

Dr. Steven Laureys | Valérie Leblanc | Nicolas Cougot

EINE REISE DURCH UNSER GEHIRN

Wie entstehen Emotionen?
Welchen Zweck hat das Vergessen?
Ist es möglich, das Gehirn gesund zu ernähren?
Warum kann man nach dem Sport besser denken?
Schläft das Gehirn?

riva

© des Titels »Eine Reise durch unser Gehirn« von Dr. Steven Laureys (ISBN Print: 978-3-7423-2318-7)
2023 by riva Verlag, Münchner Verlagsgruppe GmbH, München
Nähere Informationen unter: <http://www.riva-verlag.de>

VORWORT

Was ist das Gehirn? Wie funktionieren die Neuronen? Wozu dient der Hippocampus? Warum haben wir ein »zweites Gehirn«? Woher kommen unsere Gefühle? Was passiert, wenn wir träumen, lieben, meditieren oder vegetieren? Wie sah Einsteins Gehirn aus? Was muss man essen, um sein Gehirn gut zu versorgen? Haben Tiere ein Bewusstsein? Kann man ein Gehirn transplantieren? Dieses komplexe, wichtige Organ wirft eine Vielzahl von Fragen auf. Viele Patienten, die mich aufsuchen, machen sich Gedanken über die langfristige Entwicklung ihrer kognitiven Fähigkeiten.

Es ist wichtig zu wissen, dass wir während unseres gesamten Lebens Einfluss auf den Gesundheitszustand unseres Gehirns, seine Fähigkeiten und deren Erhaltung nehmen können. Die medizinische Forschung schreitet stetig voran und insbesondere im Bereich der neurologischen Erkrankungen gibt es ermutigende Ergebnisse. Ebenso umfangreich wie der medizinische Aspekt ist aber die Funktionsweise des Gehirns im Alltag, bei allen unseren Aktivitäten und in allen unseren emotionalen Zuständen. Ich möchte dich in diesem Buch zu einer Entdeckungsreise durch die geheimnisvolle Welt unseres Gehirns einladen. Dabei will ich versuchen, die Sachverhalte so einfach und griffig wie möglich zu erklären, vor allem aber mit der Bescheidenheit eines Forschers, der weiß, dass es noch enorm viel zu entdecken gibt.

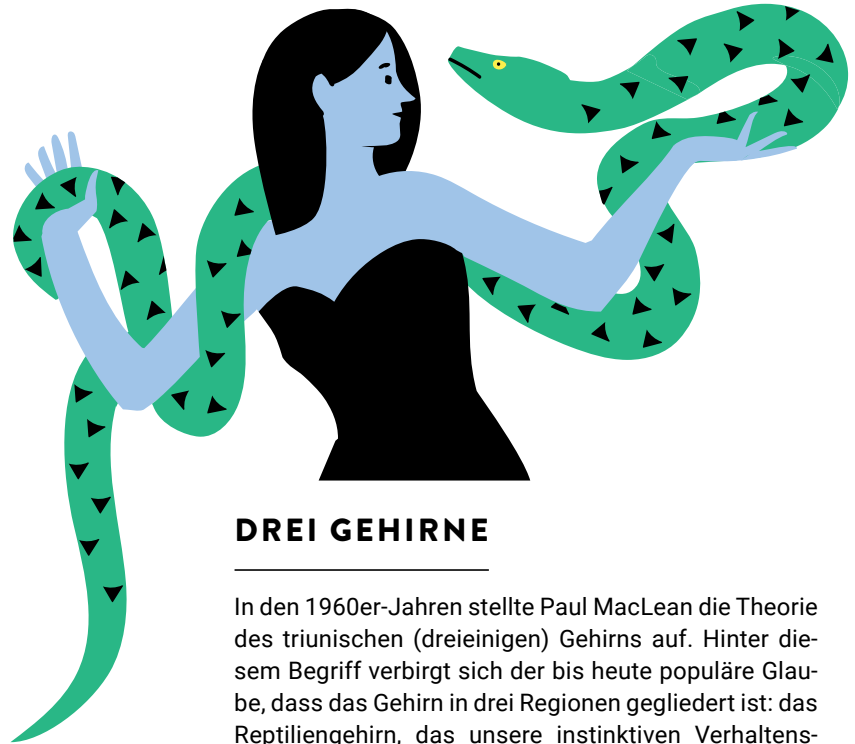
Steven Laureys

EINFÜHRUNG

ALLERLEI IRRTÜMER ÜBER DAS GEHIRN

MATHEMATIKBEULE

Ende des 18. Jahrhunderts vertrat der deutsche Arzt Franz Gall die Überzeugung, dass bestimmte Teile des Gehirns wichtiger seien als andere. Er begann Schädel abzutasten und verglich die Gehirne von Kriminellen (die oft mit einem hässlichen Gesicht und Beulen auf dem Schädel dargestellt wurden) mit den Gehirnen von außergewöhnlich klugen Menschen. Gall war der Meinung, dass man beispielsweise eine besondere Begabung für die Mathematik an einer »Beule« am Schädel erkennen könne. Seine Theorie ist nicht mehr gültig, dennoch ist die Debatte nicht völlig abgeschlossen: Heute ist erwiesen, dass bestimmte Bereiche oder Netzwerke des Gehirns für spezifische Funktionen wichtiger sind als andere.



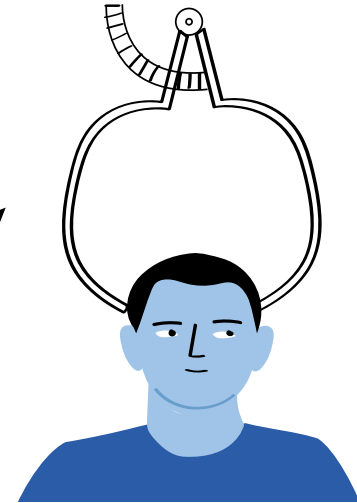
DREI GEHIRNE

In den 1960er-Jahren stellte Paul MacLean die Theorie des triunischen (dreieinigen) Gehirns auf. Hinter diesem Begriff verbirgt sich der bis heute populäre Glaube, dass das Gehirn in drei Regionen gegliedert ist: das Reptiliengehirn, das unsere instinktiven Verhaltensweisen steuert, darauf aufbauend das limbische Gehirn, das den Sitz der Emotionen bildet, und schließlich der *Neokortex*, über den nur Menschen verfügen und der Sitz des komplexen Denkens ist. Diese Theorie ist wahrscheinlich falsch. Alle Bereiche des Gehirns sind miteinander verbunden, das Gehirn hat somit keine separate »tierische« Seite. Außerdem unterscheidet sich das menschliche Gehirn nicht grundlegend von dem anderer Tiere. Alle Wirbeltiere, von Fischen über Reptilien bis zu Säugetieren, besitzen ein Nervensystem, das dabei hilft, ihre Handlungen zu steuern.



EINE FRAGE DER GRÖSSE

»Er hat ein Spatzenhirn.« Lange Zeit wurde angenommen, dass die Gehirnleistung mit der Größe des Organs zusammenhängt. Die Größe wurde entweder durch Wiegen des Gehirns oder durch die Bestimmung seines Volumens gemessen. Die Evolution zeigt aber, dass die Größe des Gehirns zunächst zu- und dann wieder abgenommen hat. Der moderne *Homo sapiens* hat ein kleineres Gehirn als der Cro-Magnon-Mensch. Größe oder Volumen des Gehirns stehen also nicht in direktem Zusammenhang mit der Intelligenz. Albert Einstein hatte sogar ein leichteres Gehirn als der Durchschnittsmensch seiner Zeit. Neben der Größe scheint auch die Qualität der Verbindungen zwischen den Neuronen eine wichtige Rolle zu spielen.



MULTITASKING

Manche Menschen können zwei Dinge gleichzeitig tun, andere sind dazu nicht in der Lage. Das bedeutet aber nicht, dass manche Menschen über ein multitaskingfähiges Gehirn verfügen und andere nicht. Das Gehirn ist nicht multitaskingfähig, es wechselt von einer Aufgabe zur anderen. Es fällt ihm schwer, zwei oder mehr Informationen gleichzeitig zu verarbeiten, denn sein Pufferspeicher, der eingehende Informationen verarbeitet, ist begrenzt. Es ist also nicht möglich, sich wirklich auf eine Arbeit zu konzentrieren, während man gleichzeitig in sozialen Netzwerken surft oder seine E-Mails liest.

DAS UNTERFORDERTE GEHIRN

Man liest immer wieder, dass wir nur zehn Prozent unseres Gehirns nutzen. Diese Vorstellung beruht jedoch auf einem Irrtum. Als man die Gliazellen entdeckte, die unsere Neuronen versorgen und schützen, ging man davon aus, dass sie 90 Prozent unseres Gehirns ausmachen. In Wirklichkeit nutzen wir zwar unser gesamtes Gehirn, aber niemals alle seine Zellen gleichzeitig. Und selbst das ist noch keine absolute Wahrheit. Das Potenzial des Gehirns muss noch erforscht werden, denn unsere Intelligenz beruht auf den Tausenden von Verbindungen, die das riesige Netzwerk der Neuronen bilden – ein Netz, das sich zudem noch weiterentwickeln kann.

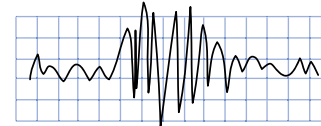
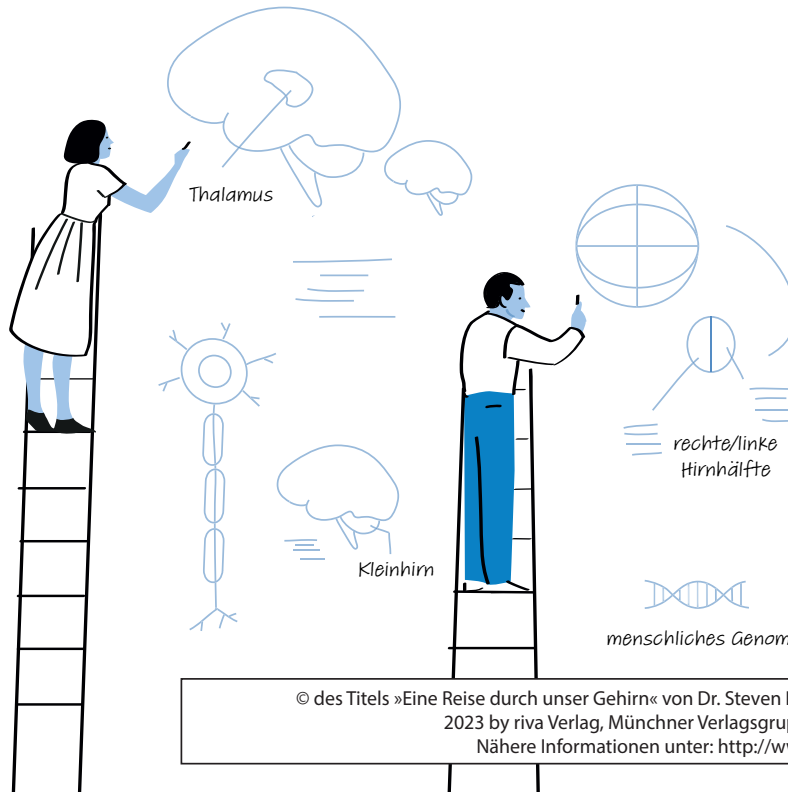


GEHIRNFORSCHUNG

GROSSE ENTDECKUNGEN, GROSSE NAMEN

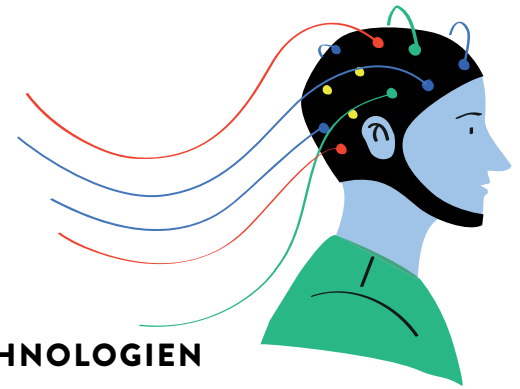
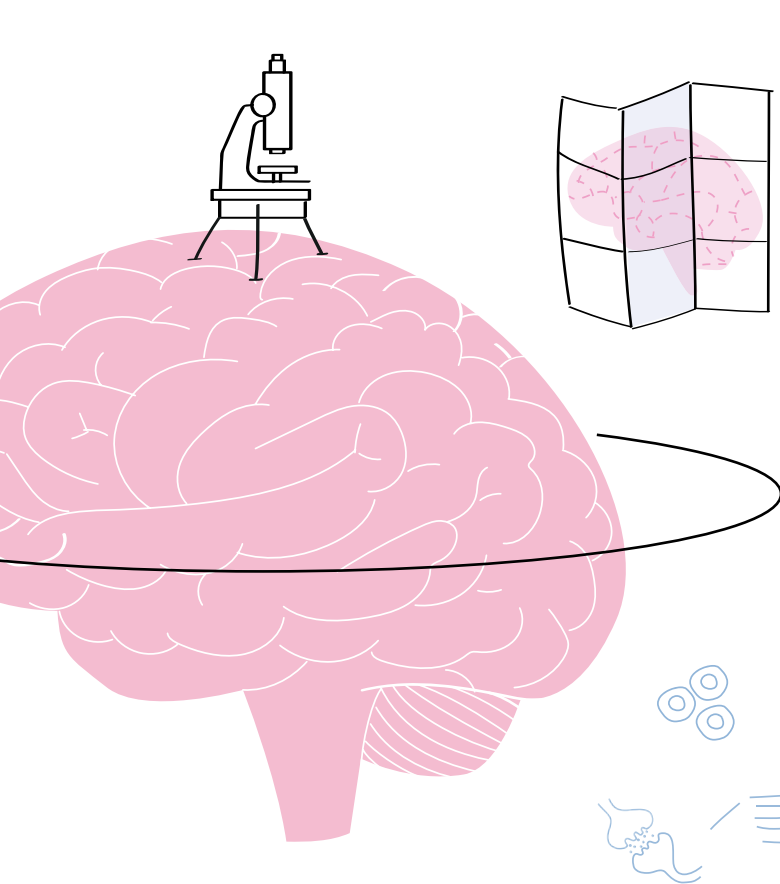
ENTDECKUNG EINER NEUEN WELT

Die Erforschung des Gehirns könnte man mit der Entdeckung einer neuen Welt vergleichen. Schon in der Antike seziierte Galen Tiere, um seine Beobachtungen auf den Menschen zu übertragen. So konnte er bereits Nervenimpulse beschreiben. Das Gehirn des Menschen wurde erstmals von Andreas Vesalius erforscht, der seine Erkenntnisse 1543 in seinem Werk *De humani corporis fabrica* (»Über die Struktur des menschlichen Körpers«) veröffentlichte. Er seziierte und untersuchte Gehirne von Toten und konnte so erstmals zeigen, dass die Nerven mit dem Gehirn und nicht mit dem Herzen verbunden sind. Vesalius benannte in lateinischer Sprache alle Teile des Gehirns, die Nerven und die anderen Körperteile. Sein Buch wurde zum Standardwerk – und zum Albtraum von Anatomiestudenten.



ERSTE MESSUNGEN

Drei Jahrhunderte nach Vesalius stellte der Italiener Angelo Mosso fest, dass man bei Patienten mit Kopfverletzungen das Gehirn spüren konnte. Er kam auf die Idee, diese Entdeckung zur Erforschung des Gehirns zu nutzen. Mosso legte ein Blutdruckmessgerät an der Stelle der Verletzung an. Seine Schlussfolgerung lautete, dass ein Anstieg des Hirndrucks ein Anzeichen für geistige Anstrengung sei. Vierzig Jahre später machte der Amerikaner John Fulton das Gehirn zum ersten Mal hörbar. Er zeichnete das Geräusch des Blutflusses im Schädel seines Patienten Walter K. auf. Dieser hatte angegeben, den verstärkten Blutfluss zur Hirnrinde als »Rascheln« zu hören, wenn er zu lesen begann.



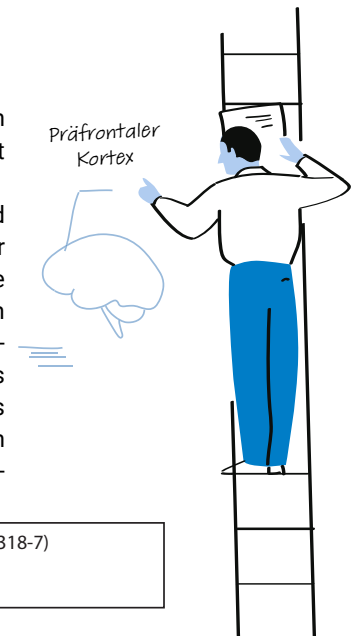
NEUE TECHNOLOGIEN

Die Erforschung neuer Gebiete beruht auf einer ständigen Weiterentwicklung der Forschungsmethoden und -mittel. Seit der Zeit der ersten Autopsien und Messungen haben sich die Techniken zur Untersuchung des Gehirns ständig weiterentwickelt. Innerhalb von etwa 40 Jahren ist es möglich geworden, Schnittbilder (CT, MRT) des Gehirns zu erstellen, ohne den Schädel zu öffnen. Man kann die Aktivität von Neuronen sichtbar machen (Elektroenzephalografie) oder die Gehirnaktivität durch Messung des Energieverbrauchs, des Blutflusses, der Hormonsynthese (Positronen-Emissions-Tomografie, Szintigrafie, PET-Scan) und des Sauerstoffverbrauchs (funktionelle MRT) erfassen. Damit ist die Forschung ihrem Bestreben, dem »Gehirn beim Denken zuzusehen«, einen großen Schritt näher gekommen.

DIE BEDEUTUNG VON FUNKTIONSSTÖRUNGEN

Um die Funktionsweise eines Organs besser zu verstehen, untersuchen Wissenschaftler auch Fälle, in denen es nicht richtig funktioniert. Auf der Grundlage dieses Forschungsprinzips konnten vor allem Pierre Paul Broca und Wilder Penfield große Fortschritte erzielen. Broca beobachtete einen Patienten, der nur eine einzige Silbe aussprach, und vermutete eine Störung in einem Bereich, der wahrscheinlich mit der Sprache in Verbindung stand. Da er keinen Computertomografen hatte, musste er bis zum Tod seines Patienten warten, um dessen Gehirn zu untersuchen.

Dabei stellte er eine Anomalie auf der linken Seite fest, und zwar in einem Bereich, der mit der Sprachproduktion in Verbindung stand. In den 1930er-Jahren untersuchte Penfield Patienten mit Epilepsie und Hirntumoren. Er öffnete ihnen den Schädel, identifizierte die an den Störungen beteiligten Hirnregionen und stimulierte sie (beispielsweise beobachtete er durch die Stimulation eines Teils des *motorischen Kortex* die Bewegung des Fußes des Patienten). Auf diese Weise legte er den Grundstein für die Kartografierung des Gehirns.



UNGELÖSTE GEHEIMNISSE

DEN CODE KNACKEN

Gibt es einen neuronalen Code des Bewusstseins, so wie es einen genetischen Code des Lebens gibt? Dies ist eine der wichtigsten Fragen, mit denen sich Forscher heute beschäftigen. Aber wenn es uns gelänge, den Code zu knacken, könnten wir dann herausfinden, was genau das Bewusstsein ist? Das Leben beruht zwar auf einem genetischen Code, ist aber nicht auf die DNA beschränkt. Auch das Bewusstsein wird sich wahrscheinlich nicht auf einen einfachen Code, eine Zelle oder einen Neurotransmitter reduzieren lassen. Man geht davon aus, dass es das Ergebnis von komplexen und dynamischen Interaktionen ist. Dennoch strebt die Forschung an, den neuronalen Code für das Bewusstsein zu entschlüsseln, weil er ihnen helfen könnte, Strategien zur Reparatur von Defekten zu finden.



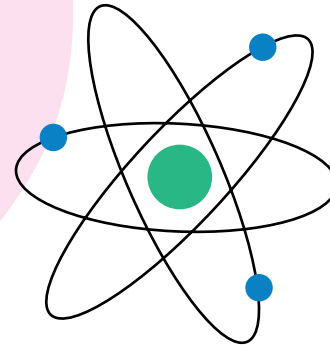
UNENDLICHKEIT

Das Gehirn stellt im Gegensatz zu anderen Organen eine ganz eigene Welt dar, die wir gerade erst zu erforschen beginnen. Um das Leben besser zu verstehen, mussten wir in eine unendlich kleine Welt abtauchen. Und um neue Welten zu erforschen, mussten wir uns das unendlich Große vorstellen. Der Begriff der Unendlichkeit lässt sich auch auf die Zukunft der Hirnforschung anwenden.

Einerseits wird es darum gehen, die Grenzen der Technologie zu erweitern, um Maschinen zu entwickeln, die in der Lage sind, die kleinste Konstante auf die Millisekunde genau in Echtzeit zu messen und mit hohen Auflösungen tief ins Gehirn einzutauchen, um die kleinste Interaktion zu entdecken. Andererseits stellen sich aber auch Fragen, die weitaus schwieriger zu formulieren sind, beispielsweise wie aus dem Materiellen, also einer Zelle oder einem Organ, etwas Immaterielles hervorgehen kann – das

WISSEN UND NICHTWISSEN

»Wir achten nie auf das, was schon geschafft ist. Wir sehen nur, was noch zu tun ist«, schrieb Marie Skłodowska (genannt Curie). Damit bringt sie das Streben der Wissenschaft auf den Punkt. Wir haben in den letzten zehn oder hundert Jahren enorm viel gelernt, aber je mehr wir lernen, desto mehr wissen wir. Aus dem Wissen ergeben sich immer neue Fragen und wir erkennen, wie wenig wir erst verstehen. Um die Geheimnisse des Gehirns zu erforschen, muss man akzeptieren, dass sich mit jeder Entdeckung neues, unbekanntes Land auftut. Wir müssen uns unserer Unwissenheit bewusst sein und anerkennen, dass sie paradoxerweise mit dem wissenschaftlichen Fortschritt immer größer wird. Ein Wissenschaftler darf nicht dogmatisch sein, er muss einen offenen Geist bewahren und darf keine Spur von vornherein ausschließen. Er wird die heutigen Wahrheiten ständig infrage stellen und das, was er zu verstehen glaubt, mit dem, was er zu messen glaubt, vergleichen.



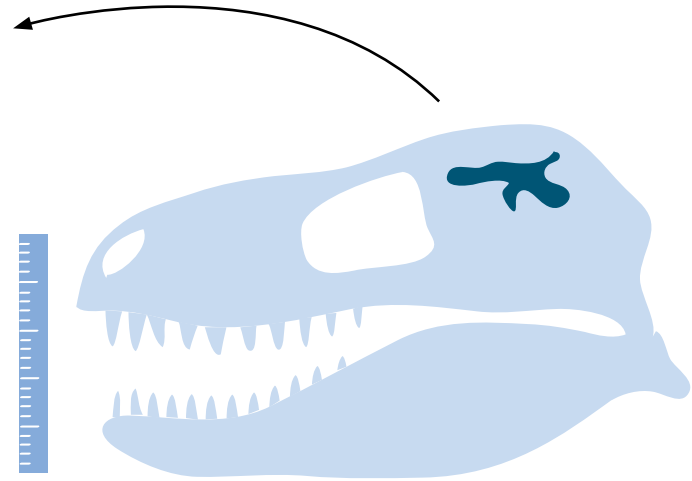
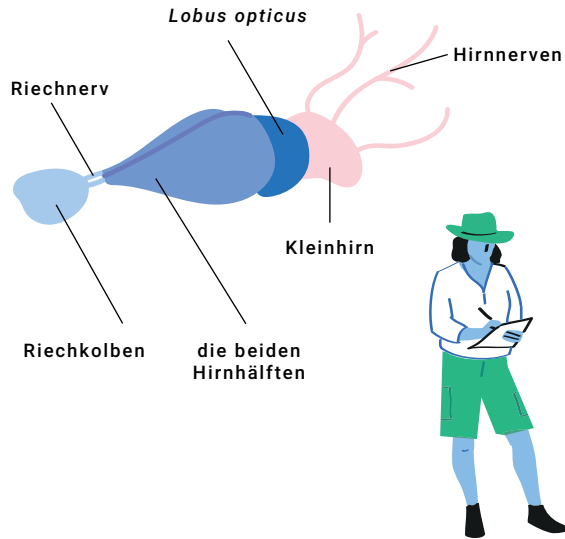
UNIVERSELLES BEWUSSTSEIN?

Was wäre, wenn das Bewusstsein keine menschliche Eigenschaft wäre, sondern ein grundlegendes Merkmal des Universums, das alle physikalische Materie steuert, so wie es beispielsweise die Schwerkraft tut? Weil der Ursprung des Bewusstseins so schwer zu erklären ist, stellt der Panpsychismus die These auf, dass Bewusstsein eine grundlegende Eigenschaft der Materie ist. Diese metaphysische Theorie geht davon aus, dass jedes Molekül eine unendlich kleine Form von Bewusstsein besitzt, eine Art Elementarteilchen, das sich mit anderen zu komplexeren Bewusstseinsformen zusammensetzen kann. Als Beispiel für dieses Denkmodell wird das koordinierte Verhalten von Pflanzen gegenüber ihrer Umwelt angeführt.

Eine andere Idee, die Theorie der integrierten Information, wurde von dem Psychiater und Neurologen Giulio Tononi entwickelt. Sie besagt, dass Bewusstsein auf der Integration von Informationen durch großflächige funktionelle Konnektivität beruht, wobei die Menge der integrierten Informationen dem Bewusstseinsniveau des Individuums entspricht. Diese Menge ist messbar und wurde durch mathematische Modelle veranschaulicht. Solche Modelle könnten dazu beitragen, die Mechanismen des Informationsaustauschs und das Bewusstseinsniveau von Tieren zu verstehen.

DAS GEHIRN – WAS IST DAS?

WIE HAT SICH DAS GEHIRN ENTWICKELT?



FOSSILIEN HABEN EIN GEHIRN

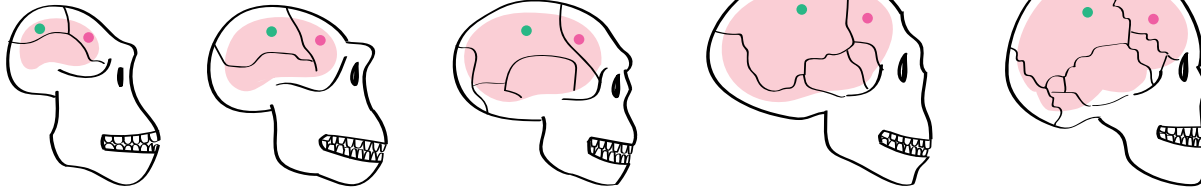
Wenn man einen fossilen Schädel findet und das Innere mit Gips ausgießt, bekommt man einen Abguss vom Inneren des Schädels, *Endocast* genannt. Diese Technik der Paläoneurologie ermöglicht es, die Entwicklung des Gehirns im Laufe der Evolution zu untersuchen. So konnte man feststellen, dass der *Tyrannosaurus Rex* zwar ein kleines Gehirn hatte, aber alle Merkmale unseres eigenen Gehirns bereits vorhanden waren: zwei Gehirnhälften, Kleinhirn, Gleichgewichtsorgan, zwölf Paar Hirnnerven ...

URBILATERIA: UNSERE VORFAHREN

Am Anfang gab es nur eine einzige Zelle. Um zu überleben, entwickelte sie Fähigkeiten, ihre Umgebung wahrzunehmen. Mithilfe von Sensoren spürte sie Stellen auf, an denen sich Nahrung befand, und bewegte sich mit einer Art Schwanz fort, um sie zu erreichen. Erst mit der Entstehung komplexer mehrzelliger Lebewesen entwickelte sich das zentrale Nervensystem. Prähistorische Meereswürmer namens *Urbilateria* hatten somit eine entscheidende Gemeinsamkeit mit Wirbeltieren, Insekten und Würmern: Sie verfügten über ein zentrales Nervensystem. Es bestand aus mehreren Neuronenkernen, die sensorische Signale aufnehmen konnten – genau wie bei den Lebewesen unserer Zeit.



- Stirnlappen (Frontallappen)
- Scheitellappen (Parietallappen)



vor 4,2–2,5 Mio. Jahren

vor 2,4–1,6 Mio. Jahren

vor 1,5 Mio.–300 000 Jahren

vor 350 000–35 000 Jahren

vor 35 000 Jahren

*Australopithecus
robustus*

*Homo
habilis*

*Homo
erectus*

*Homo
neanderthalensis*

*Homo
sapiens sapiens*

IN BEWEGUNG

Das Gehirn entwickelte sich im Laufe der Zeit weiter. Dadurch erhöhten sich die Überlebenschancen. Das Tier setzte sich in Bewegung und entwickelte ein komplexeres Nervensystem, das es ihm ermöglichte, mehr Umweltparameter zu analysieren. Dieser Zusammenhang zwischen der Komplexität des Nervensystems und der Motorik wird durch einige Seeanemonen veranschaulicht: Sie sind zunächst kleine Tiere mit einem Nervensystem, das ihre Bewegungen steuert. Sobald sie sich jedoch an einem Felsen festhalten und nicht mehr beweglich sind, verdauen sie ihr Gehirn, da es nicht mehr benötigt wird. Das könnte man als Beleg dafür betrachten, dass Bewegung für die Gehirnentwicklung notwendig ist.



WACHSTUM UND SPEZIALISIERUNG

Im Laufe von fast acht Millionen Jahren hat das menschliche Gehirn mehrere Entwicklungsphasen durchlaufen. Grund dafür waren der aufrechte Gang auf zwei Beinen und morphologische Veränderungen, die sich vor allem daraus ergaben, dass nun die Hände frei waren. So hat sich das vom Gehirn eingenommene Volumen in diesem Zeitraum bis zum Neandertaler verdreifacht. Die andere wichtige Entwicklung ist die Herausbildung des Neokortex mit einer bemerkenswerten Ausdehnung des motorischen Kortex im Stirnlappen und im hinteren Scheitellappen. Dies äußerte sich insbesondere in der Entstehung der großen vorderen rechten Hirnhälfte, die für den Menschen charakteristisch ist. Im letzten wesentlichen Entwicklungsschritt haben sich die Nervenverbindungen vervielfacht und sind komplexer geworden. Dies wurde möglich durch eine Neuorganisation der Hirnareale und die Aufteilung in eine rechte und eine linke Hirnhälfte mit jeweils unterschiedlichen Funktionen. Nachdem das Gehirn also an Volumen zugenommen hatte, trat es in eine neue Evolutionsstufe ein: Die Funktionen seiner Netzwerke spezialisierten sich.