

Nael Elagabani

# Ἐγκέφαλος

by DREEMD

Geist und Gehirn des Menschen

Eine  
zum Vortragen  
geeignete  
Skriptensammlung

Titel des englischen Originalmanuskripts:

Nael Elagabani: Enkephalos – The Mind and Brain of Humans

A Presentable Script Collection

© 2022 Nael Elagabani

Herausgeber: DREEMD e.U.

Übersetzung: Nael Elagabani

Druck und Vertrieb im Auftrag des Autors: myMorawa von Dataform Media GmbH,  
Wien

[mymorawa.com](http://mymorawa.com)

ISBN: 978-3-99139-171-5 (Paperback)

[www.dreemd.com](http://www.dreemd.com)



Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages und des Autors unzulässig. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.



## Inhalt

Vorwort 7

**Skript 0:** Neurowissenschaften 9

**Skript 1:** Neurobiologie –  
Ein Organ mit eigenem Verstand 17

**Skript 2:** Neurokognition –  
The Mind in my Brain and the Brain on my Mind 38

**Interludium –**  
Die Bedeutung des Gedächtnisses für die Psyche 65

**Skript 3:** Neuropsychologie –  
Der Atem der Psyche 72

Nachwort 103

Weiterführende Literatur 105





## Vorwort

Juni 2022, Wien, Österreich

Die Lektüre dieser Skriptsammlung soll den geschätzten Leser in die Lage versetzen, mit selbsternannten, aber akkreditierten Neurowissenschaftlern auf Augenhöhe zu diskutieren. Die gelieferten Werkzeuge, Ideen und das Vokabular werden dem Leser helfen, sich in Gesprächen über das Gehirn zurechtzufinden und, wenn beabsichtigt, einen meiner Kollegen über die eigene wissenschaftliche Kompetenz zu verblüffen.

Das Kernstück dieses Buches sind drei Skripte, die Grundlagen und Schlüsselkonzepte (1) der Biologie des Nervensystems, (2) der Kognition und (3) der Psychologie mit neurowissenschaftlichem Bezug erkunden. Das Skript 0 soll den Leser jedoch an einen Ort führen, an dem das Studium des Geistes und des Gehirns aus einer von Grund auf neuen Perspektive betrachtet werden kann. Als Katalysator dient dieses Skript dazu, das Verständnis und die Verarbeitung der in den folgenden Kapiteln vorgestellten Informationen zu beschleunigen.

Skript 1 ist den biologischen Aspekten der beiden Organe Gehirn und Rückenmark gewidmet. In Skript 2 werden wir untersuchen, was das Gehirn tut und wie es die Welt um uns herum (wieder-)erkennt.

Skript 3 sollte mit Vorsicht genossen werden. Es lädt ein zu einer Reise über die wundersamen Aspekte des

menschlichen Gehirns, die sich als Psyche entpuppen. Alles, was bewusste Tiere erleben, wird im Gehirn zum Leben erweckt. Der dritte Abschnitt wird sich daher damit befassen, wie menschliche Tiere über ihre Natur nachdenken und das erschaffen, was seit der Antike als die menschliche Seele bekannt ist.

## Skript 0

# Neurowissenschaften

### Neurowissenschaft sprechen.

Wissen ist bekanntlich Macht. Diese Volksweisheit würde hier unkommentiert bleiben, wenn wir jedes Stückchen Wissen mehr wertschätzen würden als die Weitergabe von Wissen selbst. Doch das tun wir eindeutig nicht. Wir drücken uns ständig aus und teilen im Laufe unseres Lebens Wissensbissen.

Der Mensch ist das kommunikativste Tier, das wir kennen. Im Vergleich zu allen anderen Tieren sind wir auch in der Lage, eine scheinbar unbegrenzte Menge und Vielfalt an Informationen in unsere Sprache zu packen; und wir tun dies hauptsächlich, um über uns

selbst, oder, noch wichtiger, über andere Menschen zu sprechen. Klatsch und Tratsch könnten der Grund dafür sein, dass Menschen so gut reden können, und soziales Verhalten erfordert freimütige Teilnahme und Austausch. Ein Mangel an Kommunikation kann zu Misstrauen führen, und weniger eloquente Mitglieder menschlicher Gesellschaften werden in der Regel als autistisch oder abnormal bezeichnet.

Überraschenderweise hat die Natur der Information tiefe Wurzeln in der Physik. Um zu verstehen, wie Informationen verarbeitet werden, ist es entscheidend, ihre Natur zu verstehen, die wir in späteren Kapiteln erörtern werden. Doch warum sind Informationen, ihre Übertragung und Umwandlung so wichtig für unser Leben? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir zunächst herausfinden, was es bedeutet, sich auszudrücken, und was ein Ausdruck braucht, um verstanden zu werden.

Für den Menschen ist es schwer vorstellbar, dass Kommunikation auf andere Weise stattfinden könnte als in der Biologie, die ihn dazu befähigt. In A Mathematical Theory of Communication (Eine mathematische Theorie der Kommunikation) hat Shannon CE die physikalischen Aspekte der Information, der Kommunikation und damit auch der Sprache beschrieben.

Den verfügbaren Fossilien zufolge hat die neurobiologische Evolution erst vor einigen hundert Jahrhunderten die Qualität und Quantität der Informationen in der menschlichen Kommunikation so gesteigert, dass sie erkennbar menschlich wurde. Die konstruktive soziale Zusammenarbeit ist in der biologischen Geschichte immer wieder neu erfunden worden. Die Sprache jedoch war für den Menschen unerlässlich, um seine Interaktionen zu revolutionieren und seine

Umwelt zu beherrschen. Nicht nur das, sondern die menschliche Kommunikation wurde auch zu einer dichten Informationsquelle, die für das soziale Miteinander unerlässlich ist. Jede Handlung in einem sozialen Kontext, die ihren Inhalt oder ihre Absicht nicht mitteilte, erforderte einen gewaltsamen Einfluss auf die menschliche Gesellschaft, um ihr Ziel zu erreichen. Das menschliche Gehirn hat sich jedoch in hervorragender Weise entwickelt, um sein Innenleben durch Bewegung, Klang und die Darstellung mentaler Symbole auszudrücken. Diese Symbole repräsentieren nicht nur Objekte in ihrer Umgebung, sondern - einzigartig für den Menschen - auch in ihrer Vorstellung. Was der menschliche Geist aus der Sprache gemacht hat, verdient es, hier erwähnt zu werden. Die Sprache regiert alles um uns herum und über uns.

Neurowissenschaftler entwickeln auch eigene Ausdrücke für ihre täglichen Gespräche, und sie sprechen oft untereinander die Sprache ‚Neurowissenschaft‘. Der Mensch schafft ständig und in allen Formen Jargon und Sprache. In späteren Kapiteln werden wir uns mit der Verbindung zwischen den physikalischen Aspekten der Information, ihrer Verarbeitung und Übertragung durch Maschinen wie das Gehirn befassen. Indem wir hier die Schlüsselkonzepte und Definitionen offen diskutieren, werden wir beweisen, dass die Neurowissenschaft keine Geheimsprache und für jeden zugänglich ist.

### **Zentrum und Peripherie.**

Das periphere Nervensystem sammelt Informationen aus dem Körper; das zentrale Nervensystem leitet diese Informationen an den Verstand weiter; "... Schnitt, Ende der Szene! ... ", Ende des Buches.

Es ist jedoch spannender weiter zu erkunden, was bei diesem Vorgang in unzähligen Schritten aus dem Gehirn hervorgebracht wird. Welten, die sich, von-innen-nach-außen-nach-innen und absteigend-dann-aufsteigend-dann-absteigend, von-einfacher-zur-komplexen Verarbeitung und, ganz besonders, von-grundlegender-zur-menschlichen Leistung und Verhalten entfalten.

Alle Informationen, die wir von unserer Umwelt und unserem Körper erhalten, werden vom peripheren Nervensystem aufgenommen, mit der einzigen Ausnahme des Sehens, das direkt in die zentralen Arbeitsbereiche unseres Geistes fließt. Fast alle bewussten oder unbewussten Vorgänge in unserem Körper werden vom Nervensystem beobachtet. 12 bzw. 31 Nervenpaare durchziehen das Gehirn bzw. das Rückenmark, um den tierischen Körper für seine Zwecke nutzbar zu machen.

Die vom Zentralnervensystem ausgehenden Nerven sind peripher, nicht nur wegen ihrer Lage. Sobald neuronale Informationen zwischen Neuronen ausgetauscht und nicht mehr nur übertragen werden, sind sie wissenschaftlich gesehen in die zentrale Verarbeitung übergegangen. Nur das Rückenmark und das Gehirn selbst werden als zentrales Nervensystem bezeichnet. Ich empfehle, es als das zentrale Verarbeitungssystem zu betrachten.

Das zweite ‚Gehirn‘ der Säugetiere ist das enterische Nervensystem und befindet sich im Darm.

### **Der Fluss im Nervensystem.**

Die Richtung und Komplexität der neuronalen Signale lassen sich auf klassische Weise beschreiben. Wenn das Gehirn Befehle an den

Körper sendet, geschieht dies in einer Symphonie. Jedem menschlichen Tier dürfte nicht entgangen sein, dass das Denken in abstrakten Begriffen abläuft; selbst wenn der Inhalt absolut ist (siehe die mathematische Zahlentheorie), was bedeutet, dass sich in bewussten Tieren, einschließlich des Menschen, keine rohen Nervendaten in ihrem Geist bewegen.

Der Nervenapparat interpretiert abstrakte symbolische Gedanken in präzise körperliche Umsetzung durch absteigende Nervensignalmuster. Umgekehrt steigt jede Information, die unser tierischer Körper sammelt, in unser Gehirn und in unseren Geist auf. Bei dieser Terminologie handelt es sich nicht um eine wissenschaftliche Regelung, sondern um eine Norm, die helfen soll zu verstehen, dass die Informationen, die von einem funktionellen Gehirnsystem zum anderen wandern, bereits ein großes Potenzial haben, unsere innere und äußere Welt zu beeinflussen. Im Prinzip ist das Nervensystem der Wirbeltiere eine Ansammlung funktioneller neuronaler Systeme, die in anatomischen Systemen zusammengefasst sind. Diese Anatomie hat sich biologisch entwickelt, und das zentrale Nervensystem wird medizinisch wie folgt beschrieben.

Das Rückenmark ist eine hochentwickelte Hauptdrehscheibe für alle nervlichen Informationen, die von der zentralen zur peripheren Ebene und umgekehrt weitergeleitet werden.

Die Medulla oblongata vermittelt den ersten Übergang von Reflexen zu Prozessen. Hier befinden sich die überlebenswichtigen Kontrollzentren für Atmung und Kreislauf. Sie spürt das freie Wasserstoffgleichgewicht des Körpers (pH, lateinisch: *pondus hydrogenii*) und ist das Tor zwischen Bewusstsein und Unbewusstem. Ohne es

können wir nicht würgen, saugen, husten, niesen, schlucken, erbrechen oder atmen; mit anderen Worten, wir könnten nicht leben.

Das Mittelhirn ist ‚bereits‘ an der höheren Kognition beteiligt, jedoch noch in seinen Grundformen. Es steuert unbemerkt reflexive Aspekte der motorischen, visuellen und auditiven Funktionen. Im Hinblick auf das Bewusstsein ist das Mittelhirn an der Kontrolle von Schlaf oder Wachsein, Ruhe oder Wachheit beteiligt.

Das Kleinhirn könnte aufgrund seiner einzigartigen Aufgabe als eigenständige Einheit betrachtet werden. Vereinfacht ausgedrückt, berechnet es Simulationen der Bewegungen des Skeletts, der Körperhaltung und des Körperbewusstseins. Es vergleicht, was der Körper tut und was er tun will. Anschließend sendet es Korrekturmodelle an die Organe, die Bewegungen vorbereiten und ausführen.

Anatomisch gesehen wird die Region zwischen (1) der Medulla oblongata, (2) dem Mittelhirn und (3) dem Kleinhirn als Pons (lateinisch; Brücke) bezeichnet. Funktionell vereint er Aufgaben aus jeder dieser drei anatomischen Hirnregionen, darunter Körperhaltung, Atmung, Geschmack, Schlucken, Blasenkontrolle, Körpergleichgewicht, Augenbewegung, Mimik, Gesichtsempfindung, Hören und Schlaf. Wir wollen es daher auch als Brücke zu (1), (2) und (3) bezeichnen.

Das Zwischenhirn ist das anatomische Zentrum des Gehirns, das um den dritten und zentralen Hirnventrikel herum aufgebaut ist; einer der vier mit Flüssigkeit, genannt Liquor, gefüllten Hohlräume im Säugetiergehirn. Es besteht aus den vier Thalamus; dem Thalamus, dem Hypothalamus, dem Epithalamus und dem Subthalamus. Diese Regionen filtern Informationen aus den niedrigeren kognitiven Regionen

in die höheren kognitiven Regionen und regulieren ursprüngliche Triebe wie den Hunger-Durst-Zyklus, den Aggressions-Müdigkeits-Zyklus, den Sexualitäts-Liebes-Zyklus und den Tag-Nacht-Zyklus.

Das Telenzephalon gilt als der als letzter und am stärksten entwickelte Teil des Wirbeltiergehirns. Die Basalganglien liegen direkt unter dem Großhirn und sind eng mit diesem verbunden, vor allem zur Feinabstimmung der kortikalen motorischen Befehle. Das Großhirn ist die höchste kognitive Verarbeitungseinheit des Säugetiergehirns und gehört mit Basalganglien, Hippocampus und Amygdala zum ‚End‘teil des Gehirns, dem Telenzephalon (τέλος und εγκεφάλος, griechisch; also Fernhirn, gängiger Weise Endhirn). Einigen Neurowissenschaftlern scheint es, dass der höhere Zweck aller vom Körper gesammelten Informationen, die durch die verschiedenen Regionen des Zentralnervensystems aufsteigen, darin besteht, das Großhirn zu erreichen, um dort verarbeitet und registriert zu werden, um dann eine Richtungsänderung vorzunehmen und als bewusste Befehle zurück in den Körper zu gelangen. Offen gesagt wird das Großhirn sogar weithin als Sitz des modernen intelligenten Menschen (also des Sapiens) angesehen, und viele wissenschaftliche Denker haben versucht, das Konzept des Sapiens gegenüber des Menschen (also Tiere der Gattung Homo) gegenüber des Tieres mit diesem Teil des Gehirns zu verbinden. Andere Neurowissenschaftler beharren darauf, dass das Bewusstsein über Handlungen parallel zu bewussten Befehlen entsteht, einige Kollegen denken sogar erst danach. Wie es auch immer von Statten gehen sollte, soziale Säugetiere haben ein außergewöhnliches Großhirn, und der Sapiens hat das bemerkenswerteste unter ihnen.

Das Großhirn besteht aus einer dünnen grauen Schicht von Hirnrindensäulen, dem Kortex, mit einer dicken weißen Schicht von

Nervenkabeln darunter, die die Säulen mit verschiedenen Regionen des Nervensystems verbinden. Menschliche Tiere haben im Verhältnis zu ihrer Körpermasse bei weitem die größte Anzahl an kortikalen Säulen in ihrem Kortex, und es überrascht nicht, dass kortikale Säulen leistungsfähige Computer sind, die in der Natur äußerst leistungsfähig und dennoch für vom Menschen geschaffene binäre Rechenwerke unerreichbar sind. Viele Nervensysteme haben Strukturen mit Kortex-ähnlichen Funktionen, sogar bei wirbellosen Tieren. Aber nur in den Gehirnen von Säugetieren ist der Kortex die dominierende Struktur.

Das menschliche Großhirn ist eigentlich eine Monstrosität der Natur. Kein anderes Tier hat oder hatte, soweit wir wissen, verhältnismäßig so viel davon, und nichts in der Natur hat mehr mit dem zu tun, was im menschlichen Schaffen so vergänglich ist, als das, was es offenbart: die Psyche. Emotionen, Intellekt, Vernunft, Bewusstsein und Intuition sind allesamt tierisch und lassen sich wissenschaftlich messen. Die Psyche bleibt schwer fassbar, φανόμενο στον εγκέφαλο; ein Phänomen des Gehirns und per Definition einzigartig menschlich.

# Skript 1

## Ein Organ mit eigenem Verstand

### **Nerven und Neuronen.**

Neurowissenschaftler bezeichnen Nervenzellen gewöhnlich als Neuronen. Alle Zellen mögen elektrobiochemische Maschinen sein. Neuronen haben jedoch eine einzigartige Methode entwickelt, um miteinander und mit dem Organismus zu kommunizieren, und zwar durch die Kombination von wechselnden Spannungsschwingungen an ihrer äußereren Hülle und der Freisetzung von Chemikalien. Was alle Nervenzellen gemeinsam haben, sind verschiedene Aspekte der Organisation der neuronalen Signalgebung selbst. Dies ist insofern von Bedeutung, weil die Biologie gewöhnlich die Strukturen, die gut funktionieren, zu größeren Megastrukturen wiederverwerten kann. Nervensysteme verwenden Neuronen als Bausteine, um ihre neuronalen und

neuronalen Netze zu konstruieren. Neuronen sind daher die elementaren Einheiten der nervösen Signalübertragung in Nervensystemen.

Dennoch gibt es eine Fülle von neuronalen Zelltypen mit recht unterschiedlichen Merkmalen und Charakteren. Die Entdeckung dieser verschiedenen Zelltypen ist ein großes Forschungsgebiet der Neurowissenschaften. Der Prototyp einer Nervenzelle ist jedoch in gewisser Weise universell.

Wie jede andere Zelle haben auch Nervenzellen einen Zellkörper. Die Erforschung von Zellen und ihren Körpern hat mit der Erfindung des Mikroskops begonnen, und alles, was man über den allgemeinen Zellkörper wissen muss, kann man im Studium der Zellbiologie erfahren.

Alle Neuronen haben auch die Eigenschaft, dass je nach Zelltyp eine Reihe von verzweigten Fortsätzen aus ihrem Zellkörper herausragen. Es ist üblich, ein System von Zellfortsätzen als Dendriten (δένδρον, dendron, griechisch; Baum) zu bezeichnen. Neuronale Ausstülpungen werden oft als Neuriten bezeichnet, wobei es bei ihnen irrelevant oder unbekannt ist, ob sie zum neuronalen Input oder Output beitragen. Es hat sich jedoch eingebürgert, Neurite als Dendriten zu bezeichnen, wenn sie ausschließlich an der Aufnahme neuronalen Inputs beteiligt sind.

Im Allgemeinen dienen Neuriten dem wesentlichen Zweck, die Fähigkeit von Neuronen zu verbessern, (1) Kontakte zu anderen Neuronen und (2) Netzwerke zu bilden. Ein wichtiges Merkmal von Neuronen ist jedoch, dass Neuriten in allen Fällen mit einer einzigen Ausnahme Signale von Neuronen, mit denen sie verbunden sind, empfangen, verarbeiten und in ihren Zellkörper leiten. Dort werden

alle momentanen Signale integriert, um die eine grundlegende Frage zu bestimmen, für die ein Neuron gebaut ist: Ist es an oder aus? Wenn ein Neuron ausgeschaltet ist, ist es still. Wenn nicht, feuert es. An dieser Stelle kommt dieser eine außergewöhnliche Neurit, das Axon, ins Spiel.

Wenn ein Neuron eingeschaltet ist und sein neuronales Signal abgibt, wandert eine elektromagnetische Welle, die von elektrisch geladenen Atomen getragen wird, das Axon entlang, um die chemische Signalmaschinerie an den Enden des Axons zu aktivieren. Dort werden chemische Signalstoffe freigesetzt, die einige Millionstel Millimeter weit wandern, um Neuronen zu stimulieren, die stromabwärts des feuernden Neurons kontaktiert werden, mit dem Ziel, sie so zu stimulieren, dass sie selbst feuern.

Dieses Verfahren ist das Grundprinzip der gegenseitigen Stimulation von Neuronen. Es gibt noch weitere Stimulationsprinzipien, doch keines davon ist so grundlegend. Es ist das ein und dasselbe Prinzip der Neuronen in allen Nervensystemen, die jemals auf unserem Planeten gefunden wurden, und in allen Regionen jedes Nervensystems, das beschrieben worden ist. Tausende von Büchern und wissenschaftlichen Abhandlungen sind geschrieben worden, um dieses natürliche Phänomen zu beschreiben, und Millionen von Experimenten sind durchgeführt worden, um es zu verstehen. Kein Gespräch über Neurowissenschaften kann verstanden werden, wenn man sich nicht auf diese beiden Prinzipien der neuronalen Signalübertragung einigt: (1) Binarität, d.h. ob ein Neuron ein- oder ausgeschaltet ist, und (2) Direktionalität, d.h. die wichtigsten neuronalen Signale verlassen ein Neuron durch einen Ausgang, sein Axon.

Ein Nerv hingegen ist ein Organ. Er besteht aus zahlreichen Zelltypen, die zusammenarbeiten, um einen neuronalen Schaltkreis in Gang zu setzen. Die neuronale Signalübertragung in Nerven erfolgt in der Regel in beide Richtungen eines Nervenstrangs. Die Bündelung der neuronalen Schaltkreise in Nervenbahnen dient einem anatomischen und organisatorischen Zweck. Nerven gehören daher zur festen Verdrahtung des Nervensystems, während sich bestimmte Teile der neuronalen Verdrahtung je nach den Erfahrungen eines Individuums zielgerichtet ausbilden, von denen einige im Laufe des Lebens eines Tieres dynamisch oder plastisch bleiben.

Alle Nerven im menschlichen Körper sind aus medizinischen Gründen benannt, gruppiert und charakterisiert worden. Eines der aktuellen Ziele der Neurowissenschaften ist es, dasselbe mit neuronalen Schaltkreisen und Zelltypen zu tun, insbesondere mit denen des Gehirns. Die Gesamtheit der funktionellen neuronalen Schaltkreise in einem Gehirn wird als Konnektom bezeichnet und könnte die Grundlage aller Erinnerungen, des Charakters und der Persönlichkeit eines jeden Menschen darstellen.

### **Boten und Unterstützer.**

Die neurozentrische Sichtweise der klassischen Neuro(!)wissenschaft wurde von fortschrittlichen wissenschaftlichen Denkern energisch in Frage gestellt, beispielsweise von Fields RD, der das System der Gliazellen im Nervensystem als "Das andere Gehirn" bezeichnete. Wie bei den Neuronen gibt es zahlreiche Arten von Gliazellen ( $\gamma\lambda\alpha$ , Glia, griechisch; Leim). Sie halten das chemische und ernährungsphysiologische Gleichgewicht im Gehirn aufrecht, optimieren die elektrische Übertragung neuronaler Signale durch die Isolierung ihrer Leiter und