

Gehirn und Geist

Dokumentenstatus:	Provisorisch
Autor:	Paul A. Truttmann, 1. Version 2019
Quellen:	Edelmann, Tononi: <i>gehirn und geist</i> . c.h.beck, München 2002 Damasio: <i>Selbst ist der Mensch</i> . Pantheon, München, 2013. Lyre Holger: <i>Informationstheorie</i> , UTB, München 2002. Metzinger Thomas: <i>Bewusstsein. Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie</i> . Schöningh, Paderborn 1995. Metzinger Thomas: <i>Ego Tunnel. eine neue Philosophie des Selbst: Von der Hirnforschung zur Bewusstseinsethik</i> . Berliner Taschenbuch Verlag, Berlin 2011. Weitere Quellen: Siehe Literaturverzeichnis §7

1 Überblick

1.1 Zusammenfassung

Bewusstseinsphilosophie Beim Themenkreis Gehirn und Geist geht es um die so genannte Bewusstseins-Philosophie. Sie galt lange als dorniger Zweig dieser Wissenschaft, weil der Zusammenhang zwischen geistiger Tätigkeit und Funktionen des Gehirns nicht befriedigend hergestellt werden konnte. Mit den Fortschritten in der Neurologie und den Kognitionswissenschaften in den Neunzigerjahren des letzten Jahrhunderts setzte eine rasante Entwicklung ein, die heute noch andauert. Dabei wurden drei fundamentale Konzepte naturalistisch gefasst:

1. „Emotionen“ als Verbindungen von Körperzuständen mit Sinesindrücken
2. Das "Als-Ob" als Bild der Welt im Hirn
3. Das „Selbst“ als eine Verbindung zwischen der Darstellung des *Körpers* im Hirn und geistigen Prozessen wie „Meinigkeit“ – dem Gefühl, etwas gehöre zu mir.

Der Aufstieg von Gehirnleistungen zu einem Gefühl wie „ich habe dich gern“ ist nicht möglich

Eine naturalistische Bewusstseinsphilosophie sieht sich mit einem schwierigen Problem konfrontiert: Der Mensch mit Körper und Geist ist eines der komplexesten Systeme auf der Welt. Obwohl man die Grundstrukturen des Gehirns und die Funktionen des Nervensystems gut verstehen kann, folgt daraus nicht, dass man ein Gefühl oder einen Gedanken aus diesen Mechanismen voraussagen könnte. Der umgekehrte Weg



ist eher möglich: Man kann bei einem Gefühl oder einem Gedanken die aktivierten Gehirnregionen und die körperlichen Prozesse identifizieren.

Ein komplexes System produziert beim Ablaufen neue Information

Der tiefere Grund für diese Schwierigkeit liegt darin, dass ein komplexes System beim Ablaufen, bei der Entwicklung in der Zeit, *mehr* Information produziert als in den zu Grunde liegenden körperlichen Prozessen vorhanden ist. Ich habe diese Problematik zusammen mit meinen Freund Donat Adams im Buch „Künstliche Künstler“ dargestellt und begründet.

Fortschritt wegen leistungsfähigeren Computern

Ab Mitte der Achtzigerjahre des letzten Jahrhunderts erzielten die Naturwissenschaften erste Resultate mit komplexen Systemen. Dies war möglich, weil man das Ablaufen des Systems auf Computern simulieren konnte. Z.B. wurden die Vorhersagen für das Wetter sehr viel präziser, weil man die Wetterentwicklung auf einem Rechner nachbildete, indem man buchstäblich Sekunde für Sekunde einen neuen Zustand auf ihm modulierte.

Beim Menschen wohl noch länger nicht möglich

Beim Menschen wird das Simulieren noch längere Zeit nicht befriedigend möglich sein, weil einerseits das Gehirn ausserordentlich vielfältig ist und andererseits, weil man auch den Körper mit all seinen Zellen auf einem Computer nachbilden müsste.

Ziel dieses Textes

Wir stehen aber am Anfang einer faszinierenden Bewegung. Dieser Text dient dazu, deren Grundlagen etwas zu verstehen. Zudem bietet er eine Anleitung, wie man einige der wesentlichen Quellen dieses Aufbruches in eine neue Zeit bewältigen könnte.

1.2 Leseanleitung

Als Leseanleitung könnte man folgendermassen ins Thema einsteigen: Edelman und Tononi sind einfacher als Damasio. Allerdings ist ihr Aufbau undurchsichtig und von vielen Wiederholungen durchsetzt.

- a) Das Problem des Bewusstseins: Philosophisch, neurologisch, geschichtlich. Beginnen mit Edelman: Kap. 1 und ev. Kap. 2 dann Damasio: „Erwachen“ S. 18-24
- b) Damasio ist gut in Hinblick auf den Begriff der Gefühle
 - I. Pelikan-Beispiel S. 20
 - II. anatomische Strukturen S. 257
 - III. Qualia I und Qualia II S. 268 - 272



Inhalt

1	Überblick.....	1
1.1	Zusammenfassung	1
1.2	Leseanleitung.....	2
2	Neurologie	5
2.1	Neurologische Grundlagen und Evolution ..	5
2.1.1	Neurologische Strukturen.....	5
2.1.2	Neurologische Strukturen.....	6
2.1.3	Neurologische Strukturen.....	8
2.2	Bewusstsein als übergreifender Prozess.....	9
2.2.1	Bewusstsein ist kein gewöhnlicher geistiger Prozess.....	9
2.3	Strukturen des Geistes	9
2.3.1	Lokale Karten.....	9
2.4	Funktionen des Geistes.....	11
2.4.1	Kategorisierung der Wahrnehmung.....	11
2.4.2	Selektion und Gedächtnis: Emotionales System	12
2.4.1	Höheres Bewusstsein.....	13
2.4.2	Primäres Bewusstsein.....	13
3	Emotionen.....	14
3.1	Beispiele.....	14
3.2	Begriffe	14
4	Selbst	17
4.1	Zusammenfassung	17
4.2	Experimentelle Nachweise.....	19
4.2.1	Programm	19
4.2.2	Manipulation des PSM: Illusionäre Körperglieder	19
4.2.3	OBE; Virtueller Ort des Körpers.....	20
4.2.4	Zwischenbilanz	21
4.2.5	Agentivität: Phantomglieder.....	22
4.2.6	Willensfreiheit: fremde Hand	22
4.2.7	Traum.....	23
4.2.8	Autobiografisches Selbst.....	23
4.3	Stufen des Selbst: Damasio	24
4.3.1	3 Stufen	24
5	Wichtige Begriffe und philosophische Fragestellungen.....	25
5.1	Bewusstsein, Definitionen	25
5.1.1	Wortwurzel.....	25
5.1.2	Edelmann.....	25
5.1.3	Bieri.....	26
5.1.4	Metzinger.....	28
5.2	Information und Lernen.....	28



5.2.1	Edelmann: Information, nachrichtentechnisch.....	28
5.2.2	Informationstheorien.....	30
5.3	Das Gehirn arbeitet nicht wie ein Computer	31
5.3.1	Konnektivismus und Symbolismus..	31
5.3.2	Heutige Computer und das Gehirn.	32
5.3.3	Konnektivismus: Paradigma der Neuroinformatik.....	33
5.3.4	Typen neuronaler Netzwerke	35
5.3.5	Prinzipielle Fragen.....	36
5.3.6	Bindungsproblem.....	37
5.4	Qualia.....	38
5.4.1	Gehirn und Geist: Philosophisches Kernproblem	38
5.4.2	Epistemische Asymmetrie: 1. oder 3. Person	39
5.4.3	Intentionalität.....	40
5.4.4	Bewusstsein erfordert ein Selbst....	40
5.4.5	Das Rätsel der Qualia.....	41
5.5	Komplexe Systeme	43
5.5.1	Wann kann sich ein solches System "entwickeln"? D.h. seine Entropie verringern?	43
5.6	Kritik traditioneller philosophischer Schulen	43
6	Grafiken	45
6.1	Selbst nach Damasio	45
7	Literaturverzeichnis.....	50

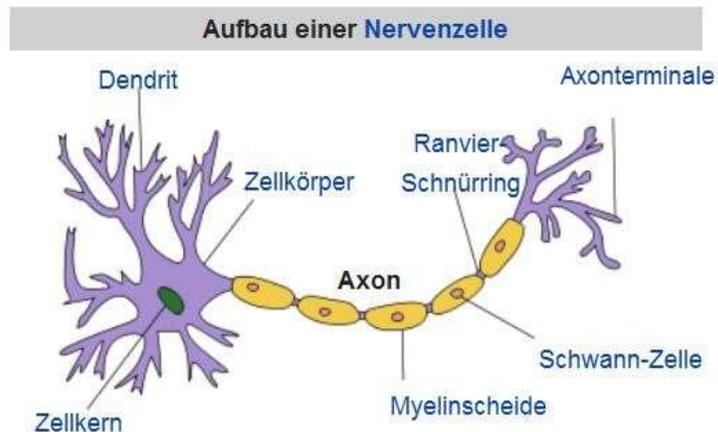


2 Neurologie

2.1 Neurologische Grundlagen und Evolution

Holger Lyre

Der Physiker und theoretische Philosoph Holger Lyre stellt die Grundprinzipien der neurologischen Verarbeitung viel systematischer dar als Edelman oder Damasio. Ich halte mich deshalb an seine Darstellung im Buch "Informationstheorie".¹



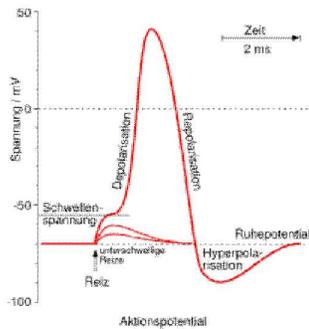
2.1.1 Neurologische Strukturen

Ebene 1: Neuronen und Synapsen

Auf der untersten Ebene basiert das Gehirn auf Nervenzellen (Neuronen). Ihre Zuleitungen sind die so genannten Dendriten, ihre Wegleitungen sind die so genannten Axonen. Axonen können Verbindungen zu anderen Nervenzellen (NZ) oder zu Dendriten machen (Synapsen). Es gibt 86 Milliarden Gehirnzellen (ca. 10^{11}). Sie können eine bis 200'000 Synapsen bilden. Damit haben wir ein Netzwerk mit 10^{14} - 10^{15} Kontaktstellen. Zum Vergleich: Das Universum hat ein Alter von 10^{16} Sekunden!! Die Signalübertragung durch das Axon ist elektrisch: Das Axon ist im Ruhezustand aussen positiv und innen negativ geladen. Wenn es leitet, fallen positive Ladungen durch Kanäle ins Innere und die Spannung wird innen für kurze Zeit positiv: Aktionspotential.

¹ Vgl. Lyre 2002, S. 131 - S. 136.





Das Öffnen der Kanäle beginnt beim Axonenhügel, unmittelbar bei der Nervenzelle, und pflanzt sich längs des Axons fort: damit kann das Aktionspotential wandern. Die Signalübertragung an der Synapse erfolgt entweder direkt elektrisch durch Kanäle, die geöffnet werden oder durch Botenstoffe (Neurotransmitter), die von der Synapsenwand losgelöst werden und auf der benachbarten Nervenzelle oder einem Dendriten andocken und so die Kanäle öffnen, so dass Ladung in die NZ fließen kann. Ob der Axonenhügel ein Aktionspotential auslöst, ist bei jeder NZ unterschiedlich: Manche NZ brauchen sehr viel Ladung, andere sehr wenig.

Ebene 2: Neuronale Kerne und Karten

Die nächst höhere Ebene über den Synapsen und NZ bilden so genannte Kerne oder Neuronenfelder: Es sind NZ, die miteinander verknüpft sind und so genannte Karten bilden.

Ebene 3: höhere kortikale Areale

Von den Neuronenfeldern oder Kernen führen Verbindungen zu den höheren Grosshirnarealen und zurück zu anderen Kernen, die für andere Funktionen zuständig sind. Z.B. von den Seh-Kernen zu den Kernen für die Steuerung der Bewegungen.

2.1.2 Neurologische Strukturen

Ebene 1: Variable Synapsenstärke

Die Stärke der synaptischen Verbindung ist *variabel*. Wenn eine Verbindung oft gebraucht wird, dann leitet sie schneller. Zudem kann die synaptische Verbindung durch Botenstoffe verbessert oder gehindert werden. Diese Funktion wird als Hebb'sche Regel bezeichnet und ist eine der wichtigsten Einsichten der Neurologie.²

Wie das Gehirn auf der Ebene 1 und 2 funktioniert, wollen wir an einem Beispiel erläutern. Die Funktion auf der Ebene 3 wird dann im folgenden Abschnitt unter 'Bewusstsein' erläutert.

Beispiel Bildverarbeitung

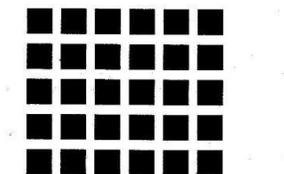


Abbildung 4.1: Die rezeptiven Felder der Retina erzeugen den Eindruck grauer Schattierungen in den Kreuzungspunkten des Quadratmusters.

Als Beispiel soll die neuronale Bildverarbeitung dienen. Auf der Netzhaut werden vom Licht die Stäbchen (s/w: 130 Mio.) und die Zäpfchen (Farbe: 6 Mio.) aufgespalten, so dass Ladung entsteht. Dies ist die Funktion des Sinnesorgans. Diese Ladung (Information) wird auf so genannte Ganglienzellen geleitet, deren Axone den Sehnerv bilden. Sie bilden die unterste Ebene der Nervenzellen. Schon die Netzhaut filtert die Information sehr selektiv und fügt sogar Dinge hinzu, wie das nebenstehende Bild mit seinen grauen Punkten verrät: Die Netzhaut zeigt einen Mechanismus, der für die neuronale

² Vgl. Lyre 2002. S. 133-134.



Verarbeitung essentiell ist: Sie arbeitet nicht objektiv, sondern sie konstruiert und ergänzt: Z.B. wird die Stelle, wo der Sehnerv aus der Netzhaut austritt, nicht als schwarzer Fleck gesehen: Das Loch wird durch die umliegende Information ergänzt und das Loch damit überdeckt.

Ebene 2: Karten

Der Sehnerv führt über die seitlichen Kniehöcker als Schaltstationen in die primäre Sehrinde V1. Sie dient als Eingangsareal zum Grosshirn (Cortex). Diese Sehrinde befindet sich in beiden Hirnhälften und hat eine geschichtete Struktur. In ihr ist die Information noch so abgebildet, wie sie auf die Netzhaut auftraf: benachbarte Zellen in der Netzhaut entsprechen benachbarten Zellen in der V1. Die beiden Augen sind überkreuzt in den beiden V1 der beiden Hirnhälften abgebildet.

Zellen mit spezifischem Antwortverhalten: Merkmale



Die V1 ist sehr gut untersucht: Man findet in ihr Zellen, die aktiv sind, wenn im Sehfeld z.B. ein Kantensprung auftritt. Ebenso gibt es Zellen für die Kantenorientierung oder ein räumlich wiederkehrendes Muster. Diese verschiedenen Merkmale in der primären Sehrinde bezeichnet man als neuronale Skizze. Wichtig: Es sind nur einzelne Merkmale abgebildet.

Betrachten wir z.B. eine Tasse auf dem Tisch: In der Sehrinde gibt es kein verpixeltes Bild dieser Tasse. Sondern es gibt Kanten, die sich gegen den Hintergrund abheben (1). Es gibt die Orientierung von Kanten und es gibt die Information, dass ein Muster sich ständig wiederholt. Bei 2) z.B. werden folgende Merkmalszellen aktiviert: Kante mit Orientierung, Wiederholung eines Musters, Orientierung ändert.

Ebene 3: Merkmale verdrahten

In den höheren Cortex-Arealen werden die Merkmale der Tasse miteinander verdrahtet. Z.B. entstehen so die geometrischen Figuren von Kreis, Ellipse etc. Ebenso wird auf der höheren Ebene die Farbe bearbeitet. Die Tasse besteht also aus einer Menge von Merkmalen, die wie beim Assoziationspeicher miteinander verdrahtet sind. Lyre nennt dies 'sub-symbolisches Datenformat'. Es gibt also kein Neuron, das die Tasse repräsentiert (Kein Grossmutter-Neuron). Diese geometrischen Merkmale werden wahrscheinlich mit weiteren Merkmalen, die nicht aus der Sehrinden stammen, z.B. aus den Muskeln beim Greifen der Tasse, verknüpft. Damit ist das Muster "Tasse" gelernt. Wenn das nächste Mal eine Tasse gesehen wird, sind viele Verdrahtungen der Merkmale schon da und können problemlos wieder gebraucht werden; Das Hirn "erinnert" sich an die Tasse. Die Erinnerung ist also eine Verdrahtung! Für die neue Tasse müssen nur noch wenige neue



Verdrahtungen erstellt werden. Das Hirn arbeitet als Assoziationsspeicher und ist fähig, fehlende Eigenschaften zu ersetzen³.

2.1.3 Neurologische Strukturen

Genetischer Code ist unzureichend: Selbstorganisation nötig

Der genetische Code hat etwa 10^8 Bits und er reicht nicht aus, um z.B. das Wachstum des Sehnervs von der Netzhaut ins Gehirn zu steuern. Dieser Sehnerv allein enthält 10^8 Nervenbahnen (Axonen), die alle am richtigen Ort im Hirn ankommen müssen, sonst wird die Info von der Netzhaut zerstört.⁴ Aus den Arbeiten zur so genannten Chaostheorie wissen wir, dass es Systeme gibt, die auf Grund einer einfachen Regel sehr viel Information und damit sehr komplexe Strukturen erzeugen können: Mandelbrot-Menge, Populations-Formel, Aktivator und Inhibitor-Formel von Gierer-Meinhardt. Dieses letztere Modell kann z.B. die Knospenbildung beim Wachstum eines Astes, oder die Pigmentierung sehr gut erzeugen.

Zur dieser so genannten Selbstorganisation gehören Modelle, die fähig sind, Muster zu bilden. Sie bestehen aus einer Wachstumsregel und einem Aktivator und einem Inhibitor und werden Reaktions-Diffusions-Systeme genannt. Mathematisch können sie mit Differentialgleichungen beschrieben werden.

Wachsen des Sehnervs: aktivitätsgetrieben.

Der Sehnerv wächst im Embryonalstadium von der Netzhaut ins Gehirn. Als Wachstumsregel gilt: gleichzeitige Erregung benachbarter Zellen auf der Netzhaut verstärkt die Verbindung der Nervenzellen, die im Zielgebiet nebeneinander liegen und behindert Verbindungen die weit auseinander liegen. Schon im Fötus werden auf der Netzhaut künstliche Flecken erzeugt, um diese Organisation des Sehnervs und des Gehirns aufzubauen. Nach der Geburt muss die Netzhaut mit Aussenreizen angeregt werden. Katzen, die z.B. im Dunkeln aufwachsen oder nur umgeben sind von vertikalen Strukturen lernen nie mehr richtig sehen.

Wahrnehmung und Bewegung sind nötig zum Hirnaufbau: Reafferenz-Prinzip

Ein weiteres wichtiges Prinzip zum Aufbau einer Hirnstruktur wird Reafferenzprinzip genannt. Afferenz ist sensorische Aktivität, Efferenz ist motorische Aktivität. Diese beiden Aktivitäten müssen miteinander wechselwirken, sonst baut das Ge-

³ Sieh unter § 5.3.3 zum Begriff des Assoziationsspeichers und dessen Funktionen

⁴ Vgl. Lyre 2002, S. 137.



hirn die besprochenen Strukturen nicht auf. Z.B. wenn jemand eine Prismenbrille aufgesetzt bekommt, erscheint zuerst alles auf dem Kopf, das Hirn stellt aber nach einer gewissen Zeit das Bild wieder 'auf die Beine'. Setzt die Versuchsperson die Brille ab, dann steht alles auf dem Kopf und normalisiert sich erst nach ca. 1-2 Stunden. Wenn sich jemand mit einer Prismenbrille aber nicht bewegt, dann kehrt das Hirn das Bild nicht um. Damit das Hirn also wieder ein richtiges Bild der Umwelt erzeugen kann, braucht es die motorische Bewegung des Körpers, die ihm eine Rückmeldung über den richtigen Aufbau des gesehenen Bildes erlaubt.

Von der Wachstum- zur Lernregel

Im ausgewachsenen Gehirn geht die Wachstumsregel in eine Lernregel über, weil dann vor allem die Synapsenstärken verändert werden.

2.2 Bewusstsein als übergreifender Prozess

2.2.1 Bewusstsein ist kein gewöhnlicher geistiger Prozess

Für dieses Konzept ist Edelman besser geeignet als Damasio. Die Aspekte sind:

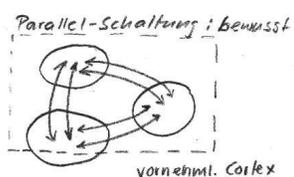
- Kein "teilbarer" Prozess
- Entscheid in 1/100 Millisekunde: (Edelman, S.40)
- Aus unglaublicher Menge einen bestimmten Bewusstseinszustand ausdifferenzieren: z.B. die "1". Bewusstsein kam evolutionär vor der Logik.
- Bewusstsein ist kein Computer

Beispiele:

- Leuchtdiode: (Edelman S. 51, S. 31)
- Ziffer 1: (Edelman, S. 50)
- oder ein Wort aus 10'000 von Wörtern.
- Beispiel der Farbwahrnehmung:

2.3 Strukturen des Geistes

2.3.1 Lokale Karten

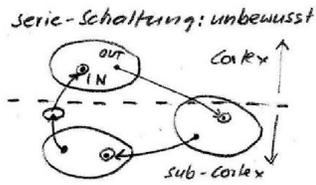


Begriff: 'Dynamisches Kerngefüge'; Ebene 3, (Edelman, S. 245 und S. 251, Kap. 14)

- a) Input und Output an gleicher Stelle
- b) Parallele Verknüpfung mit Vor- und Rückleitung
- c) Ständig aktiviert im Wachzustand
- d) Reentrant: Nach Schlaf setzt Prozess am gleichen Ort wieder ein.
- e) Voneinander abhängige Kerne



- f) Alles oder Nichts. Anregung stört den Aktivierungszustand.
 1. Nur *ein einziger* Zustand, keine parallelen Handlungen => hoch integriert über grosse Bereiche des Kortex. Grundvoraussetzung für höhere Bewusstheit



Begriff: 'Kortikal-Subkortikale Schleife': Ebene 2 und Ebene 3

- Output und Input nicht an gleicher Stelle
- Unidirektional; nur in eine Richtung
- Abbruch nach dem Feuern: Ruhezustand = keine Aktivität
- Nur eine gerichtete Verbindung (keine Parallelität, keine Redundanz)
- Voneinander unabhängig
- Parallele Handlungen sind möglich
- => Prozess kann sich lokal abspielen, muss nicht Kontakt zum dynamischen Kerngefüge haben. Kann nicht bewusst werden.

Lernen führt zu 'Degeneriertheit'

Z.B. Schalten beim Lernen, Auto zu fahren: Lernen beginnt mit einem Prozess, an dem das dynamische Kerngefüge, aber auch die subkortikalen Bereiche teilhaben. Mit der Automatisierung wird ein zunehmend kleineres Areal aktiviert. Die eingeübte Handlung beansprucht nur noch wenige Hirnareale. Auch wenn das Einüben anfänglich bewusst war, wird die Handlung jetzt unbewusst. Aber auch Sprechen oder Schreiben mit automatischer Wortfindung funktionieren so. Zur so genannten Degeneriertheit gehört ebenso, dass im Geist viele Möglichkeiten vorhanden sind, die nicht notwendigerweise gleich strukturiert sind, die aber den gleichen Output liefern. Man findet sie auf verschiedenen Organisationsniveaux: Gene, Immunsystem, Gehirn und schliesslich Evolution (Edelmann, S. 120).

Selbst

Ein Bewusstseinsprozess braucht einen Beobachter, einen Protagonisten. Edelmann und Tononi sind hier ziemlich unklar und sagen, das Selbst würde durch Verknüpfungen mit Sprach- und Begriffszentren gebildet (Edelmann, S. 140,151) und es würde für ein höheres Bewusstsein gebraucht. Damasio und Metzinger⁵ sind bei diesem Begriff genauer. Siehe unter § 6, die Grafik mit

- Proto-Selbst
- Kern-Selbst
- Autobiografisches Selbst.

Nur das autobiografische Selbst führt zu Bewusstsein höherer Ordnung.

⁵ Metzinger 2011, S. 150-156.



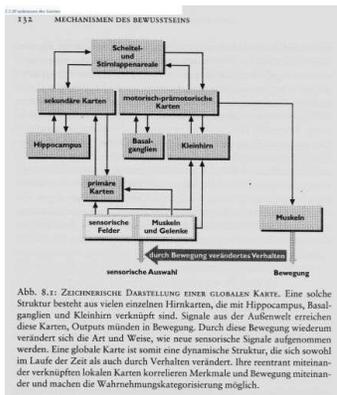
2.4 Funktionen des Geistes

Beispiel: Leopard auf Lauer

Als Beispiel diene ein Tier in einem Savannenwald, das einen Leopard sieht. Der Leopard geht vorsichtig und langsam zwischen den Bäumen und Sträuchern und legt sich dann auf die Lauer. Nach einiger Zeit erscheint ein Zebra, das in seine Richtung geht. Man könnte die Szene mit einer digitalen Videokamera aufnehmen, auf einem Computer speichern und dann ablaufen lassen.

2.4.1 Kategorisierung der Wahrnehmung

Nur Muster speichern



Das Gehirn speichert die Szene nicht wie eine Videokamera. Es identifiziert die einzelnen Grün- und Brauntöne und ist fähig, aus den Szenen verschiedene Muster zu extrahieren und sie abzulegen: Ortsfeste Dinge wie einen Strauch in der Nähe, einen Stein weiter entfernt usw. und bewegliche Dinge wie einen Leopard hinter einem Baumstamm. Dieses Zuordnen von einzelnen Bildelementen zu bereits bekannten Mustern erfordert sehr viele Zentren des Hirns, weil nicht bloss die Eindrücke auf der Netzhaut verarbeitet werden, sondern auch alle Bewegungen, Gerüche, und insbesondere die eigenen Körperzustände. Z.B. muss die Bewegung der Blätter von der Bewegung des Tieres unterschieden werden können. Dazu werden Verbindungen zum Kleinhirn hergestellt, das die Bewegungen unseres Körpers steuert. Damit kann z.B. darauf zurückgegriffen werden, dass wir uns vielleicht etwas zu Seite lehnen, um besser sehen zu können. Zudem muss die Koordination unserer Augen einbezogen werden, weil nur so die Distanz genau geschätzt werden kann.

Dieses Zuordnen nennt man Kategorisieren und es ist eine fundamentale Funktion des Geistes (auch schon von Reptilien). Edelman (Kap. 8) nennt solche weitreichenden Prozesse über das ganze Hirn 'globale Karten'. Der Prozess umfasst aber nicht nur Hirnareale mit Karten.

Reentrante Verbindung

Die Fähigkeit zur Kategorisierung beruht auf der so genannten reentranten Verknüpfung.

Kohärente Szene

Obwohl ganz viele Hirnareale, die ganz viele Muster enthalten, in die Verarbeitung einbezogen sind, entsteht nur *ein* Geisteszustand: Er ist nicht aufgeteilt, sondern wird als Ganzes, kohärent, wahrgenommen.

Bewusst/unbewusst?

Eine solche kategorisierte Szene kann ins höhere Bewusstsein aufgenommen werden, muss aber nicht.



Kein Homunkulus

Wenn der Computer von der aufgenommenen Bildszene einen kleinen Bericht schreiben müsste, dann könnte er das nicht. Das kann nur ein menschlicher Beobachter. Im Hirn gibt es keinen solchen Beobachter, (Homunkulus, kleiner Mensch) der die Szene beobachtet und interpretiert. Sonst müsste dieser Homunkulus wieder einen Klein-Homunkulus enthalten usw.

Bedeutung

2.4.2 Selektion und Gedächtnis: Emotionales System

Nehmen wir an, ein Elefant und ein Safari-Tourist beobachten die gleiche Szene: Für den Touristen ist der Leopard sehr wichtig, weil man vielleicht während Stunden nach ihm gesucht hat. Die Bäume und Sträucher lässt er vollständig weg. Für den Elefanten als Vegetarier sind nur die Sträucher und Bäume wichtig, ihn interessiert der Leopard nicht. Wie wird also der kategorisierten Szene eine Bedeutung verliehen?

Damasio: Emotionen

Bei diesem Gedanken verstehe ich Damasio viel besser als Edelman: Bei Damasio werden Bewertungen durch die Verbindung einer kategorisierten Wahrnehmung mit einer Emotion hergestellt. Emotionen sind Vorstellungsinhalte, die mit einem Körperzustand verbunden sind. Dies beschreibt Damasio in seinem wegweisenden Buch 'Descartes Irrtum'.

Edelman: Diffuse Projektionen somatische Selektion

Bei Edelman ist mir der Gedankengang nicht ganz durchsichtig. Er sagt zuerst: Es gibt eine grosse Variabilität von Mustern, die zum gleichen Output führen. Deshalb muss ein Muster durch einen Selektionsprozess gewählt werden. Die Wahl erfolgt durch Kerne, die diffus projizieren. D.h. sie schütten Botenstoffe aus, die die Synapsenstärke beeinflussen und damit ein Muster bevorzugen können, da seine Synapsen stärker sind: somatische Selektion.

Selektion

Selektion ist ein Lieblingsgedanke von Edelman und Tononi (S. 116). Sie unterscheiden drei Formen:

1. Entwicklungsselektion
2. Erfahrungselektion
3. Reentry

Variabilität und Entwicklungsselektion

In einem sehr frühen Embryonalstadium beginnen Neuronen Milliarden von Verknüpfungen zu bilden. Damit besteht ein riesiges Netz von neuronalen Verknüpfungen, aus dem ausgewählt werden muss. *Was jetzt selektiert ist mir unklar.*



Erfahrungsselektion

In der Individualentwicklung wählt der Bewertungsprozess gewisse neuronale Muster aus, weil sie mit diffusen Projektionen gekoppelt sind, die die Synapsenstärke beeinflussen. *Ist das das Gleiche wie somatische Selektion?*

Reentry

Reentry beschreibt die funktionale Verknüpfung in den vielen Kernen des Kortex, die zum dynamischen Kerngefüge gehören. Dies ist auch ein Lieblingskonzept von Edelman und Tononi.

2.4.1 Höheres Bewusstsein

Höheres Bewusstsein: reflektives Denken

Edelman und Tononi unterscheiden zwei Ebenen des Bewusstseins: Das primäre und das höhere (Edelman S. 143). Da so genannte höhere Bewusstsein entspricht dem, was der Volksmund unter 'Bewusstsein' versteht: Sich etwas vorstellen zu können und fähig sein, darüber nachzudenken und zu berichten.

2.4.2 Primäres Bewusstsein

Primäres Bewusstsein

Hat ein Tier auch ein Bewusstsein? Wir wissen, dass sie ganz gezielt auf eine wahrgenommene Situation reagieren können. Edelman und Tononi führen deshalb den Begriff des 'primären Bewusstseins' ein, der die Fähigkeit bezeichnet, ein geistiges Szenario entstehen zu lassen, in dem eine grosse Anzahl von Einzelinformationen vereinigt werden, so dass ein gezielte Handlung folgen kann.



3 Emotionen

3.1 Beispiele

- Leuchtdiode: (Edelmann S. 51, S. 31)
- Ziffer '1': (Edelmann, S. 50)
- ein Wort aus 10'000 von Wörtern auswählen
- Beispiel der Farbwahrnehmung: (Edelmann, S. 218 ff); gut für Qualia zusätzlich zu Karten

3.2 Begriffe

neuronales Muster » Bild » Karte

Repräsentation der momentanen, inneren und äusseren Signalen (z.B. Sinneswahrnehmungen, körperinterne Empfindungen, Erinnerungen) durch die Aktivität von Nervenzellen (Edelmann, S. 78). Manche neuronalen Muster sind gleichzeitig geistige Bilder; diese können bewusst werden oder auch nicht.

Geist

Die Trennung Körper – Geist ist nicht mehr aufrechtzuerhalten (ebd., S. 27 – 28).

Homöostase

Lebenssteuerung von einzelnen Zellen und Organismen mit dem Ziel des bestmöglichen (Über-)lebens (Edelmann, S. 37)

Gefühle

Es sind spontan gefühlte bzw. erlebte Bilder (« Wahrnehmungskarten) (Edelmann, S. 88). Sie sind zusammengesetzte neuronale Zustände – insbesondere deren geistige Aspekte (Edelmann, S. 110) ursprüngliches Gefühl spontanes Spiegelbild des momentanen inneren Zustands unseres Körpers (Edelmann, S. 113).

Emotionen

Sind komplexe, automatische Programme für Handlungen, die vor allem im Körper ablaufen: Gesichtsausdruck, Körperhaltung, Änderungen in inneren Organen, dem inneren Milieu (z.B. Angst Wut Trauer Ekel Glück Überraschung) (Edelmann, S. 122) Gefühle von Emotionen. Wahrnehmungen, was im Körper während Emotionen abläuft, werden in Form von Gehirnkarten repräsentiert (Edelmann, S. 122) oder: Wahrnehmung unseres körperlichen Zustands während eines Emotionszustands (Edelmann, S. 129).

Erinnerung

Erinnerung entsteht, wenn Dispositionen einen Prozess der Reaktivierung und der Zusammensetzung von Aspekten früherer Wahrnehmungen lenken (Edelmann, S. 154).

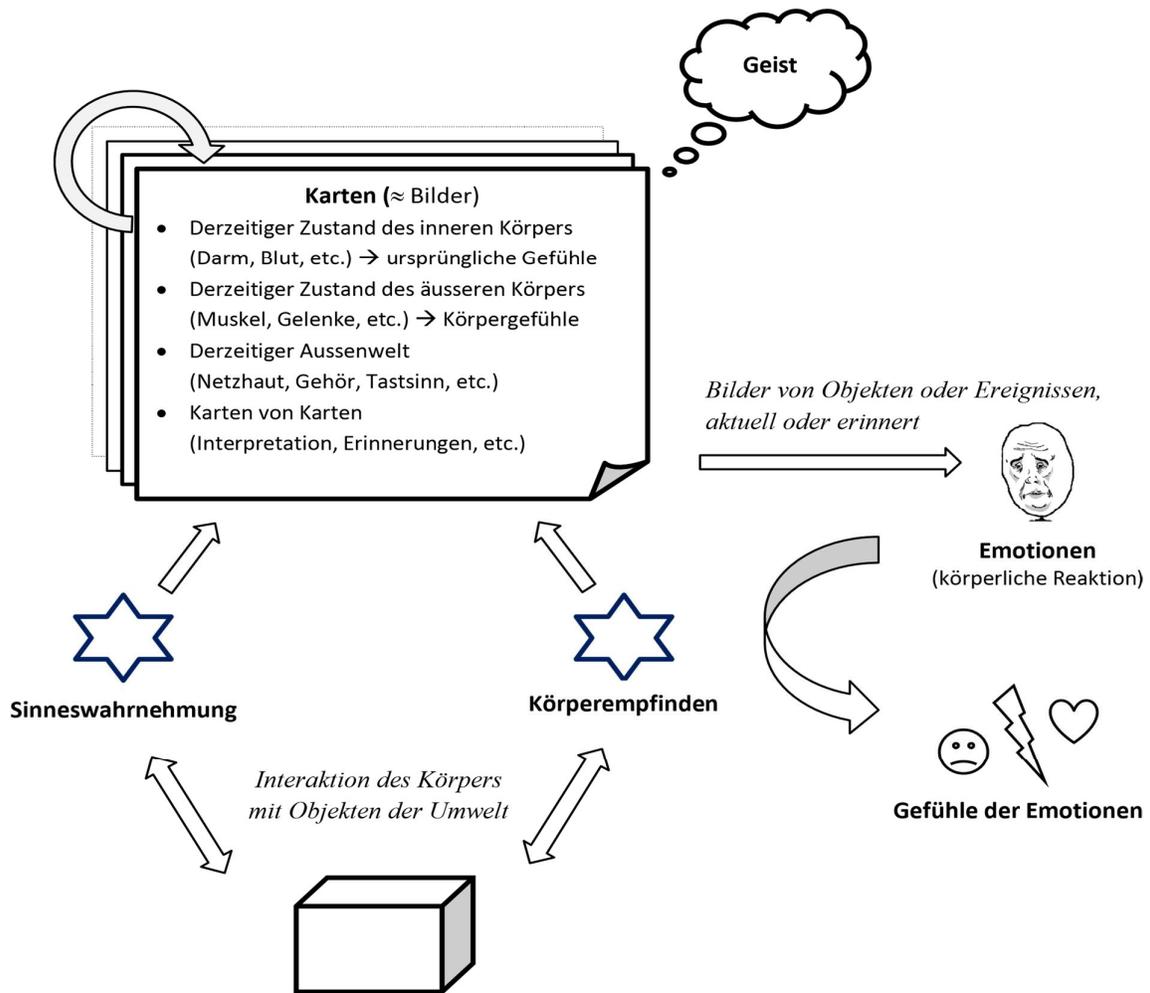


Disposition

Formelhafte Reaktion auf äussere Wahrnehmungen (Edelmann, S. 147).



Der Körper im Geist



13



4 Selbst

4.1 Zusammenfassung

Protagonist nötig

Es braucht jemanden, der bewusste Zustände als seine eigenen Zustände erlebt. Man könnte ihn einen Protagonisten nennen.

Viele Bezeichnungen

Man nennt diesen Protagonisten auch das Selbst, das Ich, das Ego, das Erleben in der ersten Person, das phänomenale Erleben ...

Damasio: Selbst besteht notwendigerweise aus einem mentalen Zustand und einem Körperzustand

Damasio und Metzinger sind sich einig: Das Selbst besteht aus zwei Teilen:

- Einem mentalen Zustand
- Einem körperlichen Zustand

Der körperliche Zustand kann ein innerer Zustand sein, der durch Propriozeption wahrgenommen wird, oder er kann ein Zustand eines Portals (Sinnesorgans) sein, das einen äusseren Zustand abbildet.

PSM

Etwas ist ganz wichtig und wird von Metzinger mit aller Klarheit hervorgehoben: im Geist ist der Körper abgebildet. Es existiert von ihm ein mentales Bild: das Phänomenologische-Selbst-Modell (PSM). Im Geist wird also nicht nur die Aussenwelt abgebildet, sondern auch der eigene Körper!

Aspekte des PSM: Meinigkeit, Agentivität, Ort im Raum

Das Körperbild hat vier wesentliche Eigenschaften:

- Meinigkeit (es ist mein Körper, nicht der eines anderen)
- Er befindet sich in einem Ort im Raum
- Er befindet sich im Jetzt, in der physiologischen Gegenwart
- Agentivität (Ich habe Einfluss auf ihn, kann ihn (vor allem motorisch) steuern)

"Als ob..."

Metzinger legt nun sehr grossen Wert darauf, dass unser Geist den Körper und die Welt darum herum simuliert. Wir leben so, "als ob" die Welt so wäre wie sie in unserem Geiste abgebildet ist. Dabei ist diese Simulation nicht passiv, nur als Repräsentation vorhanden, sondern aktiv. Man sollte wohl eher von einer Emulation des Körpers und der Welt sprechen.

Physiologische Gegenwart

Diese "als ob" Simulation kann entweder "Online" oder "Offline" erfolgen. Spielt sie sich online ab, dann läuft sie in der Gegenwart ab. D.h. sie spielt in dem etwa 03. sec. langen Zeitfenster der physiologischen Gegenwart. Edelman spricht auch vom 'erinnerter Gegenwart' oder Metzinger beruft sich



auf Lamme und Dehaene⁶ die den Prozess der rekurrenten Verbindungen entdeckten: Dieser speist mit geringer Zeitverzögerung das gleiche Netzhautbild wieder in den visuellen Kreislauf ein. Damit entsteht ein Kontext mit der unmittelbar zurückliegenden Vergangenheit. Ein solcher rekurrenter Prozess dauert etwa so lange an wie eine Sakkade - die kleinen Sprünge des Auges. Sie erfolgen 3 Mal pro Sekunde.

Transparenz: online Simulation

Dem Geist ist diese online - Simulation nicht zugänglich: Sie ist für ihn transparent, sie hebt sich nicht von einem Hintergrund ab. Und deshalb kann er einen mentalen Zustand nicht "als ob" erkennen; er nimmt, als "naiver Realist", ihn als Realität wahr. Die Welt erscheint ihm als real. Metzinger bezieht sich bezeichnenderweise weder auf Vaihinger noch auf Adler. Diese beiden haben das Gleiche schon vor 100 Jahren gesagt. Es ist dieses "Als-Ob", das Metzinger zur Provokation verleitet: "Unser Selbst existiert gar nicht".⁷

Opazität und offline Simulation

Bei mentalen Zuständen aus der Vergangenheit, die die Grundlage von Simulationen der Zukunft, der Voraussage, des möglichen Handelns usw. bilden, darf der geistige Zustand nicht transparent sein. Der Mensch muss wissen, dass der geistige Zustand aus der Vergangenheit stammt und bloss virtuell ist. Hier kann der Geist erkennen, dass der Zustand ein "als ob"-Zustand ist. Der mentale Zustand wird opaque; er hebt sich vom Hintergrund ab. Diese Offline-Simulation ist der entscheidende evolutionäre Vorteil eines Wesens mit reflexivem Bewusstsein, mit einem 'autobiografischen Selbst'. Dieses autobiografische Selbst muss sich also auf eine Metaebene von mentalen Zuständen stützen können: auf Karten von Karten, die unter anderem angeben, dass dieser mentale Zustand eine Simulation ist. Beim Lesen dieser Meta-Karten handelt es sich um "denken". Im Traum ist diese Opazität nicht gegeben und wir denken, wir seien tatsächlich in der Kindheit, wenn ein Erinnerungsbild aus frühen Jahren aufscheint.

Selbst, Erleben in der ersten Person, Meinigkeit

Meinigkeit entsteht, wenn der Körper-Zustand oder der Zustand seiner Steuerorgane im Hirn mit dem Phänomenologischen-Selbst - Modell übereinstimmen. Grob gesagt, der Körper muss mit seinem Abbild oder die Sinneswahrnehmung muss mit dem "Als Ob" übereinstimmen. Dann habe ich das Gefühl: *ich* höre den Vogel singen, *ich* gehe im Wald spazieren, *ich* lebe ...

⁶ Metzinger 2011, S.53.

⁷ Metzinger 2011, Vorspann: Erster Satz.



4.2 Experimentelle Nachweise

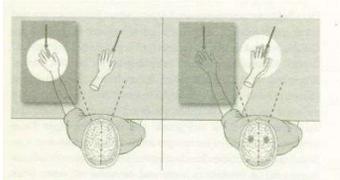
4.2.1 Programm

Wenn wir nun daran gehen, das Selbst als Objekt erforschen zu wollen, dann müssen wir feststellen, welche der Eigenschaften für ein Selbst essentiell sind und welche nur eine höhere Form darstellen oder peripher sind. Oder anders gesagt: Wann bleibt das Selbst erhalten und wann dissoziiert es oder spaltet es sich auf? Es wird sich zeigen: Die Meinigkeit ist essentiell, die Agentivität nicht und der Ort im Raum lässt das Selbst wackeln, wenn er nicht dupliziert wird und nicht mit der Meinigkeit übereinstimmt.

Es gibt 6 wesentliche Testfelder:

- 1) Illusionäre Körperglieder (Gummihand, Werkzeuge)
- 2) Ausserkörperliche Erfahrungen (OBE: Out of Body Experience)
- 3) Virtueller Ort des Körpers (Metzinger, S.141)
- 4) Phantomglieder
- 5) Fremde Hand (Metzinger, S.171)
- 6) Traum

4.2.2 Manipulation des PSM: Illusionäre Körperglieder



Zuerst könnte man versuchen das PSM zu manipulieren. Dies kann man mit so genannten virtuellen Körpergliedern tun. Oft erleben Menschen diese Manipulation ihres Phänomenologischen Körper - Modells auch spontan: Profi-Skifahrer spüren eine Verlängerung ihrer Füße bis in die Skispitzen, Handwerker werden eins mit ihrem Werkzeug, Geiger mit ihrem Bogen usw.

Man kann diese Illusion auch mit einer Gummihand erzeugen: Die eigene Hand ist verborgen, die Gummihand ist sichtbar. Nun streichelt die Versuchsleiterin zuerst synchron z.B. den Mittelfinger der realen Hand und den der Gummihand. Nach einer gewissen Zeit (30 s bis einige Minuten) integrieren viele Leute die Gummihand in ihr PSM. Nun kann die VL nur noch den Gummifinger streicheln und der Mensch nimmt es an seinem realen Finger wahr: Die Gummihand wurde in das Körperschema integriert. Er nimmt dann eine Berührung taktil wahr, obwohl er sie nur visuell sieht!⁸

PSM ist transparent

Damit zeigt sich sehr klar, das PSM ist reine Information im Hirn. Diese Information kann offenbar auch manipuliert werden, so dass wir den Eindruck haben unser Körper werde manipuliert! Dieses Körpermodell ist für unseren Geist transpa-

⁸ Vgl. Metzinger 2011, S. 114.



rent: Wir können es nicht als Modell feststellen, sondern verwechseln es mit dem Körper. Auch Affen (Makaken) haben ein solches PM; auch bei ihnen kann man es mit Werkzeugen manipulieren und feststellen, dass im Hirn genau am gleichen Ort Aktivität entsteht wie beim Menschen.⁹

4.2.3 OBE; Virtueller Ort des Körpers

Gilt diese Manipulationsmöglichkeit auch für den ganzen Körper? Ja. Einige Menschen erleben das spontan durch eine so genannte ausserkörperliche Erfahrung. Andere erleben das Austreten aus ihrem Körper im Traum. Man kann diese ausserkörperliche Erfahrung aber durch eine Reizung im Hirn, am rechten Gyrus angularis, hervorrufen.

Virtueller Körper

Bei allen Menschen kann man eine solche ausserkörperliche Erfahrung durch eine virtuelle Realität erzeugen. Man speist vor dem Auge mit einem Head Mounted Display (HMD) ein 3D-Bild des eigenen Körpers von hinten ein, der aber im Raum etwa einen Meter weiter vorne steht. Wenn man nun wieder dem realen Menschen und dem Bild über den Rücken streichelt, beginnt der Mensch (Teilnehmer) sich in das visuelle Bild zu versetzen. Eine blosser Berührung des visuellen Bildes spürt er dann am eigenen Rücken. Er bekommt zudem den starken Drang, sich in sein Körperbild hinein zu bewegen. Wenn man den Teilnehmer mehrmals herumdreht, so dass er räumlich desorientiert ist und ihn dann bittet, den alten Platz einzunehmen, so stellt er sich näher bei seinem virtuellen Körperbild auf.¹⁰

Virtuelles Selbst

Wenn, wie in diesem Fall, die Lokalisierung des Selbst durch den visuellen Sinn nicht mit der Lokalisierung durch den somatosensorischen Sinn (Proprio-perzeption, Wahrnehmung der Stellung aller Glieder) übereinstimmt, kommt das Selbst in Konflikt. Es droht sich zu spalten.

Gleichzeitigkeit

Wichtig ist, dass das virtuelle Körperbild gleichzeitig mit dem eigenen Körper sich bewegt. Wenn er sich zeitlich verzögert bewegt, wird es nicht als eigener Körper erlebt.

Blosser Quader

Wenn das visuelle Körperbild nicht mehr dem Körper gleicht - z.B. weil es bloss ein rechteckiger Block ist - dann wird es von gewöhnlichen Menschen nicht als Selbst erlebt. Bei psychischen Störungen kann aber das Selbst auch in unähnliche Körper hineinprojiziert werden.

⁹ ebd. S. 120.

¹⁰ Vgl. ebd. S. 147.



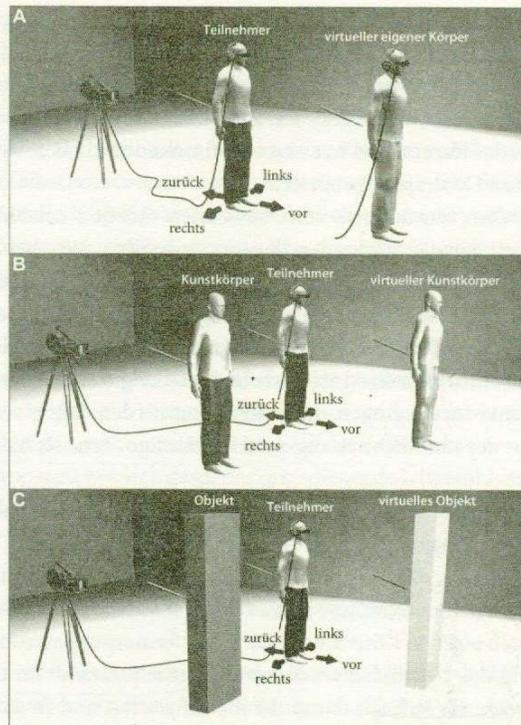


Abb. 12: Die Erzeugung einer Ganzkörper-Variante der Gummihand-Illusion. (A) Der Versuchsteilnehmer (dunkle Hose) sieht durch ein HMD (ein *head-mounted display* ist ein auf dem Kopf getragenes visuelles Ausgabegerät, das am Computer erzeugte Bilder auf einem augennahen Bildschirm darstellt oder sogar direkt auf die Netzhaut projiziert) seinen eigenen virtuellen Körper (hellere Hose) in einer dreidimensionalen Darstellung, als ob dieser zwei Meter vor ihm steht und synchron oder asynchron am Rücken des Teilnehmers gestreichelt wird. Bei anderen Versuchsbedingungen sieht der Teilnehmer entweder (B) einen virtuellen künstlichen Körper (nämlich den Rücken einer Schaufersterpuppe; helle Hose) oder (C) ein virtuelles nichtbiologisches Objekt, das keinerlei Ähnlichkeit mit einem menschlichen Körper hat, welches aber ebenfalls synchron oder asynchron an der Rückseite gestreichelt wird. Dunkle Farben zeigen den tatsächlichen Standort des physischen Körpers oder Objekts an, während helle Farben den virtuellen Körper bzw. das virtuelle Objekt anzeigen, wie es im HMD gesehen wird. (Illustration von M. Boyer.)

Kopie aus Metzinger 2011, S. 147.

4.2.4 Zwischenbilanz

Essentielle, konstitutive Bedingungen

Als Zwischenbilanz können wir festhalten: Für ein ungespaltenes Selbst müssen die Selbst-Identifikation (durch die innere Körperwahrnehmung; Propriozeption) und die Selbst-Lokalisierung (durch den visuellen Sinn) übereinstimmen. Sonst erlebt man kein einheitliches Selbst; die Meinigkeit geht verloren.



Proto-Selbst

Dieses primäre Selbst bezeichnet Damasio als Protoselbst: Es entsteht, wenn Wahrnehmung von Körpersinn und visuellem Sinn übereinstimmen. Stimmen sie nicht überein, dann wird das PSM abgeändert. Falls das PSM nicht so geändert werden kann, dass kein Konflikt mehr entsteht, dann pendelt das Selbst hin und her oder es spaltet sich.

Wichtig ist, was für das Protoselbst nicht notwendig ist:

- Die Agentivität
- Emotionen, Denkvorgänge, Willensakte (Die Teilnehmenden erleben sich als emotionslos.)

Kern-Selbst

Wenn nun die Agentivität, die Fähigkeit den Körper zu steuern, hinzukommt, dann spricht man von Kern-Selbst. Seine Funktion lässt sich sehr gut mit Phantomgliedern experimentell untersuchen.

4.2.5 Agentivität: Phantomglieder



Phantomglieder können schmerzen. Phantomglieder sind selbst bei Menschen vorhanden, die verstümmelt zur Welt kommen. Interessant sind Menschen, deren Phantomglieder eingefroren sind. Sie haben keine Agentivität über diese Glieder. Wenn man in einem Versuch ihnen visuell vortäuscht, das Phantomglied bewege sich, dann bekommt ihr Selbst Agentivität. Das Phantomglied ist wieder beweglich! Das PSM wurde geändert. Diese Fähigkeit, die mentalen Zustände zu steuern macht das Kern-Selbst aus.

4.2.6 Willensfreiheit: fremde Hand

Menschen können die Illusion bekommen, dass *sie* bei einem Spiel, z.B. Dame, die Figuren selbst bewegten, obwohl eine fremde Hand sie bewegt hatte.¹¹ Man kann also selbst den so genannten freien Willen manipulieren. Der freie Wille ist also auch nur ein mentales Konstrukt. Für die Willensfreiheit gibt Metzinger eine provokative Erklärung:

Freier Wille

Wenn das autobiografische Selbst den aktuellen Prozess des Kern-Selbst an die Oberfläche holt und ihn zu reflektieren beginnt, dann setzt dieser Prozess so unvermittelt ein, dass der Mensch die Illusion hat, er könne seinen Körper ohne Voraussetzungen steuern. In Wahrheit kennt er die Prozesse des Kern-Selbst einfach nicht, die seinem bewussten Eingriff vorgegangen sind.¹²

¹¹ Vgl. Metzinger 2011, S. 182-183.

¹² Vgl. Metzinger 2011, S. 187.



4.2.7 Traum

Reduziertes Selbst

Im Traum ist das Selbst reduziert: Es hat meist keine Verfügung über den Körper (man kann nicht davonrennen, kann nicht schreien) und es kann mentale Zustände nicht unterscheiden in historisch/virtuelle einerseits und aktuelle, in der physiologischen Gegenwart ablaufende andererseits: Eine Offline-Simulation wird als Online erlebt.

Kein Online-Offline Unterscheidung

Wahrscheinlich hat die Hemmung der Körperbewegung und der Körperwahrnehmung im Schlaf zur Folge, dass keine erinnerte Gegenwart, kein rekursiver Prozess zwischen Körperzustand und Mental-Zustand entsteht. Damit wird möglicherweise eine Unterscheidung zwischen historisch / virtuell und aktuell verhindert.

Einschränkungen des Selbst im Traum

Im Traum sind folgende Eigenschaften des Selbst ausgeschaltet oder stark reduziert:

1. Aufmerksamkeit nicht kontrollierbar. Man kann seine Aufmerksamkeit nicht auf etwas richten. Ein Bild drängt sich ins Bewusstsein.
2. Das Traum-Selbst hat selten sinnliche Wahrnehmungen wie: Schmerz, Temperatur, Geruch, Geschmack.
3. Denken und Wollen sind hochgradig instabil.
4. Das Traum-Selbst hat sehr intensive Gefühle und keine Gefühlskontrolle.
5. Das Kurzzeitgedächtnis ist üblicherweise beeinträchtigt.
6. Traum Bilder sind nicht kausal an den Verhaltensraum des Träumers gekoppelt.
7. Der Output des Schlafenden ist blockiert: keine Gestik, Mimik, Schreien etc.
8. Das Traum-Selbst hat keine Einsicht in die Tatsache, dass die Bilder historisch/virtuell/nicht reell sind.

Trotzdem: ich träume

Trotz dieser massiven Einschränkungen erlebt der Träumer sich als Protagonisten des Traumes. Im Traum empfindet Paul T. sich immer noch als Paul. Die Einschränkungen sind also nicht essentiell für ein Selbst: Sie kennzeichnen ein höheres Selbst.

4.2.8 Autobiografisches Selbst

Historische mentale Zustände

Wenn zum Kern-Selbst die Fähigkeit hinzutritt, mentale Zustände aus der Vergangenheit zu reaktivieren und diese Zustände als virtuell zu identifizieren, dann wird das Kern-Selbst zum autobiografischen Selbst. Es ist zu der oben beschriebenen Offline-Simulation fähig. Im Traum und bei psychischen Krankheiten, kann diese Simulation mit alten Bildern nicht als virtuelle Simulation identifiziert werden und



der Mensch erlebt diese Simulation als Realität. Er meint, sie laufe in der physiologischen Gegenwart ab.

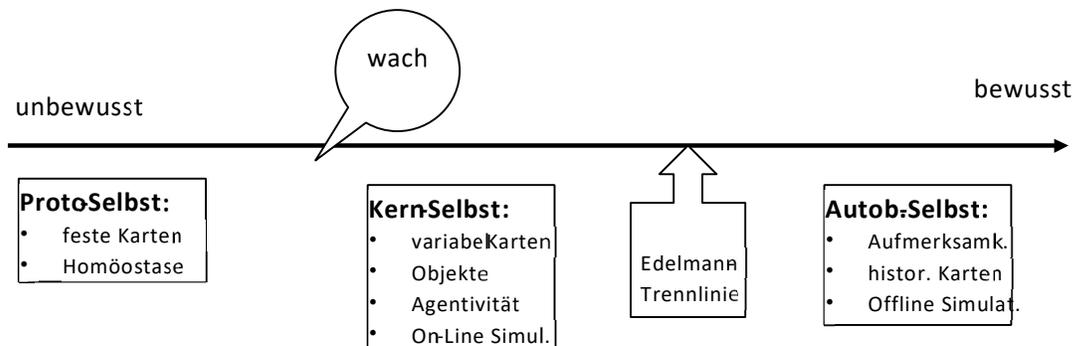
4.3 Stufen des Selbst: Damasio

4.3.1 3 Stufen

Metzinger und Damasio sind sich einig, dass man drei Stufen des Selbst unterscheiden kann. Metzinger tut das explizit in einer Fussnote: Verkörperung erster zweiter und dritter Stufe.¹³

Edelmann: 2 Stufen

Edelmann hingegen unterscheidet nur 2 Stufen: das primäre Bewusstsein und das höhere Bewusstsein.



¹³ Metzinger 2011, S. 355, Fussnote 9.



5 Wichtige Begriffe und philosophische Fragestellungen

5.1 Bewusstsein, Definitionen

5.1.1 Wortwurzel

Con-Scientia

Die originale lateinische Wortbedeutung geht in der deutschen Übersetzung leider verloren: das gemeinsame Wissen. Das ist schade, weil sie sich mit der Begriffsfassung von Tomasello weitgehend deckt. Er spricht vom geteilten Wissen, der geteilten Intentionalität, die für ihn Grundlage des Menschseins darstellt; in Abgrenzung von den Primaten. Diese Fähigkeit zum "Sich-Hineinversetzen" zum Bilden von gemeinsamem Wissen ist die Grundvoraussetzung zur Kooperation, zum Nahrungsteilen und zur Bildung einer Kultur.¹⁴ In diese Richtung geht auch Vittorio Gallese, er gehört zu den Mitentdeckern der Spiegelneuronen und der kanonischen Neuronen. Er erklärt die Leichtigkeit, mit der wir den anderen Menschen verstehen, wenn wir mit ihm interagieren, mit dem Konzept der "Shared Manifold", der geteilten Mannigfaltigkeit.¹⁵

5.1.2 Edelman

Funktionale Fassung

Bewusstsein entsteht durch neuronale Prozesse, die 4 Funktionen erfüllen:

1. Interaktion von Geist, Körper und Welt.
2. Sich als einheitliches Ganzes erleben, obwohl eine immense Vielfalt von verschiedenen Zuständen herrscht.
3. Wahrnehmungen werden mit Qualia, subjektiven Bewertungen, versehen.
4. Je individuelles, subjektives Wissen und Erfahrung aufbauen; aus objektiven Gegebenheiten.

Erklärungsmodelle

Van Gulick stellt in seinem Beitrag zu den begrifflichen Grundlagen der Philosophie des Geistes die Erklärungsansätze etwas differenzierter dar.¹⁶

Er identifiziert drei Problembereiche bei der Begriffsfassung:

1. Was ist das Explanandum? Was ist das zu Erklärende?
2. Was kann in das Explanans eingehen? In welchem begrifflichen Rahmen müssen wir eine Erklärung anfertigen?
3. Welche Relation muss zwischen Explanans und Explanandum bestehen, damit wir eine Erklärung als zufriedenstellend akzeptieren?

¹⁴ Vgl. Tomasello: *Naturgeschichte des menschlichen Denkens*.

¹⁵ Metzinger 2011, S. 249.

¹⁶ Van Gulick in: Metzinger 1995, S. 79.



Physikalischer, funktionaler, oder naturalistischer Begriffsrahmen

Neben dem funktionalen Begriffsrahmen zieht van Gulick einen physikalischen oder materiellen Begriffsrahmen oder einen naturalistischen Rahmen in Betracht, auf den das Explanans reduziert werden könnte.

4 Aspekte

5.1.3 Bieri

Bieri gibt eine überzeugende Definition von Bewusstsein. Bewusstsein umfasst 4 Dimensionen:¹⁷

1. Integriertes Verhalten
2. Wissen (Kognition) von der Aussenwelt
3. Reflexives Wissen (Kognition); aus der Innenwelt
4. Erleben

Integriertes Verhalten

Integriertes Verhalten definiert Bieri mit fünf Merkmalen:

1. Integriertes Verhalten verfügt über einen *inneren Antrieb*, eine innere Steuerung; es ist *intrinsisch motiviert*.
2. Integriertes Verhalten gibt eine Antwort auf von aussen kommende Informationen, die gewählt werden; es ist *diskriminativ*.
3. Integriertes Verhalten ist der Situation angemessen; es ist *adaptiv*.
4. Integriertes Verhalten verknüpft verschiedene Verhaltenselemente zu einem Muster; es ist *koordiniert*.
5. Integriertes Verhalten zeigt eine gewisse Konstanz über die Zeit hinweg; es ist *kohärent*.

Wissen von der Aussenwelt

Bei den kognitiven Elementen, aus denen Bewusstsein besteht, unterscheidet Bieri zwei Wissensarten: Wissen von der Aussenwelt und Wissen aus der Introspektion. Interessanterweise sind andere kognitive Fähigkeiten wie Denken nicht Teil von Bieris Definition. Auch beim Wissen um die Aussenwelt ist eine Reflexion nötig: man muss wissen, dass man davon weiss. Wissen aus der Aussenwelt kann sein:

1. Kollektives Wissen
2. Individuelles Wissen
3. Wahrnehmung
4. Erinnerung
5. Aufmerksamkeit

Wissen aus der Introspektion

Beim Wissen aus der Introspektion unterscheidet Bieri erstmals zwischen bewusst und unbewusst. Weitere Merkmale reflexiven Wissens sind die Zugänglichkeit, die Aufmerksamkeit und die Verbalisierbarkeit.

¹⁷ Alles Folgende stammt aus: Bieri 1995, S. 61 - S.77.



1. *Bewusst* versteht er dabei als "von den Zuständen in unmittelbarer Weise wissen"
2. *Unbewusst* bedeutet, man muss die Zustände erschliessen.
3. Dann gibt es Zustände, die der *Erinnerung zugänglich* sind und andere die es nicht sind, aus psychologischen Gründen, weil sie zu kurz dauerten etc.
4. Zudem können Zustände im Fokus der *Aufmerksamkeit* stehen, andere nicht.
5. Und zu guter Letzt sind nicht alle bewussten Zustände auch *verbalisierbar*.

Erleben

Das vierte Merkmal des Bewusstseins ist das schwierigste: Mentale Zustände sind mit einem Erleben verbunden: Lust, Schmerz, Angst, Hass, Heiterkeit, Melancholie, Wunsch, Bedürfnis etc. Dieses Erleben hat ganz besondere Merkmale:

1. Die Zustände "*fühlen sich in bestimmter Weise an*"¹⁸
2. Die Zustände gibt es nur, *solange sie bewusst sind* im Sinne des Erlebt-Werdens.(*)
3. Erlebnisse sind genauso, wie sie *erscheinen*: Der Zustand ist etwas anderes als das Gedacht-Werden, das Geglaubt-Werden oder das Beurteilt-Werden.
4. Diese Erlebnisse sind untrennbar damit verbunden, dass wir uns als *Subjekte* wahrnehmen. Dass wir selbst sind. Dass wir unseren Körper beobachten können und dass ich meine Handlungen als die meinigen erkenne.

Verschiedene Bewusstseinssebenen

(*) Ich zweifle, ob Bieri das heute noch so sagen würde. Das Konzept von bewusst oder unbewusst, wie es Damasio oder Edelman portieren, als zwei Bewusstseinsstufen, überzeugt mich mehr: das primäre Bewusstsein, das unbewusst bleibt und das höhere Bewusstsein, das der Reflexion zugänglich ist. Damasio unterscheidet deshalb auch streng zwischen Emotionen und Gefühlen. Letztere sind Emotionen, die der Reflexion zugänglich sind. Ähnlich unterscheidet Rosenthal mentale Zustände erster Ordnung, die von einem mentalen Zustand zweiter Ordnung begleitet sein können; das heisst einem Zustand, der angibt, dass man sich im ersten Zustand befindet. Oder kurz dem bewussten mentalen Zustand.¹⁹

¹⁸ Farrell und später Nagel machten diese Aussage populär: "what it is like". Die englische Aussage trifft den Sachverhalt meiner Meinung nach besser als die deutsche Übersetzung: Das like legt einen Vergleich nahe. Damasio würde sagen: Logisch, der Vergleich findet mit den Körperzuständen statt. Sein Blinder sagt ja auch von der Farbe Rot: Sie ist wie das Schmettern der Trompete. Dann wäre dieses Merkmal bereits nicht mehr so schwer fassbar.

¹⁹ Van Gulick in Metzinger 1995, S. 80.



Das Problem der Sprache

Wir sehen schon hier, dass uns die Sprache fehlt, da wir Bewusstsein automatisch mit reflexivem Bewusstsein identifizieren. Aber dass es Bewusstseinsformen gibt, über die wir nicht reflektieren können, scheint heute ziemlich unbestritten. Ob wir diese Formen auch Bewusstsein nennen wollen, ist ein Sprachproblem. Ein Problem auf das Bieri in seinem Artikel einen Grossteil der Probleme mit den Qualia zurückführt. Seine diesbezüglichen Fragen stelle ich unter Qualia dar.

5.1.4 Metzinger

Metzinger unterscheidet 5 hauptsächliche Bedeutungen von Bewusstsein.²⁰

a) "Da sein"

Bewusstsein wird als einstelliges Prädikat für eine Person gebraucht: "sich bewusst sein".

b) Aufmerksamkeit auf Sache

Zweistelliges Prädikat: Eine Eigenschaft von mentalen Zuständen in dem Sinne, dass die Aufmerksamkeit auf ein Objekt gerichtet werden kann: "Sich einer Sache bewusst sein."

c) Aufmerksamkeit auf sich selbst

Zweistelliges Prädikat, das die Aufmerksamkeit einer Person auf die eigenen mentalen Zustände beschreibt: Introspektion oder Meta-Bewusstsein.

d) Homöostase steuern

Einstelliges Prädikat, das die Fähigkeit beschreibt, den Zugang zu mentalen Zuständen zu besitzen, die die Homöostase steuern. Das die Bewertung eines mentalen Zustandes beschreibt: Qualia.

e) Reflexives Erkennen

Einstelliges Prädikat, das das Erkennen der eigenen Überzeugungen, Absichten und Normen eines Subjektes beschreibt: Selbstbewusstsein.

5.2 Information und Lernen

5.2.1 Edelmann: Information, Nachrichtentechnisch

Beispiel: Vogel

Als Beispiel denke man an ein Wort mit fünf Buchstaben z.B. Vogel. Aus der so genannten nachrichtentechnischen Informationstheorie²¹ könnte man für ein solches Wort ein Informationsmass ableiten, das darin besteht, die Möglichkeiten zu zählen, wie mit 5 Stellen und 25 Buchstaben x-beliebige

²⁰ Vgl. Braun 2011, S. 63 und Metzinger 1995, S. 36.

²¹ Vgl. z.B. Lyre, Holger: Informationstheorie, UTB. München 2002. S. 23.



Wörter gebildet werden können. Es gibt $25^5 = 9'765'625$ Möglichkeiten. Als Mass der Information wird dann, grob gesagt, die Entropie gewählt: Das sind die Anzahl Stellen, die ein Zweiersystem für diese Anzahl Möglichkeiten braucht = $\lg 25^5 = 5 * \lg 25 = 5 * 4.6 = 23$.²²

Möglichkeiten entspricht dem Informationsmass

Dieses Mass sagt schon auch etwas über die Bedeutung: Wenn es sehr viele Möglichkeiten gibt und nur eine gewählt wird, dann ist die Bedeutung dieser einen Wahl grösser, als wenn es wenig Möglichkeiten gibt: In dieser Art verwendet Edelman die von ihm genannte Integriertheit.

Bedeutung, Wertigkeit

Man könnte nun neben Vogel noch Lunge und Xyzzz als Wörter bilden. Vogel und Lunge haben eine viel grössere Bedeutung als Xyzzz und Lunge hat bei den meisten Menschen die grössere Bedeutung als Vogel. Diese Bedeutung kann man meiner Meinung nach nur durch einen Beobachter bestimmen lassen. Hier scheint mir Edelman zu schummeln, wenn er vorgibt, man könnte das mit mathematischen Modellen tun.

Edelmans Definitionen

Edelman verwendet drei Definitionen von Information:

1. Die nachrichtentechnische Definition, angewendet auf die Vernetzungen im Hirn: Integriertheit. (Edelman, S. 166. Oder S. 171): Information ist die Reduktion von Unsicherheit. Die Möglichkeit, einen bestimmten Zustand aus all den verschiedenen auszuwählen entspricht Information (Edelman, S. 172).
2. Informativ, oder Information ist ein Muster, das *auf das System zurückwirken kann* (Edelman, S. 172)
3. Information besteht in Aktivitätsmustern, die dem Hirn *nicht gleichgültig sind* (Edelman, S. 174).

Ihr Anspruch

Edelman und Tononi schreiben S.174: *"Wie können wir Abweichungen messen, die in einem System wie dem Gehirn nicht ohne Belang sind? Ein einfacher Ansatz besteht darin, das System als seinen eigenen Beobachter zu betrachten."* Meiner Meinung nach beantwortet ihr Ansatz die Frage nicht. Er zeigt nur auf, dass aus nachrichtentechnischer Sicht ein System sein eigener Beobachter sein kann. Hier braucht es mehr und diese Mehr ist die Selektion, resp. die emotionale Bewertung eines Aktivitätsmusters im Hinblick auf das (Über)leben der Art. Die Diskussion des Konzepts Information ist hoch spannend. Ich würde diese Diskussion zu vermeiden suchen.

²² Genau genommen ist die Entropie mit dem \ln und der Konstante k definiert. Die beiden Definitionen unterscheiden sich aber nur durch eine Konstante, die durch die Wahl der Einheiten entfernt werden kann.



5.2.2 Informationstheorien

Konzepte aus der Informationstheorie

Es ist schade, dass Edelmann zwei gängige Konzepte nicht explizit erwähnt und sie zur Beschreibung verwendet:

1. Das semiotische Informationskonzept: Vollständige Information entfaltet sich in drei Dimensionen: Syntax (nachrichtentechnische Information) Semantik (Bedeutung), Pragmatik (Handlung, Konsequenz).²³
2. Das quantenmechanische Informationskonzept: Man muss unterscheiden zwischen *potentieller* Information (die Wellenfunktion, oder alle möglichen Informations-Zustände) und der *aktuellen* Information, die aus einer Messung entsteht. Die Messung wählt also einen oder einige wenige Möglichkeiten aus. Es ist eine Informationsaufnahme (Messung) nötig: sie zerstört die potentielle Information (Wellenfunktion). Information ist nur sinnvoll bezüglich eines Subjektes, das Information aufnimmt. Dies kann ein Muskel eines Tieres sein, der reagiert, oder dies kann ein Teil des Geistes sein, der der Information eine Bedeutung gibt (mit Emotionen) und diese Info weiterverarbeitet (Bewusstsein).

Diese Messung und das Reagieren oder Bedeutung beimessen entsprechen der semanto-pragmatischen Dimension. Man sieht, dass Edelmann in seinen Definitionen diese Dimensionen anspricht. Es ist aber schade, dass er sie nicht kennt, sondern eher etwas dagegen polemisiert.

Quanteninformationstheorie

Mit einem Quantencomputer könnte man quantentheoretische Bits erzeugen und sie auch quantentheoretisch behandeln. Quantentheoretische Bits sind in einem Tensorprodukt zusammengeknüpft: Sie haben *Interferenzen* untereinander; man kann also die einzelnen Bits nur durch eine Messung voneinander trennen.²⁴

1. Alle möglichen Zustände des Computers sind in einer einzigen Wellenfunktion realisiert.
2. Offenbar muss man nicht alle nachrichtentechnischen Zustände durchspielen, um den codierten Zustand zu realisieren.
3. Man kann damit jede konventionelle Verschlüsselung schnell knacken. Aber man könnte mit Quantenbits abhörsicher kodieren. Wenn jemand heimlich den Code ablesen will, zerstört er die WF und der Empfänger merkt es!

Quanten-Gravitation als Informationstheorie

Schwarze Löcher (SL) saugen einerseits alles auf und lassen andererseits nichts mehr heraus: Sie selbst sind nur durch

²³ Vgl. Egger R. und Truttmann P: "Körper und Geist", Kursunterlagen NDS Leadership und Management. Teil Truttmann, S. 29-33.

²⁴ Vgl. Lyre, Holger: *Informationstheorie. Eine philosophisch-naturwissenschaftliche Einführung*. UTB. München 2002, S. 69.



Masse, Drehimpuls und Ladung charakterisiert. Sonst haben sie keine Merkmale: "Sie haben keine Haare!".

Entropie- /Informationsvernichter

Wenn ein Teilchen von einem schwarzen Loch verschluckt wird, geht also alle seine Entropie oder Information verloren. Schwarze Löcher sind Informationsgräber. Diese Idee verwendete Jakob Bekenstein anfangs der 70 er, um den Ereignishorizont des SL mit der Entropie zu verknüpfen. Er gab dem SL thermodynamische Eigenschaften.

Bekenstein - Hawking - Entropie

Daraus ergab sich die Bekenstein - Hawking - Entropie als 1/4 der Oberfläche des Erwartungshorizontes:
 $S = 1/4 A$.

Information ist äquivalent zu Energie/Masse

Wenn man nun den Schwarzschildradius ($R_S=2M$) verwendet, ergibt sich daraus:

$$S=4\pi M^2$$

Damit ist die Information äquivalent zur Masse resp. der Energie (ontologische Gleichheit von Information und Energie/Masse). Eine Äquivalenz, die möglicherweise noch fundamentaler ist als die von Einstein ($E = mc^2$).

5.3 Das Gehirn arbeitet nicht wie ein Computer

5.3.1 Konnektivismus und Symbolismus

Auf - und Ab

In der Frage, wie man menschliches Denken modellieren oder simulieren soll gibt es zwei grundsätzliche Positionen: Den Symbolismus, auf dem die künstliche Intelligenz (KI) aufbaut und den Konnektivismus, wie er in der Neurologie und den Kognitionswissenschaften vorherrscht.²⁵

Dabei herrschte in den Computerwissenschaften zuerst die Netzwerk-Struktur, der Konnektivismus vor, die dann Ende der 60 er Jahre durch den Symbolismus der KI abgelöst wurde. Die Euphorie der KI konnte sich aber in der Praxis nicht umsetzen lassen und heute sind beide Zugänge wichtig: der symbolische und der mittels neuronaler Netzwerke.

Gehirn eine Turing Maschine

Ob ein Hirn als Turing Maschine simuliert werden kann hat mit Symbolismus und Konnektivismus vorerst nichts zu tun. Ob ein neuronales Netzwerk und die Form seiner Verarbeitung auf einem zukünftigen Computer nicht doch modelliert werden kann, ist bis heute nicht geklärt.²⁶

²⁵ Lyre 2002, S. 126.

²⁶ Vgl. ebd. S. 148-155.



Konnektivismus

Die KI hat vor allem in der Mustererkennung und in der Navigation in natürlichen Umwelten versagt.²⁷

Praktisch: Differenzen

Es ist unbestreitbar, dass ein Gehirn und ein Computer sich auf praktischer Ebene unterscheiden. Ob sie sich aber prinzipiell unterscheiden, ist eine ganz andere Frage. Ich will zuerst auf die praktischen und dann auf mögliche prinzipielle Unterschiede eingehen.

5.3.2 Heutige Computer und das Gehirn

Computer

- In einem Computer werden Daten codiert: das heisst in eine Symbol-Sprache übersetzt. Alle Information ist in codierter Sprache vorhanden.
- Ein Computer braucht zum Laufen ein Programm (Software, Algorithmus), das ganz genaue und eindeutige Anweisungen enthält.
- Ein Computer verfügt über eine (oder wenige) zentrale Verarbeitungseinheit, den Prozessor.
- Die Operationen sind Vergleiche und mathematische Operationen wie z.B. Additionen.
- Die Verdrahtungen (Hardware) des Computers sind fix.
- Ein allfälliges Lernen ändert nur die Daten, nicht aber die Struktur der Verdrahtungen. (Ausser bei "neuronalen" Netzwerken in Computern).
- Ein Computer kann keine neuen Funktionen lernen. Eine allfällige Variabilität muss im Programm von vorne herein vorgeesehen sein.

Gehirn

Edelman und Tononi führen mehrere Gründe auf, wieso ein Gehirn nicht wie ein Computer funktionieren kann. Sie lassen aber offen, ob in Zukunft Systeme gebaut werden können, die eher einem Gehirn gleichen (Edelman, S. 70-74).

Andere Verarbeitung

1. Das Gehirn befolgt nicht eine Reihe präziser Anweisungen.
2. Es erhält nicht eine Reihe von unverwechselbaren, eindeutig identifizierbaren Signalen.
3. Das Gehirn ist fähig, aus einer Vielfalt von variablen Signalen Muster auszuwählen. Es kann diese Muster klassifizieren.
4. Die Fähigkeit diese Muster zu kategorisieren, d.h. sie verschiedenen Klassen zuzuteilen (Gehörtes, Gesehenes, zu Speicherndes, zu Vergessendes, Bewusstes, Unbewusstes etc.) ist eine einmalige Fähigkeit und konnte bislang mit einem Apparat (noch?) nicht nachgebildet werden.

²⁷ Ebd. S. 131. Dies kann man heute nicht mehr behaupten (2020). Auch die prinzipiellen Unterschiede zwischen Computern und Gehirnen kann heute kaum mehr aufrechterhalten werden



5. Das Gehirn braucht für sein Funktionieren einen Körper, mit dem es in ständigem Austausch steht.
6. Das Gehirn verfügt über ein Bewertungssystem (Kerne mit diffusen Projektionen): Es kann z.B. das Wahrnehmen eines Ereignisses mit einem Wert wie harmlos, gefährlich etc. versehen.
7. Der Körper im Speziellen belegt das Gehirn mit einer Reihe von einschränkenden Wertvorgaben oder Randbedingungen, die artspezifisch sind und das Überleben des Organismus sicherstellen.

Völlig neue Verarbeitung: reentrant

Die so genannte reentrante Verarbeitung mittels vorwärts- und rückwärtsführender Schleifen im Gehirn stellt bisher eine auf Computern nicht realisierte Verarbeitungsform dar. Insbesondere kann ein Computer bis jetzt nicht Gruppen von Neuronen miteinander koppeln.

Andere Vernetzung mit Variabilität

Ein Gehirn enthält 1000 Milliarden (10¹²) Nervenzellen, die noch einmal bis zu 10 000 Verknüpfungen (Synapsen) erstellen können.

Die Vernetzung ist nicht exakt:

1. Zwei Gehirne unterscheiden sich in der Art der Verknüpfung. (Global kann die Art der Gesamt-Verknüpfung zwar einheitlich beschrieben werden, auf mikroskopischer Ebene, bei den Verästelungen der einzelnen NZ, ist die Variabilität aber beträchtlich)
2. Selbst bei gleicher Verknüpfung ist die Synapsenstärke aber sehr unterschiedlich und hängt von der Art, wie die Verknüpfung in der Vergangenheit verwendet wurde, ab.
3. Das Gehirn erzeugt offenbar auch ohne äusseren Anlass sehr viele unterschiedliche Verknüpfungen.
4. Unter den verschiedenen Variationen eines Gehirns wählt ein Selektionsprozess die günstigste aus.

Erfahrung in der Hardware gespeichert

Beides, Art der Verknüpfung und Stärke der Verbindung hängt von den Erlebnissen, der Geschichte des Organismus ab.

5.3.3 Konnektivismus: Paradigma der Neuroinformatik

Um die Frage nach dem prinzipiellen Unterschied zwischen Gehirn und Computer zu erklären ist es notwendig die Grundprinzipien eines so genannten Assoziativ-Speichers zu erklären. Lyre macht dazu ein didaktisches Beispiel.²⁸

²⁸ Lyre 2002. S. 141.



Matrix speichert Muster

Wir betrachten zwei Muster, die durch zwei Vektoren gegeben sind:

$$A = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{und} \quad B = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Diese Muster bestimmen die Lernmatrix $w_{ij} = w_{ij} + e_i e_j$

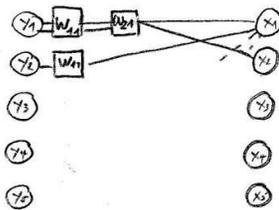
Wenn wir von der Nullmatrix ausgehen und den A-Vektor lernen, ergibt sich:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Wenn wir mit dieser Matrix nun noch den B-Vektor lernen, ergibt sich:

$$w_{ij} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 & 0 & 2 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

Lern- oder Assoziationsmatrix



Diese Matrix kann als Konnektionsmatrix verstanden werden: Sie verknüpft die Eingangs-Neuronen des Vektors x mit den Ausgangsneuronen im Vektor y . Wir können dies als zwei Felder oder Schichten von Neuronen interpretieren:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 & 0 & 2 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix}$$

Das Element $w_{11}=2$ zeigt nun die Synapsenstärke der Verknüpfung.

Technische Problem: Normierung oder Kennlinie

Weil die Matrix Synapsenstärken von mehr als 1 hat, kommen als y -Vektoren Dinge heraus, die nicht mehr binär, also aus 0 und 1 bestehen. Um dies zu vermeiden, normiert oder gewichtet man die Matrix mit einem Gewichtungsfaktor, der 1 ergibt, wenn die Vektorkomponente mehr als die Summe des Eingangs ist oder 0, wenn sie weniger ist.

Muster gespeichert:

Diese Matrix hat einige erstaunliche Eigenschaften: Wenn wir das Muster A eingeben, kommt das Muster A wieder heraus: Ohne Normierung:



$$\begin{pmatrix} 5 \\ 3 \\ 2 \\ 0 \\ 5 \end{pmatrix}, \text{ mit Normierung: } \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Unvollständige Eingabemuster werden ergänzt

Das ganz Grosse an diesem Assoziativ-Speicher oder der Lernmatrix ist, dass sie unvollständige Muster ersetzt und sie als vollständige herausgibt. Dies ist entscheidend bei der Erkennung eines Objektes wie "Tasse", wenn diese z.B. keinen Henkel hat. Bsp:

$$\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ als Eingabe ergibt doch wieder: } \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Konsequenz

Ein solches System hat also folgende Eigenschaften:

- Es ist lernfähig
- Muster sind in den Verbindungen und der Synapsenstärke gespeichert (distributive Speicherung)
- Verfügt über parallele Verbindungen (mehrere Verb. zwischen Eingangs- und Ausgangsneuron)
- Ist assoziativ in dem Sinne, dass es unvollständige Muster (Information) ergänzen kann (fehlertolerant und regenerativ)

5.3.4 Typen neuronaler Netzwerke

Das oben genannte neuronale Netzwerk geht auf Steinbuch (1961) zurück, ist aber für praktische Zwecke nicht geeignet, weil die Dimension der Matrix sofort riesig wird.

Rosenblatt: Perzepton

Rosenblatt schlug (1962) ein mehrlagiges neuronales Netzwerk mit so genannten hidden Layers vor (Perzepton-Netzwerke). Sie wurden von Minsky und Papert (zu Unrecht) kritisiert. Deshalb nahm dann in den 70er die KI überhand.

Spingläser

Hopfield schlug 1982 ein neuronales Netzwerk ähnlich den Spin-Spin-Koppelungen aus der statistischen Physik vor. Diese Netzwerke führten zum erneuten Aufschwung der Konnektivität als Computer-Prinzip.

Kohonen: selbstorganisierende Merkmalskarten

Kohonen führte neuronale Netzwerke ein, die sich selbst organisieren konnten. Das Prinzip der Selbstorganisation spielt in der Hirn-Frage wie oben erwähnt eine fundamentale Rolle.



Bolzmans-Maschine mit Backpropagation

Die Neuroinformatik arbeitet heute auch mit Lernen durch statistische Methoden wobei eine überwachte Lernregel in der Form einer Rückkoppelung (Backpropagation-Algorithmus) verwendet wird.

5.3.5 Prinzipielle Fragen

<i>Ebenen</i>	<i>KI-Systeme</i>	<i>Neuronale Netze</i>
E1: Verarbeitung	sequentiell	parallel
E2: Speicher	Lokalisiert (Adresse)	distributiv
E3: Plastizität	starr	Lernfähig, fehlertolerant, regenerativ, selbstorganisch.
E4: Datenformat	symbolisch	subsymbolisch

Sind nun Hirn und Computer prinzipiell verschieden? Diese Frage lässt sich nicht leicht beantworten. Auf der praktischen Ebene der Hardware lässt sich sicher noch einige Zeit kein Computer bauen, der die gleiche Architektur aufweist wie das Gehirn. Allerdings kann das Gehirn auf einem konventionellen Computer simuliert werden. Dann ist es nach wie vor eine Turing-Maschine (E1 und E2).

E3

Schwierig werden die Fragen auf Ebene 3: Selbstorganisation und strukturelle Anpassung. Das Hirn reagiert plastisch auf jeden Input. Bei einer Turingmaschine kommt es dann zu Problemen, wenn zwischen Maschinen-Input und Maschinen-Befehlstafel zu unterscheiden ist.

Grundsatzfragen

Lassen sich alle physikalischen Prozesse algorithmisch abbilden? Dieser Frage geht z.B. Penrose nach der 4 Standpunkte unterscheidet:²⁹

- 1) Gehirne sind nichts anderes als Computer: (Harte KI Position oder Funktionalismus)
- 2) Gehirne sind keine Computer, können aber auf einem Computer simuliert werden (Weiche KI Position).
- 3) Gehirne sind prinzipiell anders als Computer.
 - a) Weil sie zwar aus konventionellen physikalischen Prozessen aufgebaut sind, aber nicht alle konventionellen physikalischen Prozesse auf einem Computer simuliert werden können.
 - b) Weil sie auf noch nicht vollständig erforschten physikalischen Prozessen beruhen, die nicht simuliert werden können.
- 4) Können nicht mit physikalischen oder wissenschaftlich zugänglichen Prozessen erklärt werden (Mentalismus).

²⁹ Penrose 1994, S. 12 f



Mathematisch schwierig

Für 3.a bringt Penrose zwei Beispiele, wo ein Prozess mit deterministischen Regeln aufgebaut wird, wo man aber zeigen kann, dass eine Lösung nicht mit einem Algorithmus gefunden werden kann: Hilberts zehntes Problem: Lösung der Diophantischen Gleichungen und das Pflasterungs-Problem. Penrose ist Anhänger von 3.b, was ihm ziemliches Unverständnis eingebracht hat.

5.3.6 Bindungsproblem

Wie werden aktive Neuronen zu einem sinnvollen Objekt verbunden?

Die subsymbolische Verarbeitungsstrategie und die Selbstorganisation führen zu einer grossen Menge neuronaler Verknüpfungen: Unter ihnen muss ausgewählt werden. Dies ist das so genannte Bindungsproblem. Lyre illustriert es an einer roten Tasse, die auf einer blaugestreiften Tischdecke stehe. Das Gehirn zerlegt dieses Bild in Einzelmerkmale, die wieder zu sinnvollen Objekten zusammengefügt werden müssen. Sowohl das Rot-Neuron als auch das Blau-Neuron und auch das Gestreift-Neuron und das Ungestreift-Neuron sind aktiv. Welches Neuron muss jetzt mit welchem Neuron zu einem sinnvollen Objekt verbunden werden (Bindungsproblem).³⁰

Zeitliche Korrelation

Ein Lösungsvorschlag besteht darin, die Neuronenaktivitäten zeitlich miteinander zu verketteten (korrelieren). Solche zeitlichen Koppelungen bestehen nur während einer geringen Zeitspanne und könnten der Grund für die kurze Zeitspanne sein, während der ein Bewusstseinszustand bestehen kann.

Korrelation zur Bewegung

Für mich wäre beim Bindungsproblem auch die Korrelation mit der motorischen Bewegung, wie wir das beim Prisma-Brillen Experiment gesehen haben, wichtig. Das Greifen der Tasse würde sofort zur Trennung der Bindung der Neuronen an die Tasse und an das Tisch Tuch führen. Veränderungen im Raum sind aber von der Physik her gesehen die Grundlage für die Zeit. Zeit ist eigentlich Veränderung im Raum (Julian Barbour).

Subsymbolisch heisst kontextbezogen

Mit diesem Beispiel kann auch die Tatsache illustriert werden, dass bei einer subsymbolischen Repräsentation von Tasse das Objekt kontextbezogen ist. Bei einer symbolischen Repräsentation (Programmvariable) ist dies nicht der Fall. Die Bewegung löst aber das Objekt vom Kontext und hilft das Bindungsproblem zu lösen.

³⁰ Lyre 2002, S. 152.



5.4 Qualia

5.4.1 Gehirn und Geist: Philosophisches Kernproblem

Leib-Seele Problem heute als Gehirn Geist Problem

Das Leib-Seele Problem hat mit den Neurowissenschaften der 90-er Jahre grossen Auftrieb erhalten und man spricht heute deshalb eher von Gehirn-Geist Problem. Es hat eine ontologische und eine epistemologische Dimension und man kann 4 grundsätzliche Positionen identifizieren:³¹

- a. Dualismus
- b. Materie-Monismus
- c. Geist Monismus
- d. Neutraler Monismus

Descartes: Dualismus

Descartes unterschied die res extensa (Materie) von der res cogitans (Geist). Heutige Anhänger leugnen nicht, dass zwischen Körper und Geist regelhafte Abhängigkeiten bestehen. Sie berufen sich auf eine so genannte Emergenz oder auch auf ein Epiphänomen und meinen, dass aus der Materie etwas grundsätzlich Neues auf einer höheren Seinsstufe entsteht.

Materie-Monismus

Ihm hängen die meisten heutigen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an. Auch Materialismus oder Physikalismus genannt.

Geist- Monismus

Er fristet ein Rand-Dasein. Ein Vertreter wäre CF von Weizsäcker, der sagt, ein Proton sei aus Information aufgebaut (Weizsäcker 1971, S. 271) und Görnitz 1992, S. 67). Lyre 2003 spricht anders, wenn er vom Proton spricht: "die gesamte an ihm empirisch wissbare Information ...". Dahinter verbirgt sich ein Pferdefuss, auf dem Weizsäckers gesamte Philosophie gründet: Die Welt sei aus Geist gemacht. Materie ist demzufolge eine andere Erscheinungsform von Geist. (Görnitz bezeichnet deshalb Weizsäcker als spirituellen Monisten (S.88.). Nur Geist kann Geist erfassen (Görnitz 1992, S.87-88). Der menschliche Geist ist ein Teil dieses All-Geistes. Von diesem AllGeist auf Gott zu schliessen liegt Weizsäcker sehr am Herzen.

Neutraler Monismus

Legt man der Welterkenntnis ein semanto-pragmatisches Informationskonzept zu Grunde, dann ist es irrelevant, wie Information materiell dargestellt ist. Zudem gibt es berechtigte Hinweise, dass die fundamentalen Naturgesetze auf Information und Informationsänderungen resp. auf Entropie und Entropieänderungen zurückgeführt werden könnten.³²

³¹ Lyre 2002, S. 156.

³² Vgl. z.B. Verlinde Erik: On the Origin of Gravity and the Laws of Newton. arXiv: 1001.0785v1, [hep-th]



Ein roter Apfel auf dem Tisch: herrlich appetitlich. Oder der Gedanke an Wien.

Man könnte das Rot eines roten Apfels, der auf dem Tisch liegt und herrlich appetitlich aussieht mit einer Photodiode abstrahlen und diese Welle ebenfalls mit der Netzhaut aufnehmen. Es wäre einfach eine physikalische Wellenlänge um die 700 nm. Das "Mehr" beim appetitlichen Rot wird Quale (Mz: Qualia) genannt. Man sagt, es sei der 'phänomenale Gehalt' der Wahrnehmung.

Kernproblem der Philosophie des Geistes

Ob und wie Qualia in Rahmen empirischer Wissenschaft überhaupt erfasst werden können wird als Qualiaproblem bezeichnet. Manche Philosophen, z.B. Thomas Nagel sind der Meinung: Nein. Bieri und andere bezeichnen es als Kernproblem der Philosophie des Geistes.

5.4.2 Epistemische Asymmetrie: 1. oder 3. Person

Eigenschaften von Qualia

Qualia haben folgende Eigenschaften:³³

1. Nicht-Räumlichkeit
2. Privatheit
3. Intentionaler Gehalt

Nicht-Räumlichkeit

Im Gegensatz zu den Gegenständen der physikalischen Welt befinden sich mentale Zustände nicht im Raume.

Privatheit; epistemologische Asymmetrie: Erste Person Perspektive versus Dritte Person Perspektive

Die Röte einer Farbe ist eine private Wahrnehmung, sie ist subjektiv und wird in der ersten Person wahrgenommen. Als Beispiel für dieses Problem dient die Neurowissenschaftlerin Mary, die bisher in einem strikt schwarz/weissen Labor gelebt hat. Sie weiss alles Neurologische über Farbwahrnehmung. Würde sie beim Heraustreten etwas Neues erfahren? Vorerst denken wir ja. Dies ist das Problem, dass eine Sachbeschreibung in der dritten Person ("sie weiss alles über neuronale Verarbeitung von Farbe"; das ist das Wissen in der dritten Person, das man weitergeben kann) nicht in die erste Person übertragen werden kann. Man nennt dies 'epistemische Asymmetrie'.

Qualia sind Emotionen, die durch Körperzustände markiert sind.

Damasio und Edelman würden sagen Nein: "Rote Farbe ist wie das Schmettern einer Trompete", sagen sie vom Blinden, der lernt, was rot ist. Prinzipiell stellt sich also die Frage, ob die in den Qualia zum Vorschein kommende subjektive Selbsterkenntnis tatsächlich auf Information reduzierbar ist. Und damit von der ersten in die dritte Person und umgekehrt transportiert werden kann.

6.01.2010.

³³ Lyre 2002, S.159 ff.



**Searles chinesisches
Zimmer: Reafferenz ist
nötig**

Lyre fordert von Information, dass sie in eine Umgebung eingebettet ist. Das illustriert er am Modell des chinesischen Zimmers, das von Searle vorgeschlagen wurde: Er, Searle, sitzt in einem Zimmer und bekommt chinesische Zeichen, die er nicht versteht. Er besitzt aber einen Regelsatz, der ihm sagt, wie sie zu kombinieren sind. Diese kombinierten Zeichen gibt er durch ein Fenster nach draussen. Lyre fordert nun, dass dieses Zimmer in China stehen muss, so dass Searle die Reaktion der Chinesen sieht. Damit entsteht erst Bedeutung: die Information wird vollständig, weil die semantopragmatische Dimension vorhanden ist. Das System muss die Umwelt aktiv explorieren können und es muss auf sie rückwirken können. Es ist also das Prinzip der Reafferenz nötig.

5.4.3 Intentionalität

Bewusstsein von etwas

Bewusstsein sei Bewusstsein "von etwas". Dabei spreche man vom intentionalen Gehalt von Bewusstsein.³⁴ Lyre geht darauf nicht näher ein, aber Damasio widmet dieser Intentionalität seine besondere Aufmerksamkeit: Er spricht etwas unglücklich von "natürlichem Willen". Dabei zeigt er, dass schon Einzeller (mit Zellkern), Eukaryonten, eine Art zielgerichtete Aktionen unternehmen konnten. Die Zielgerichtetheit ergab sich aus dem Selektionsdruck bei der evolutionären Entwicklung und dem Überlebensdruck bei der Individualentwicklung.³⁵

Grosse Herausforderung

Die grosse Herausforderung bei den Qualia ist die Naturalisierung des phänomenalen oder eben semantischen Gehalts. Lyre zeigt das am Beispiel des Feuers: Es ist von ganz anderer Qualität für einen Feuerwehrmann als für einen Eskimo: Der emotionale Gehalt hängt von der Vorerfahrung des Individuums ab. Damasio zeigt ganz detailliert, dass mit seinem Konzept von Vorstellungsinhalt verbunden mit einem Körperzustand diese Qualia in Form von Emotionen zu fassen sind. Informationstheoretisch kommt das der Forderung gleich, auch den semanto-pragmatischen Aspekt von Information zu erfassen.

5.4.4 Bewusstsein erfordert ein Selbst

**Privatheit erfordert ein
Selbst**

Die Privatheit erfordert einen Beobachter, der das Bewusstsein hat und es beobachtet. Diesen Beobachter nennt man das Selbst.

³⁴ Lyre 2002, S. 160.

³⁵ Damasio 2013, S. 44.



Logischer Zirkelschluss

Die Existenz eines Systems wie ein Selbst wird von einigen Leuten aus folgendem Grund angezweifelt: Da das Selbst Teil des Bewusstseins ist, muss es auch sich selbst erkennen. Das führt auf einen logischen Widerspruch, wenn man es auf die Spitze treibt. Etwas plakativ: "Ein Selbst beobachtet und protokolliert alles, was sich nicht selbst beobachtet. Frage: Gibt es ein Protokoll vom Selbst?"

Ein Barbier rasiert alle, die sich nicht selbst rasieren. Hat er einen Bart?

Es liegt nahe, bei einer solchen Fragestellung eine höhere Ebene der Beobachtung zu suchen; einen höhergestellten Barbier, der nicht unter die zu rasierenden Menschen fällt. Das hat Kant mit seinem Konzept des transzendentalen Subjekts gefordert.

Meiner Meinung nach ist dieser Schluss mit dem Absoluten ("alle") eine logische Falle, die ihren Grund in unserer Sprache hat, bei der man Subjekt und Prädikat trennen kann und dann ohne Veränderung des Subjekts, das Prädikat verabsolutieren kann. Dieser log. Widerspruch ist kein prinzipieller Einwand, sondern eine Eigenheit unserer Sprache.

Selbst-Bewusstsein naturalisieren

Kann man dieses Selbstbewusstsein begrifflich fassen und es naturalisieren? Darüber scheiden sich die Geister.

Metzinger: anderes Datenformat

Metzinger sagt, gemäss Lyre³⁶, die Selbst-Erkenntnis hätte ein anderes Datenformat. Ich verstehe das im Sinne von Emotionen, wie Damasio sie versteht. Damit könnte dieses Datenformat nur von einem Dritten empfangen werden, der auch Emotionen aufweist. Das ist für mich kein Problem, denn für die Beobachtung eines Menschen braucht es ein Subjekt, das mindestens einen ähnlichen Komplexitätsgrad aufweist,³⁷ also ein Subjekt mit Emotionen, oder eben einen anderen Menschen.

5.4.5 Das Rätsel der Qualia

"Aus den materiellen Bedingungen nicht erklärbar"

Bieri zitiert du Bois-Reymond, um die extreme Position der Ablehnung einer naturalistischen Beschreibung des Erlebens auf den Punkt zu bringen: Du Bois Reymond sagte, dass "das Bewusstsein aus seinen materiellen Bedingungen nicht erklärbar ist."³⁸

³⁶ Lyre 2002, S. 172.

³⁷ Vgl. Lyre 2002, S.38. Chaitinsches Zufallstheorem oder Gödels Theorem Nr. 1.

³⁸ Bieri 1995, S. 64.



Für diese Denker ist etwas am höheren Bewusstsein vollkommen unbegreiflich³⁹: Die Fähigkeit zu Erleben und die Erfahrung des Subjektseins. Bieri versucht dieses Rätsel, wie er sagt mit folgenden Überlegungen einzukreisen:

Es gibt eine Regelhaftigkeit zwischen Physiologie und Erleben.

Eine Grundlage wird heute kaum noch bestritten: Die Regelhaftigkeit zwischen Physiologie und Erleben. Wenn es zwischen mir und dir ein Unterschied im Erleben gibt, dann muss es auch einen physiologischen Unterschied geben. Diese so genannte Supervenienz kann als Grundsatz des minimalen Materialismus betrachtet werden.

Systemeigenschaft unbestritten

Weiter ist unbestritten, dass das höhere Bewusstsein als Systemeigenschaft betrachtet wird. Ähnlich wie die Durchsichtigkeit eines Quarzkristalls nicht aus den Eigenschaften eines einzelnen Quarzatoms hergeleitet werden kann, sondern aus den Eigenschaften der Kristallstruktur.

Notwendigkeit des Bewusstseins

Allerdings folgt die Durchsichtigkeit des Quarzkristalls notwendig aus den Eigenschaften des Kristalls: der Kristall hat keine Energieniveaux, die dem von Licht entsprechen, er kann Licht nicht absorbieren. Diese Notwendigkeit lässt sich beim neuronalen System nicht herleiten. Zudem sind gewisse neuronale Prozesse dem höheren Bewusstsein zugänglich, andere nicht.

Komplexes System

Bieri fordert Vorhersehbarkeit, wenn er von dieser Notwendigkeit spricht. Er fordert Vorhersehbarkeit als unabdingbar für eine naturalistische Erklärung. Die Erforschung komplexer Systeme hat gezeigt, dass ein System kausal begründet sein kann und dennoch keine Vorhersehbarkeit aufweist. Man kann diese Forderung heute kaum noch aufrechterhalten. Zudem erzeugen komplexe Systeme etwas fundamental Neues. Für Bieri ist höheres Bewusstsein so etwas fundamental Neues. Dies lässt sich mit der "Emergenz" chaotischer Systeme heute viel besser beschreiben.

Kognitive Begrenzung; es fehlt uns die Sprache

Bieri wirft die Frage auf, ob unser Denken und Wissen eine Beschränkung aufweisen, so dass wir das Phänomen des reflektiven Bewusstseins nicht adäquat fassen können. Er antwortet dann, dass uns vorerst womöglich noch die Sprache fehlt, um diese Phänomene zu beschreiben. Dies ist ein sehr schöner und meiner Meinung nach ein sehr schöner Gedanke und eine tiefsinnige Wahrheit. Nur schon die 20 Jahre nach

³⁹ Ich halte mich an die Definitionen der Neurologen und rede vom primären und vom höheren oder reflexiven Bewusstsein, wenn die Philosophen dieses höhere Bewusstsein meinen.



Bieris Artikel haben uns mit viel zusätzlicher Sprache versehen.

5.5 Komplexe Systeme

Wenn man auf den Seiten 183-185 von Edelman alle expliziten und impliziten Informationen zusammennimmt, ergeben sich für ein komplexes System folgende Eigenschaften (rot, die von Paul T. eingefügt)

1. Sehr grosse Auswahl möglicher Zustände
2. Sehr grosse Wechselwirkung zwischen den Subsystemen und mit dem Gesamtzustand
3. System kann hoch geordnete (integrierte) Zustände annehmen (z.B. mit vielen Symmetrien)
4. **System ist rückgekoppelt (reentrant)**
5. Wechselwirkung ist nicht linear

Solche Systeme haben ganz spezielle Eigenschaften (Edelman nennt oder kennt sie nicht)

- a) Schmetterlingseffekt
- b) keine Prognostizierbarkeit
- c) Emergenz

5.5.1 Wann kann sich ein solches System "entwickeln"? D.h. seine Entropie verringern?

- a) Wenn es einer Selektion unterworfen ist, die adaptive Zustände auswählen kann. (adaptiv= evolutionär erfolgreich, der Natur angepasst, fit in den Worten von Darwin)
- b) Wenn es lernfähig ist; es kann adaptive Zustände speichern.

5.6 Kritik traditioneller philosophischer Schulen

Bei der Kritik der wesentlichen Konzepte von Edelman, Damasio, Metzinger Kandel, Singer, Roth usw., fasse ich die Kritik von Braun in seiner Doktorarbeit zusammen: siehe http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/8088/pdf/Diss-Phil_BraunFinal.pdf (28.04.2015).

Er stützt sich wesentlich auf Bennet und Hacker.⁴⁰ Die Kritik stellt folgende Thesen auf:

- Das Konzept von Empfindungen als mentalen Objekten ist sinnlos (S. 84)
- Die Privatheit von Gefühlen (Damasio) beruht auf einem fehlgeleiteten Introspektionsbegriff (S. 91)

⁴⁰ Bennet M. R., Hacker P.M.S.: *Philosophical Foundations of Neuroscience*. Blackwell, Malden 2003.



- Die Konzepte beruhen auf einem inkohärent verwendeten Repräsentationsbegriff (S. 93)
- Das Selbst ist ein unsinniges Konzept (S. 113)
- Es gibt eine Erklärungslücke (S. 56)
- Aus naturwissenschaftlicher Empirie kann man keine Ethik ableiten (S. 40)
- Die Trennung in Qualia in primäre und sekundäre Qualia ist unsinnig. (S. 126)

Introspektionsbegriff

Gut sichtbar wird die Kritik am Introspektionsbegriff:

Braun: "*Eigene Empfindungen werden nie wie Wahrnehmungsgegenstände der Aussenwelt perzipiert.*"⁴¹

Weil:

- Der Beobachtungsprozess durch kein eigenes Sinnesorgan vermittelt wird.
- Man keine Beobachtungsbedingungen während des Inspektionsprozesses untersuchen kann (Bennet und Hacker)
- Private, mentale Objekte, die man introspektieren könnte und die eine subjektiv existierende Bewusstseinswelt bevölkern, nicht existieren.
- Emotionen einfach da sind. Es gebe keine kriterielle Rechtfertigung für deren Auftreten (auf Deutsch: Keine Kriterien, ob sie auftreten). Man müsse diese Emotionen deshalb auch nicht erschliessen (inferieren).

Dagegen:

- Es werden (bloss) Gedanken, Emotionen und Verhaltensweisen reflektiert und begrifflich erfasst.
- Die Introspektion beruht im Wesentlichen auf Sprachkompetenz. (P.T.: und nicht auf einer empirischen Untersuchung).

⁴¹ Braun 2011, S. 91.



6 Grafiken

6.1 Selbst nach Damasio



Proto-Selbst:

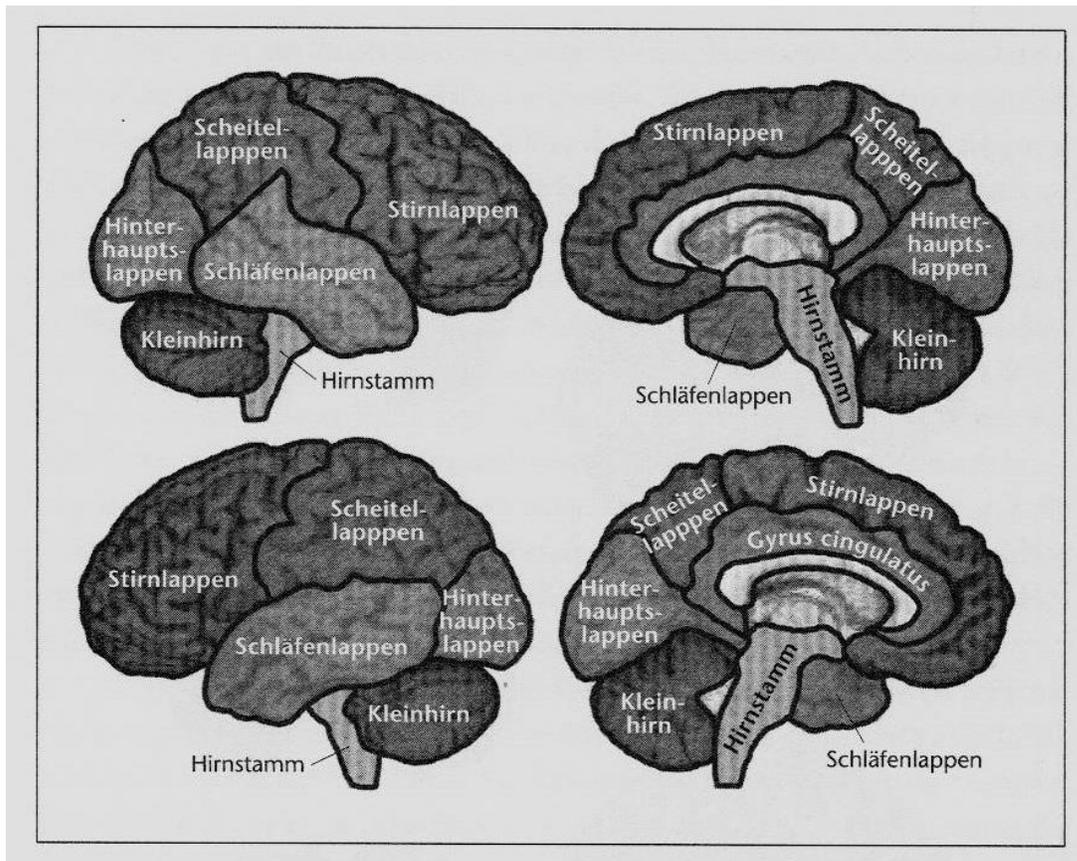
- feste Karten
- Homöostase

Kern-Selbst:

- variabel Karten
- Objekte

Autob.-Selbst:

- Aufmerksamk.
- gesp. Veränd.



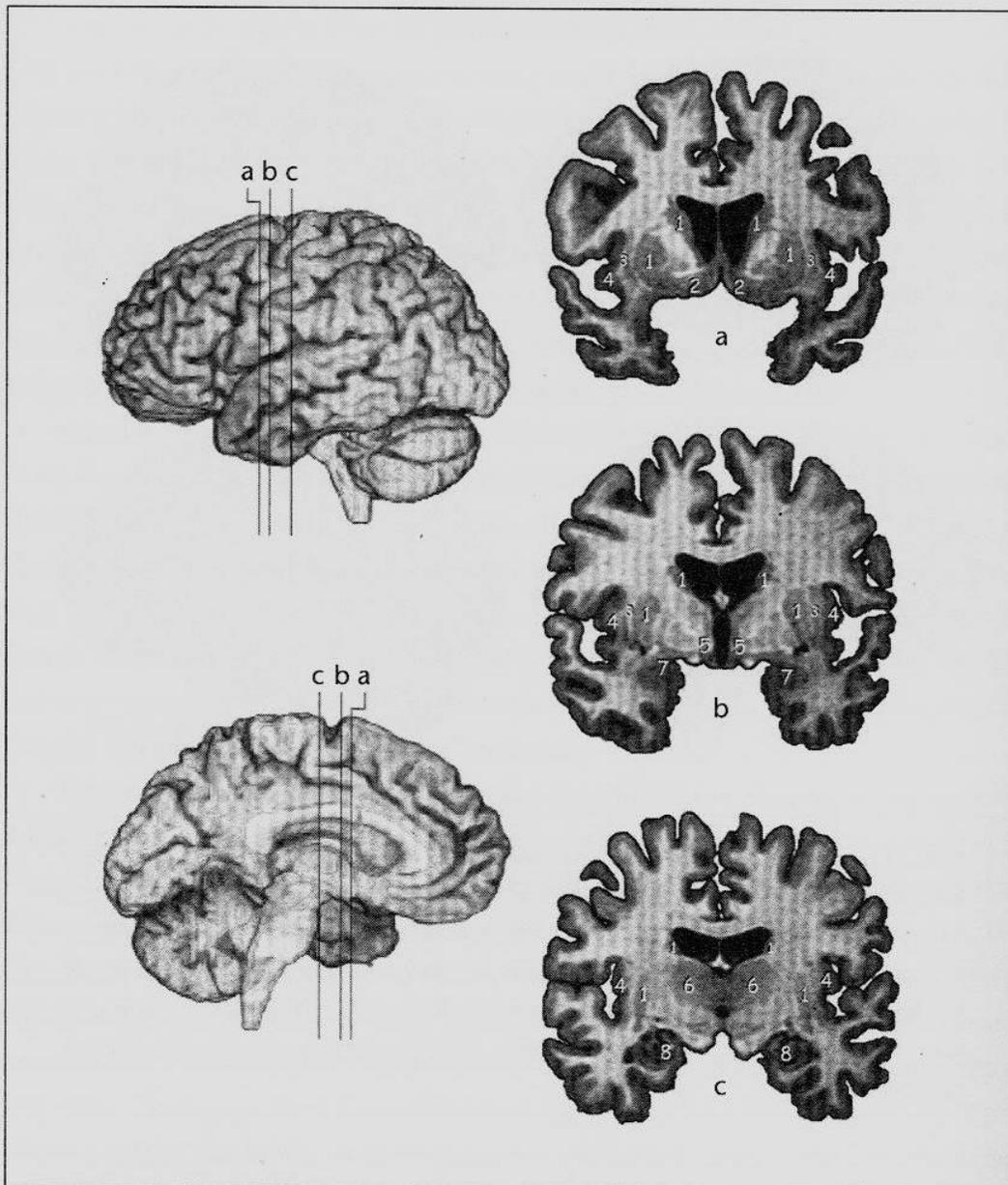


Abb. A.2. Die beiden Abbildungen links zeigen die dreidimensionale Rekonstruktion eines menschlichen Gehirns, von der Seite gesehen (oben) und nach einem Schnitt durch die Mittellinie (unten).

Rechts sind drei Schnitte durch das Gehirn dargestellt. Die Schnittebenen entsprechen den Linien *a*, *b* und *c*. In den Schnitten erkennt man eine Reihe wichtiger, unter der Oberfläche verborgener Gehirnstrukturen: 1 = Basalganglien, 2 = basales Vorderhirn, 3 = Claustrum, 4 = Inselrinde, 5 = Hypothalamus, 6 = Thalamus, 7 = Amygdala, 8 = Hippocampus. Die Großhirnrinde bedeckt die gesamte Oberfläche der Gehirnhälften bis in alle Furchen hinein. In den Schnittaufnahmen erscheint die Hirnrinde als dunkler Rand, der von der darunter liegenden, helleren weißen Gehirnsubstanz leicht zu unterscheiden ist. Die schwarzen Bereiche in der Mitte der Schnitte entsprechen den lateralen Gehirnventrikeln.



Hirnstamm: Allgemeines

Der **Hirnstamm** des **Gehirns** umfasst von oben nach unten das **Mittelhirn**, die **Brücke** mit dahinter lokalisiertem **IV. Hirnventrikel** sowie daran grenzendem **Kleinhirn** und ganz unten das **verlängerte Mark**, welches in das **Rückenmark** übergeht. Außerdem beinhaltet der Hirnstamm die Hirnnervenkerne des dritten bis zwölften Hirnnerven.

Mittelhirn

Das **Mittelhirn** weist im Gehirn eine Größe von 1,5 bis 2 cm auf und teilt sich von vorne nach hinten in die beiden **Hirnschenkel** (*Crura cerebri*), die **Haube** (*Tegmentum*) sowie die **Vierhügelplatte** (*Tectum*). Unterhalb der Vierhügelplatte tritt der **IV. Hirnnerv** (*Nervus trochlearis*) aus. Im Inneren verläuft der **Aquaeductus mesencephali** (*aquaeductus = Wasserleitung*) als Verbindung vom III. und IV. Ventrikel. Als Verbindung mit dem Kleinhirn verlassen die oberen **Kleinhirnschenkel** (*Pedunculi cerebellares superiores*) das Mittelhirn.

Bezüglich der wichtigen Kernen des Mittelhirns sind das zentrale **Höhlengrau** (*Substantia grisea centralis = zentrale graue Substanz*), die **Formatio reticularis** („*netzartige Formation*“, *Nervenzellnetzwerk*), die **Substantia nigra** (*schwarze Substanz*) mit melaninhaltigen Nervenzellen und der eisenhaltige **Nucleus ruber** (*roter Kern*) zu nennen. Desweiteren findet man im Mittelhirn die Kerne des III. und IV. Hirnnerven.

Brücke

Die **Brücke des Gehirns** besitzt ein dem Mittelhirn (Hirnstamm) vergleichbaren Aufbau: **Brückenfuß** (vorne), **Brückenhaube** (mittig) und **Velum medullare** (hinten; Velum = Segel, medullare = markhaltig).

Auch die Brücke besitzt mit den mittleren Kleinhirnschenkeln (*Pedunculi cerebellares medii*) eine Verbindung zum Kleinhirn.

Die Brückenhaube (Hirnstamm) enthält ebenfalls die **Formatio reticularis**, den **Locus caeruleus** sowie die Hirnnervenkerne der Hirnnerven V bis VIII.



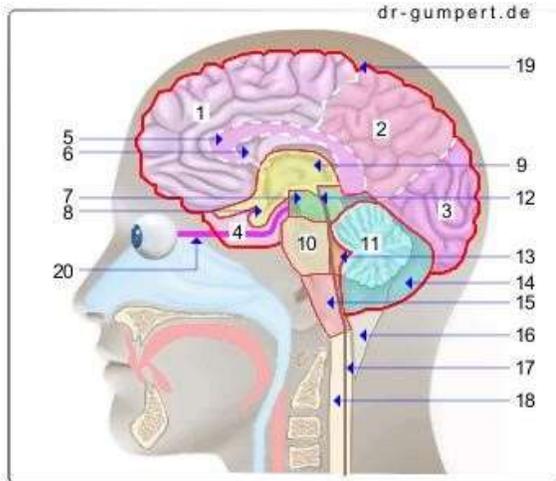


Abbildung Gliederung des Gehirns

Großhirn (1.- 6.) = Endhirn -
Telencephalon (Cerebrum)

1. Stirnlappen - *Lobus frontalis*
2. Scheitellappen - *Lobus parietalis*
3. Hinterhauptlappen - *Lobus occipitalis*
4. Schläfenlappen - *Lobus temporalis*
5. Balken - *Corpus callosum*
6. Seitliche Hirnkammer - *Ventriculus lateralis*
7. **Mittelhirn** - *Mesencephalon*

Zwischenhirn (8. und 9.) -
Diencephalon

8. Hirnanhangsdrüse - *Hypophysis*
9. Dritte Hirnkammer -

Ventriculus tertius

10. **Brücke** - *Pons*
11. **Kleinhirn** - *Cerebellum*
12. Wasserleiter des Mittelhirns - *Aqueductus mesencephali*
13. Vierte Hirnkammer - *Ventriculus quartus*
14. Kleinhirnhemisphäre - *Hemispherium cerebelli*
15. **Verlängertes Mark** - *Myelencephalon (Medulla oblongata)*
16. Große Zisterne - *Cisterna cerebellomedullaris posterior*
17. Zentralkanal (des Rückenmarks) - *Canalis centralis*
18. Rückenmark - *Medulla spinalis*
19. Äußerer Hirnwasserraum - *Spatium subarachnoideum (leptomeningeum)*
20. Sehnerv - *N. opticus*

Vorderhirn (*Prosencephalon*) = Großhirn + Zwischenhirn (1.-6. + 8.-9.)

Hinterhirn (*Metencephalon*) = Brücke + Kleinhirn (10. + 11.)

Rautenhirn (*Rhombencephalon*) = Brücke + Kleinhirn + Verlängertes Mark (10. + 11. + 15)

Hirnstamm (*Truncus encephali*) = Mittelhirn + Brücke + Verlängertes Mark (7. + 10. + 15.)



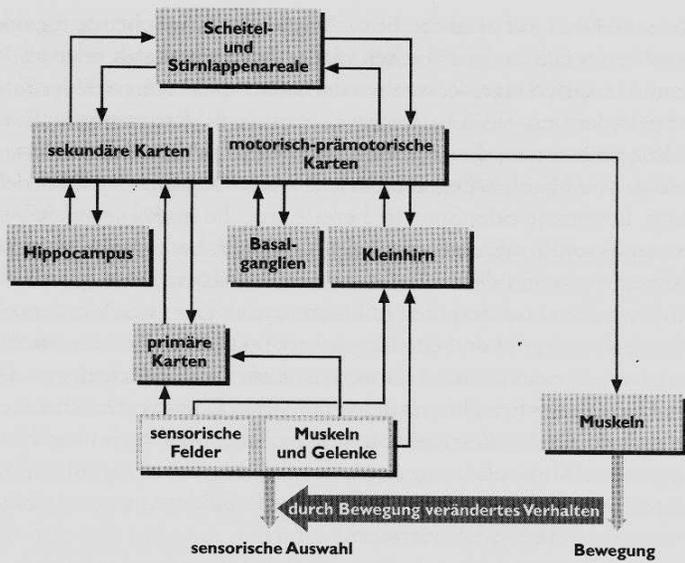


Abb. 8.1: ZEICHNERISCHE DARSTELLUNG EINER GLOBALEN KARTE. Eine solche Struktur besteht aus vielen einzelnen Hirnkarten, die mit Hippocampus, Basalganglien und Kleinhirn verknüpft sind. Signale aus der Außenwelt erreichen diese Karten, Outputs münden in Bewegung. Durch diese Bewegung wiederum verändert sich die Art und Weise, wie neue sensorische Signale aufgenommen werden. Eine globale Karte ist somit eine dynamische Struktur, die sich sowohl im Laufe der Zeit als auch durch Verhalten verändert. Ihre reentrant miteinander verknüpften lokalen Karten korrelieren Merkmale und Bewegung miteinander und machen die Wahrnehmungskategorisierung möglich.



7 Literaturverzeichnis

- Gehirn und Geist** Edlmann, Tononi: *gehirn und geist*. c.h.beck, München 2002.
- Die einzigartige Stellung des Selbst** Damasio: *Selbst ist der Mensch*. Pantheon, München 2013.
- Philosophische Grundlagen** Metzinger Thomas: *Bewusstsein. Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie*. Schöningh, Paderborn 1995.
- Das Selbst als ein "Als ob"-Prozessor** Metzinger Thomas: *Ego Tunnel. Eine neue Philosophie des Selbst: Von der Hirnforschung zur Bewusstseinsethik*. Berliner Taschenbuch Verlag, Berlin 2011.
Der erste Satz schreckt ab: "Unser 'Selbst' existiert gar nicht." Trotzdem ist das Buch sehr gut. Sauber in der Begrifflichkeit, durchdacht im Aufbau, überzeugend in der Argumentation und in den experimentellen Befunden. Die etwas polemische Schärfe will darauf hinweisen, dass wir naive Realisten sind, die die Welt in ihrem Hirn simulieren "als ob" sie so wäre, wie wir sie uns vorstellen.
- Definition Bewusstsein: Explananda der Psychologie** Bieri Peter: *Was macht Bewusstsein zu einem Rätsel?:* in Metzinger Thomas: *Bewusstsein. Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie*. Schöningh, Paderborn 1995, S. 61-S.77.
- Menschliche Kommunikation ist einzigartig** Tomasello Michael: *Die Ursprünge der menschlichen Kommunikation*. Suhrkamp, Frankfurt a. Main 2011
Die menschliche Kommunikation ist einzigartig, sie unterscheidet uns von den nächsten Nachbarn vor allem dadurch, dass Kommunikation durch Kooperation entsteht. Kompetent; aktueller Stand der Forschung zur Kommunikation.
- Schimpansen zeigen Vorformen des Menschlichen** Frans de Waal: *Primaten und Philosophen*. Hanser, München, 2008.
Liebevolle und eindruckliche Darstellung von Vorformen des Menschlichen bei Schimpansen. Klärt, was wir sind.
- Evolutionäre Erkenntnistheorie** Vollmer Gerhard: *Evolutionäre Erkenntnistheorie*. S. Hirzel, Stuttgart 6/1994
Standartwerk der Erkenntnistheorie. Interessant breit und teilweise auch recht tief. Gut in der historischen Übersicht über die Strömungen in der Philosophie.
- Informationstheorie** Lyre Holger: *Informationstheorie*. Fink, München 1/2002, (UTB Wissenschaft; 2289) ISBN 3-8252-2289-6



Umfassende, philosophisch-naturwissenschaftliche Darstellung des Konzepts Information in verschiedenen Wissenschaftsbereichen. Überzeugendes Informationskonzept. Sehr gut im Bereich Biologie, Evolution und Neurologie. Systematisch. Setzt sehr viel voraus; vor allem in den physikalischen Teilen. Sehr gut als Einführung in den neutralen Monismus und der Fundierung der Physik in der Information.

S = 4πM²

Verlinde Erik: *On the Origin of Gravity and the Laws of Newton*. arXiv: 1001.0785v1, [hep-th] 6.01.2010.

Der Artikel ist eine Wucht. Kann man die Naturgesetze, vor allem der Gravitation auf die Information zurückführen? Äquivalenz von Information (Entropie) und Masse ist womöglich noch revolutionärer als Einsteins Äquivalenz von Masse und Energie. Der Artikel braucht etwas Erklärung für den Begriff der Entropie und der Heisenbergschen Unschärfe, ebenso für das Konzept des Horizonts.

Kritischer Blick auf die Gene

Lewontin R.C.: *Biology as Ideology, the doctrine of DNA*. HarperPerennial, NY, 1991
ISDN 0-06-097519-9

Als Harvard Professor eine Kapazität. Als Denker ein Glücksfall: kritisch, anschaulich, engagiert. Lesenswert vor allem auch, weil er lange Zeit ein Rufer in der Wüste war.

Der Vater des induktiv- deduktiven Kreisprozesses

Kropotkin, Peter, *Moderne Wissenschaft und Anarchismus* Topia, Zürich 1978.
ISBN 3-85945-000-X

Der Begriff Anarchismus hat heute eine ganz andere Bedeutung als zur Zeit Kropotkins (Ende des 19. Jahrhunderts). Damals bezeichnete er die Vision einer selbstverwalteten Gesellschaft mit flachen Hierarchien und hoher Selbstverantwortung der Bürger. Der Autor ist verkannt, er war ein engagierter Wissenschaftler (Geograf) und kämpfte mit Herzblut zur Befreiung Russlands vom Joch ihrer Zaren. Etwas für Querdenker.

Technisch hervorragende Darstellung der Neurologie und ihrer philosophischen Implikationen

Roth Gerhard: *Fühlen Denken, Handeln: Wie das Gehirn unser Verhalten steuert*. Suhrkamp, Frankfurt a. Main 2001.
Sehr gutes Buch, auch wenn man nur das technische der Neurologie als Laie verstehen will. Z.T. besser als Edelman oder Damasio. Zudem auch philosophisch mit den Fragestellungen vertraut und tiefgreifend.

Ist Materie aus Geist aufgebaut?

Weizsäcker Carl Friedrich von: *Die Einheit der Natur*. Carl Hanser München 1979. Zitate nach der Ex-Libris Ausgabe von 1979.

Massive Kritik der

Bennet & Hacker: *Philosophical Foundations of Neuroscience*.



Grundlagen der Neuro- Wissenschaften

Blackwell, Malden USA 2005.
Kritisieren die Grundannahmen der Neurowissenschaften massiv. Zum Teil unnötig polemisch. Wegen ihrer z.T. nicht kompetenten Bezüge zu Physik und anderen Wissenschaften habe ich grösste Zweifel an dem, was sie vertreten.

Gewagt

Penrose Roger: *Shadows of the Mind. A Search for the missing Science of Consciousness*. Vintage, London 1995.
Im ersten Teil weist er die prinzipielle Unmöglichkeit des Verständnisses des Gehirns als Computer nach. Im zweiten Teil gibt er ein quanten-gravitationales Modell als Lösung des Problems an. Mich überzeugen beide Teile nicht, obwohl ich Penrose *sehr* schätze.

Wie baut das Gehirn abstrakte Begriffe auf?

G. Lakoff, R. Nuñez, *Where Mathematics Comes From*, Basic Books, NY, 2000, ISBN: 0-465-03771-2
Wie baut das Gehirn abstrakte Begriffe auf? Am Beispiel der Mathematik. Interessant, kompetent, geht ziemlich tief, da die beiden Autoren Top-Spezialisten auf ihrem Gebiet sind.

Künstliche Intelligenz anschauliche erklärt

Truttmann, P. (2021): *Künstliche Künstler. Kann Künstliche Intelligenz der Materie Geist einhauchen?* Baden-Baden: Academia.
Eine Einführung in die künstliche Intelligenz samt den zu Grunde liegenden mathematisch-physikalischen Konzepten (in einem Anhang). Kann KI den Menschen nachbilden? Dazu ist es nötig, zu verstehen, was den Menschen ausmacht. Dieses Buch stellt deshalb auch Grundlagen der Anthropologie dar.

