaum verwendet werden, immer träger und verschwinden schließlich ganz (Plastizität). Die wichtigsten Neurotransmitter des Gehirns sind: Glutamat, GABA (Gamma-Aminobuttersäure), Glycin, Acetylcholin, Dopamin, Serotonin und Noradrenalin - darüber hinaus sind Hunderte anderer Substanzen bekannt, die die Signalweiterleitung beeinflussen.

Eigentlich ist das Nervensystem also ganz "einfach": In Sinneszellen - z.B. am kleinen Finger oder auf der Netzhaut des Auges - entstehen elektrische Signale, die nach bestimmten Re-

geln elektrisch und chemisch zum Gehirn weitergeleitet und auch dort von Neuron zu Neuron weitergereicht werden (oder nicht). Diese Vorgänge werden von charakteristischen Durchblutungsänderungen begleitet, die wir erst seit wenigen Jahren mit Hilfe der funktionellen Kernspintomographie (fMRT) ungefährlich beobachten können - wir schauen dem Gehirn also quasi beim Denken zu! Jedes Signal beeinflusst die zukünftigen Regeln der synaptischen Signalweiterleitung. Irgendwann erreichen neuronale Signale dann Muskelzellen (wir bewegen den kleinen Finger oder das Augenlid) oder Drüsen (wir schwitzen oder Magensäure kümmert sich um die Verdauung).

Wie dieses einfache Grundprinzip so erstaunliche Funktionen wie Wahrnehmung, Denken, Planen, Gedächtnis und Bewusstsein hervorbringen kann ist das Thema der nächsten Folgen von "Faszination Hirnforschung".

Anwendung

Das Gehirn als Vorbild für Unternehmen

Einige der Organisationsprinzipien des Gehirns könnten auch für Unternehmen Vorbildcharakter haben:

1. Das Gehirn verarbeitet in seinen hinteren Anteilen eintreffende Signale, während es in den vorne gelegenen Gebieten seine eigenen Handlungen vorbereitet. Input- und Output-Strukturen sind also klar unterschieden, aber engstens miteinander verknüpft - neuronal innerhalb des Gehirns, aber auch indirekt über die in der Umwelt wahrgenommenen Effekte des eigenen Handelns.
2. Jede Grundeinheit muss über (zeitlich und organisatorisch) klar unterscheidbare Strukturen für Informationsaufnahme und Informationsweitergabe verfügen. Es muss eine einfache Alles-oder-Nichts-Schwelle für die Weiterleitung von Informationen geben - effiziente Informationsverarbeitung ist ohne Papierkorb nicht möglich!
3. Das Gehirn kennt nur die einfache Sprache der "klicks" der Aktionspotentiale: Reduziere Komplexität, finde eine einfache Sprache für verschiedene Aufgaben!
4. Stärke häufig benutzte Kontakte und schwäche unbenutzte Kontakte!
5. Inszeniere eine Wettbewerbssituation um die vorhandenen Ressourcen an Grundeinheiten!
6. Es gibt kein hierarchisches Zentrum, keinen Chef im Gehirn. Kombiniere hierarchisch mehrfach abgestufte mit direkten Verbindungen zwischen Peripherie und höheren Zentren! Dies ermöglicht überlegte Handlungen, aber auch schnelle Reaktionen im Falle wichtiger Ereignisse.
7. Neuronen sind nicht mehr teilungsfähig, das Hirnwachstum ist begrenzt: Auch für Unternehmen oder Abteilungen könnte es kritische Maximalgrößen geben; ein Wachstum darüber hinaus gefährdet dann die Systemintegrität.
8. Es ist bisher nicht bekannt, inwieweit Bewusstsein und Geist zur funktionellen Integration der komplexen Funktion der 100 Milliarden Neuronen notwendig sind - aber es ist sicher keine schlechte Idee, sich auch in Unternehmen um einen integrierenden Geist zu bemühen und aus einem gemeinsamen Bewusstsein der Aufgaben und Herausforderungen zu handeln.