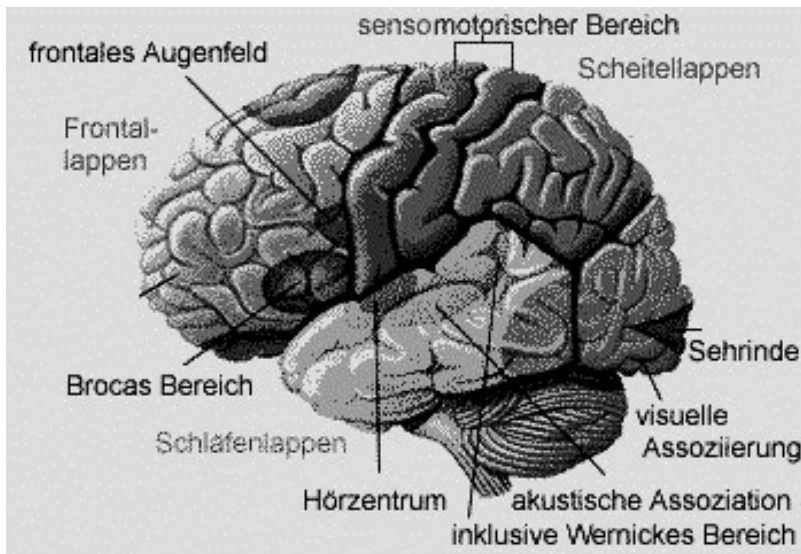


Das menschliche Gehirn



Mehr als 650 Millionen Jahre brauchte die Evolution, um die anfangs sehr einfachen Nervensysteme in der Tierwelt zum menschlichen Gehirn weiterzuentwickeln. Das menschliche Gehirn in all seiner Komplexität basiert jedoch auf jenen Bausteinen (Nervenzellen) und Kommunikati-

onsmitteln (elektrische und chemische Signale), die schon bei einfachen Lebewesen zu finden sind.

Auch das Darmbakterium *Escherichia coli* ist fähig, auf Reize in seiner Umgebung sinnvoll zu reagieren, wobei ihm spezielle Empfangsmoleküle in der Zellwand helfen, Nahrungsquellen oder Giftstoffe wahrzunehmen. Werden diese Rezeptoren gereizt, erzeugen sie chemische Signale, die den Einzeller veranlassen, sich mit seinen propellerartigen Geißeln in die günstigste Richtung zu bewegen.

Diese Form des Signalverkehrs hat die Natur auf dem Weg zum Menschenhirn beibehalten. Komplexere Lebewesen brauchten aber eine Instanz, die die Informationen aus unterschiedlichen Körperregionen zusammenführt, ein Ergebnis daraus ableitet und die Reaktion steuert: die Nervenzellen (Neurone).

Sie bildeten sich aus Zellen der äußeren Hautschicht, die unmittelbar der Umgebung ausgesetzt waren und spezialisierten sich darauf, Reize zu empfangen, zu verarbeiten und weiterzuleiten.

Quallen gehören zu den ältesten heute noch existierenden Organismen, die über ein solches einfaches Nervensystem verfügen, das aus einem Netz miteinander verbundener Neurone besteht, das den ganzen Körper durchzieht. Doch ein Gehirn wie beim Menschen findet sich bei ihnen noch nicht.

Erst bei den Würmern - im Gegensatz zu radialsymmetrischen Tieren wie Qual-
len oder Seesternen- lassen sich vorn und hinten unterscheiden – und das bedeu-
tete einen gewaltigen Sprung bei der Evolution des Gehirns.

Schlägt ein Tier bevorzugt eine Richtung ein, also vorwärts, ist es sinnvoll,
wenn sich ein Großteil seiner Nerven und Sinneszellen am vorderen Ende kon-
zentriert. Schließlich kommt dieser Teil meist als Erster mit den Verheißungen
und Gefahren einer neuen Umgebung in Berührung.

Dieser Bauplan wurde von der Evolution beibehalten: Vorn sitzt ein Kopf und
darin ruht das Gehirn als zentrale Schaltstelle. Mit der Zeit prägte sich dadurch
der Kopf stärker aus, denn das Gehirn legte an Volumen zu.

Nach und nach wurde es immer leistungsfähiger, weil die Zahl der Neurone und
ihrer Verknüpfungen untereinander zunahm. Ursache dieser Entwicklung waren
Mutationen, die sich als vorteilhaft für den Organismus erwiesen.

Wichtige Gene wurden doppelt an die nächste Generation weitergegeben, wobei
die Gen-Kopie nun ihrerseits mutieren konnte, ohne die Lebensfähigkeit des Or-
ganismus aufs Spiel zu setzen.

Dank solcher Gene wuchsen zusätzliche Neurone, die sich dann für neue Aufga-
ben nutzen ließen.

Natürlich konnte das Hinterteil des Wurms nicht ganz auf Nervenzellen verzich-
ten, deshalb durchzieht ein Nervenstrang der Länge nach seinen Leib – wie bei
Menschen das Rückenmark.

Die später entstandenen Insekten besitzen hingegen in Segmente gegliederte
Körper, bei denen jeder Abschnitt zwei Nervenknotten (Ganglien) besitzt, die
wie Minihirne das jeweilige Segment steuern.

Die Ganglien sind zu einer strickleiterartigen Struktur verknüpft, die in den
Kopf führt. Dort sitzt ihr größeres Pendant, das eigentliche Gehirn, und koordi-
niert die Signale der Nervenzellen.

Anders entwickelten sich die Gehirne der Wirbeltiere, denn sie sind dynami-
scher und auf individuelle Entwicklung und Veränderung angelegt, damit sie
sich in einer variablen Umwelt besser behaupten können.

Der Schaltplan der Neurone, also das Muster der Verknüpfungen zwischen den
Nervenzellen, wird in hohem Maße durch äußere Einflüsse während der Ent-
wicklung des Embryos und in den frühen Lebensphasen bestimmt (s.u.).

Während sich der Hirnstamm im Verlauf der Evolution relativ wenig veränderte, wurde das Vorderhirn ständig erweitert.

Der Fortschritt hin zu immer mehr Leistung, Lernbereitschaft und zu komplexeren Fähigkeiten ist in erster Linie dem Aufblähen einer äußeren Schicht des Vorderhirns, der Großhirnrinde, zu verdanken.

Ihr stammesgeschichtlich jüngster Teil, der Neokortex, existiert nur bei Säugetieren. Bei Menschen macht er knapp die Hälfte des Hirnvolumens aus.

Je weiter entwickelt das Gehirn eines Wirbeltieres ist, desto größer sind die Areale seiner Großhirnrinde, die sich nicht mehr eindeutigen Funktionen wie etwa Sehen oder Hören zuordnen lassen.

Diese assoziativen Areale ermöglichen Wirbeltieren erst ein flexibles Reagieren, also auf einen Reiz nicht nur mit einem festgelegten Verhalten zu antworten.

Quelle: Rigos, Alexandra (2008). Evolution des Gehirns. GEOkompakt Nr. 15-06/08.

<http://www.geo.de/GEO/heftreihen/geokompakt/57363.html> (08-06-21)

Den Aufbau des Gehirns läßt sich am besten über das Konzept der Funktionsniveaus beschreiben: im Laufe der Evolution haben immer wieder neue Hirnstrukturen auf schon vorhandenen aufgebaut.

Erst diese Überlagerungen brachten höher entwickelte Gehirnniveaus wie die der Primaten oder der Menschen mit sich, die zu immer komplexeren Funktionen fähig waren.

Der Mensch ist mental enorm anpassungsfähig durch seine Fähigkeit, die Welt zu interpretieren, implizite wie explizite Vorhersagen über die Zukunft zu treffen und so die Folgen seines eigenen Handelns abzuschätzen.

Schon bei der Geburt besitzt das Gehirn daher potentiell alle Voraussetzungen zum Denken und Lernen, wobei beim Menschen etwa 70 Prozent der Gehirnkapazität dem Lernen zur Verfügung stehen, etwa 30% von vornherein für bestimmte Funktionen festgelegt sind.

In den ersten fünf bis sechs Lebensjahren wird das menschliche Gehirn massiv umgestaltet. Dass es keine Gehirn-Zentren für spezielle Funktionen wie Neugier, Angst oder Sehnsucht gibt, sondern dass diese durch Vernetzung entstehen, wird durch neueste neurologische Forschungen bestätigt.

Heute glaubt kein Forscher mehr an einen modularen Aufbau des Gehirns, vielmehr hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass die Vernetzung der Hirnregionen der entscheidende Faktor für ein spezielles Persönlichkeitsmerkmal ist.

Auch dürfte der Einfluss der Gene auf die Struktur des Gehirnaufbaus bzw. der Vernetzung während der Entwicklung relativ hoch sein.

Ein Netzwerk von Milliarden Nervenzellen reagiert auf jede Art von Eindrücken, Bildern und Informationen, indem es die Verknüpfungen zwischen den Nervenzellen (Synapsen) verändert.

Während solcher prägungsähnlicher Lernprozesse, werden mit Hilfe von chemischen Botenstoffen (Neurotransmitter) die elektrischen Impulse von einer Nervenzelle zur nächsten übertragen.

Jede Nervenzelle verfügt über einen Sender und eine Vielzahl von Empfängern, mit denen sie die Informationen der anderen Nervenzellen aufnimmt.

Das Gehirn verarbeitet diese Informationen zu neuen Strukturen, oder vernetzt diese mit anderen, schon vorhandenen Strukturen.

Dabei werden bestimmte neuronale Verbindungen verstärkt, andere abgeschwächt, andere verschwinden ganz. In den verschiedenen Phasen der frühkindlichen Entwicklung gibt es bestimmte Zeitfenster oder „sensitive Phasen“, in denen Informationen mit viel höherer Geschwindigkeit und Wirksamkeit als in späteren Phasen aufgenommen werden.

So entwickeln sich die Bereiche, die z.B. für Musik oder Sprache zuständig sind im Vergleich mit anderen deutlich stärker, wenn das Kind von früher Kindheit an mit Musik konfrontiert wird oder zweisprachig aufwächst.