

Allgemeine Hirntheorie **III**

Bewußtsein, Freier Wille & Co.



Marc Schönwiesner

AG Neurobiologie, Universität Leipzig



„Conscious experience is at once the most familiar thing in the world and the most mysterious“

David J. Chalmers



Das Problem

Wenn wir uns verletzen, tut es weh. Aber warum?

Der physikalische Stimulus (eine Nadel z.B.) verursacht eine Kette von neuronaler Aktivität, die das Gehirn durchläuft; Natrium- und Kaliumionen strömen aus und in Nervenzellen.

Aber warum geht das mit einem schlechten Gefühl hand-in-hand?

Wenn ein Computer überhitzt ist und ein rotes Alarmlämpchen anschaltet, würde schließlich auch niemand behaupten, dass der Rechner sich schlecht fühlt.



Begriffsklärung?

Donald Hebb

*„Mind is the capacity for thought,
consciousness is a present activity of thought
and thought itself is an activity of the brain“*

Der philosophische Term *Zombie* beschreibt eine Person, die sich verhält und handelt wie eine normale Person, jedoch ohne innere Zustände, Gefühle usw...(Gedankenexperiment)

Die Tatsache, dass es sehr schwierig ist, sich so etwas vorzustellen, ist ein Beleg für die Bedeutung des Bewußtseins im täglichen Leben.

Bewußtsein ist vollkommen privat; man kann ein subjektives Erlebnis nicht direkt vermitteln.

Ich kann nicht beweisen, dass du Bewußtsein besitzt. (->*Solipsismus*)

Bewußtsein scheint graduell auftreten zu können (bewußtlose Zustände, Dämmerzustände...).



Standpunkte zum Bewußtsein

- 1** Alles Denken ist Berechnung; der Eindruck etwas bewußt wahrzunehmen wird schon durch Ausführung geeigneter Berechnungen geweckt.
- 2** Bewußtsein ist eine Eigenschaft physikalischer Vorgänge im Gehirn. Zwar lässt sich jeder tatsächliche Prozess rechnerisch simulieren, aber eine Simulation schafft noch kein Bewußtsein.
- 3** Die Hirnprozesse, die zu Bewußtsein führen schließen noch unbekannte physikalische Gesetze ein und lassen sich nicht angemessen simulieren.
- 4** Das Bewußtsein lässt sich überhaupt nicht wissenschaftlich erklären.
- 5** Bewußtsein ließe sich schon wissenschaftlich erklären, aber wir sind nicht intelligent genug, unser eigenes Denken zu verstehen.
- 6** Das Bewußtsein ist eine emergente Eigenschaft ausreichend komplexer informationsverarbeitender Systeme.



Bewußtsein erfordert eine immaterielle Seele

Platon

- immaterielle Seele in einem sterblichen Körper
- > Beginn des Geist-Körper - Problems (Dualismus)

Das platonische Konzept der Seele wurde später ins Neue Testament übernommen und findet sich in praktisch allen Glaubensrichtungen und Kirchen wieder.

René Decarte formalisierte das Geist-Körper - Problem (*res extensa & res cogitans*)

Karl Popper und Sir John Eccles sind die bekanntesten neueren Vertreter des Dualismus.

-> Dualismus ist zwar logisch konsistent, aber wissenschaftlich unbefriedigend.

Größtes Problem: Schnittstelle Geist <-> Körper



Bewußtsein kann nicht verstanden werden

Menschen können das Bewußtsein generell nicht verstehen!

Argument der Art:

Ein Staubsauger kann sich nicht selbst aufsaugen.

Menschen sind nicht intelligent genug, das Bewußtsein zu verstehen!

Argument der Art:

Weil ich nicht sehe, wie Bewußtsein entstehen kann, muss es über jedes menschliche Verständnis gehen.

Es ist viel zu früh, eine so einschneidend negative Position begründen zu können!!!



Bewußtsein ist eine Illusion

Daniel C. Dennett (1991, 2001) „Consciousness explained“

Bewußtsein ist eine Art linguistische und konzeptuelle Verwechslung.

„Zahnschmerzen“ bedeuten nichts anderes als verschiedene Handlungsdispositionen (Gesichtverziehen, Aufhören auf der Seite zu kauen usw.). Diese sind real, aber nicht der subjektive Schmerz.

Argument der Art:

Wenn wir das Problem ignorieren, geht es weg.

Für Leute mit Zahnschmerzen kommt das etwas überraschend!
Bewußtsein ist ein Fakt des Lebens und wir sollten versuchen es zu erklären.



Bewußtsein erfordert fundamentale neue Physik

Schon Eccles postuliert einen Zusammenhang zwischen der Interaktion Geist - Körper und der Heisenberg'schen Unschärferelation.

Roger Penrose (1995) „The emperors new mind“ und „Shadow of the mind“

Beweis, dass Mathematiker beim Aufstellen neuer Sätze z.T. nicht-algorithmisch denken -> das Denken das Ganzes ist im Rahmen der heutigen Physik nicht berechenbar.

Die z.T. ebenfalls nicht-berechenbaren Effekte der Quantengravitation könnten eine Basis für den unberechenbaren Geist sein.

Argument der Art:

Quantentheorie und Bewußtsein sind beide ziemlich mysteriös, also könnten sie was miteinander zu tun haben.



Bewußtsein erfordert fundamentale neue Physik

Argument gegen diese Sichtweise:

1) Auf Quantenebene ist die Welt nur statistisch beschreibbar und zeigt prinzipiell nicht-berechenbare Effekte.

2) Diese Effekte sind auf makroskopischer Ebene praktisch nicht vorhanden (Penrose diskutiert extensiv Möglichkeiten, im Gehirn Quanteneffekte auf makroskopische Ebene zu bringen - > Microtubuli)

3) Daraus folgt in keiner Weise, dass der Geist die statistisch determinierten Teilchen beeinflussen kann!!!

John Searle



Bewußtsein erfordert fundamentale neue Physik

David Chalmers

Information hat zwei Aspekte, einen physikalisch beschreibbaren, die Informationsverarbeitung an sich‘ und einen Erfahrungs- oder Erlebnisaspekt, der physikalisch nicht in Erscheinung tritt.

Jede Informationsverarbeitung, von einem Thermostat bis zum menschlichen Gehirn, geht daher mit einer z.T. rudimentären Art von Erleben und Bewußtsein einher.

(Auch wenn es sich sicher nicht nach besonders viel anfühlt, ein Thermostat zu sein.)

Interessante Ansicht, leider außerhalb der Wissenschaft, da nicht experimentell zu testen!

Details? Ist der Grad des Bewußtseins abhängig von der Systemarchitektur, oder dem „Hauptspeicher“ oder der Verarbeitungsgeschwindigkeit?...



Bewußtsein steht außerhalb der Wissenschaft

B. F. Skinner (1972) "Beyond freedom and dignity"

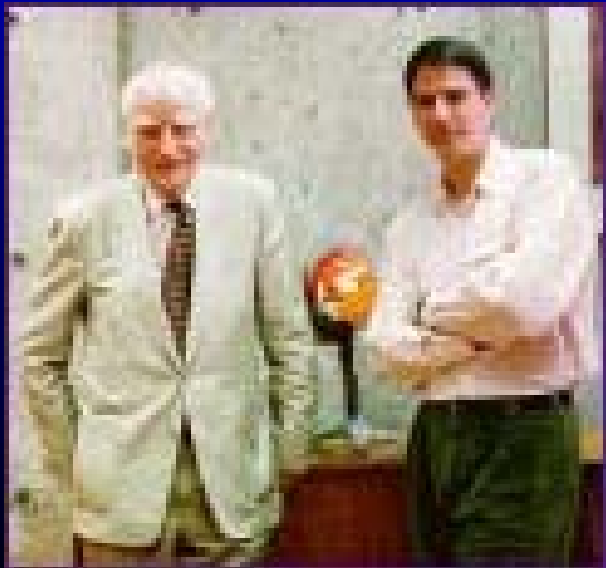
Bewußtsein ist nicht objektivierbar und fällt daher nicht in den Bereich der Naturwissenschaften!

-> Der von Skinner mitbegründete Behaviorismus untersucht nur objektive Reiz-Reaktionsbeziehungen; subjektive Zustände werden vernachlässigt.



Bewußtseinsforschung = Wissenschaft?

- 1) Bewußtsein ist ein philosophisches Problem und sollte lieber den Philosophen überlassen werden.
 - 2) Bewußtsein ist ein naturwissenschaftliches Problem, aber es ist noch zu früh es ernsthaft untersuchen zu können.
- > Bewußtsein taugt nur zur abendlichen Diskussion beim Bier



*Francis Crick & Christof Koch
„Consciousness and Neuroscience“*



Bewußtsein ist eine Eigenschaft komplexer Systeme

Crick & Koch (1990) „Towards a Neuroscience of Consciousness“

Philosophische Probleme (die zum größten Teil seit 2000 Jahren ungelöst sind) mit dem Bewußtsein sollten vorerst außer Acht gelassen werden.

Pragmatische Arbeitshypothese:

Das Bewußtsein entsteht aus Neuronenpopulationen.

Such nach dem *neuronal correlate of consciousness* (NCC) mit wissenschaftlichen Methoden (Experimente!!!)



Parallelen zum Problem ‚Leben‘

Crick & Koch (1990) „Towards a Neuroscience of Consciousness“

Wie kann aus einem Haufen chemischer Reaktionen Leben entstehen? Wie kann Leben aus toter Materie entstehen?

Vitalismus ... Postulat einer Lebenskraft (*elan vital*), die lebendige Organismen durchdringt.

‚Leben‘ ist eine neue Qualität, die in toter Materie nicht vorhanden ist. Folglich kann Leben nicht aus toter Materie entstehen, es muss etwas hinzukommen!

‚Bewußtsein‘ ist eine neue Qualität, die in unbewußter Materie nicht vorhanden ist. Folglich kann Bewußtsein nicht aus unbewußten Komponenten entstehen, es muss etwas hinzukommen!



Bewußtsein ist eine Eigenschaft komplexer Systeme

Erwin Schrödinger (1944) "Mind and Matter"

- 1) Mein Körper funktioniert als mechanisches Gerät entsprechend den Naturgesetzen.
 - 2) Dennoch weiß ich, durch direkte Erfahrung, dass ich seine Bewegungen, deren Konsequenzen ich vorhersehe, steuere.
- > ICH kontrolliere die Bewegungen meines Körpers entsprechend den Gesetzen der Physik.

„Welcher materielle Prozess geht direkt mit Bewußtsein einher?“

„Bewußtes Erleben geht mit Lernen einher, das ‚wissen-wie‘ ist unbewußt.“



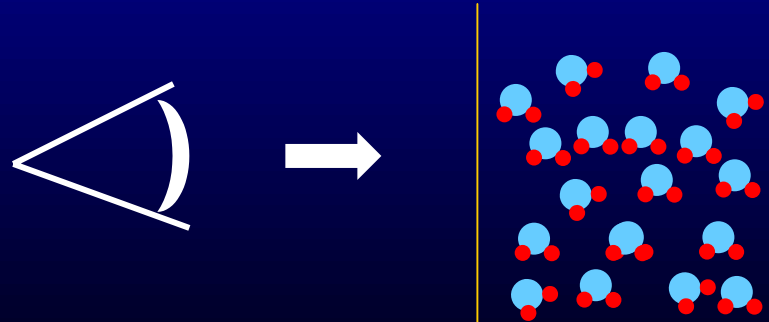
Bewußtsein ist eine Eigenschaft komplexer Systeme

William James (1890) "The principles of psychology"

Bewußtsein kann keine emergente Eigenschaft sein!

-> kleinere Einheiten können sich nicht selbst als nicht-lineares System 'bemerken'.

Um emergente Eigenschaften zu sehen braucht man einen Beobachter außerhalb des Systems.





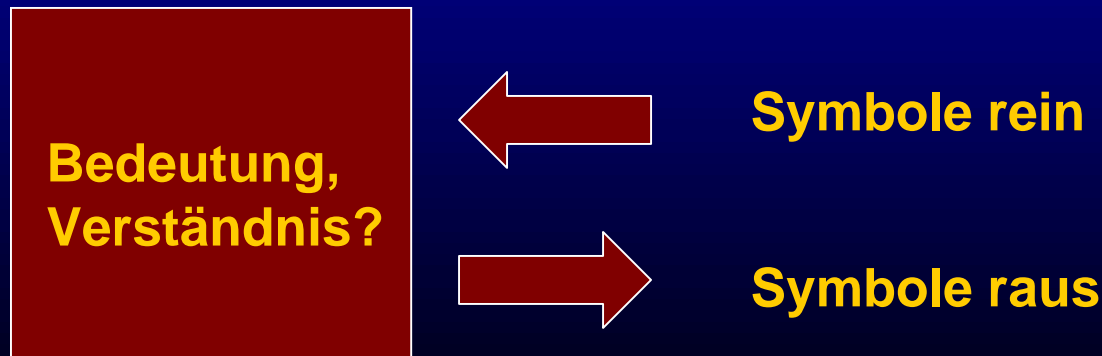
Bewußtsein ist eine Eigenschaft komplexer Systeme



John Searle (1984) "Minds, Brains and Science"

Aus einem rechnerischen (syntaktischen) Prozess kann keine Bedeutung (Semantik, *Intensionality*) entstehen.

➔ Das Gedankenexperiment des Chinesischen Zimmers verdeutlicht dieses Problem.





Bewußtsein ist eine Eigenschaft komplexer Systeme

I'm just manipulating squiggles and squoggles to produce Chinese language behavior. But I don't understand Chinese. This rule book is in English.

Take a squiggle-squiggle sign from basket number 1 and put it next to a squoggle-squoggle sign from basket number 2.

在這屋裡的任何人或物，一定懂中文。

[Whoever or whatever is in that room is an intelligent Chinese speaker!]





Kann Bewußtsein mit einem Computer simuliert werden?

John Searle (1984) "Minds, Brains and Science"

Hauptargument gegen starke KI: chinesisches Zimmer

**Die Simulation eines Vorgangs ist nicht der Vorgang selbst!
Aus Schwierigkeiten bei der Simulation eines Vorgangs
lassen sich keine Rückschlüsse über den Vorgang selbst
ziehen.**

**-> Wir können eine Verbrennungsreaktion oder einen Tornado
simulieren, ohne das es heiß oder windig wird.**

**-> Es ist relativ kompliziert, einen Fußabdruck im Sand aus
der Druckverteilung und den Interaktionen der Sandkörner zu
errechnen, das heißt nicht, dass es für den Sand irgendwie
schwierig ist. Der Fußabdruck „passiert einfach“.**



Kann Bewußtsein mit einem Computer simuliert werden?



Ist Bewußtsein ein Rechenprozess und kann als solcher implementiert werden?

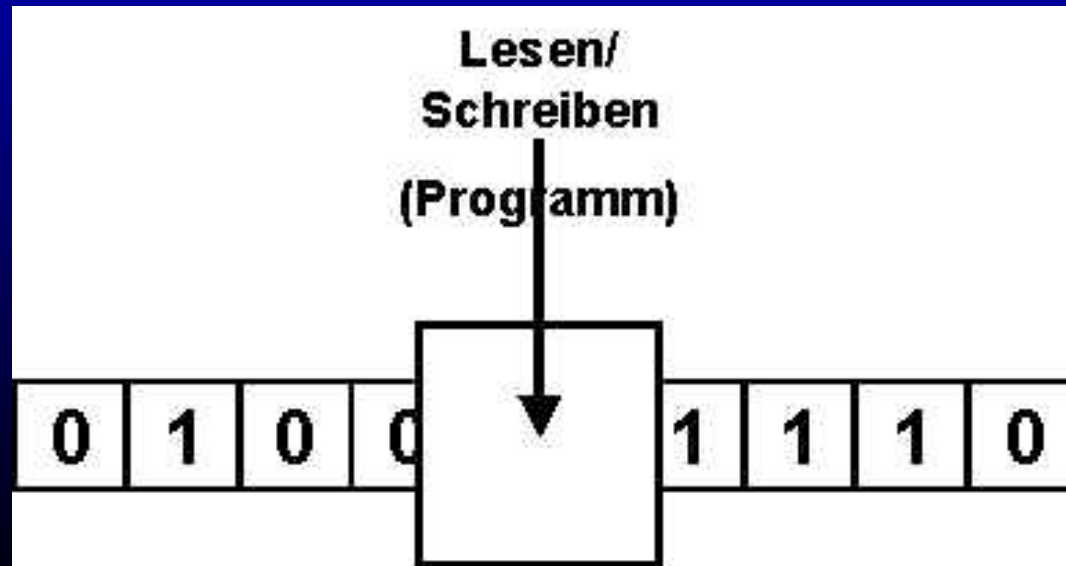
Der Begriff der Berechenbarkeit wurde formalisiert von **Alan Turing (1912-54)**:



Die Turing - Maschine

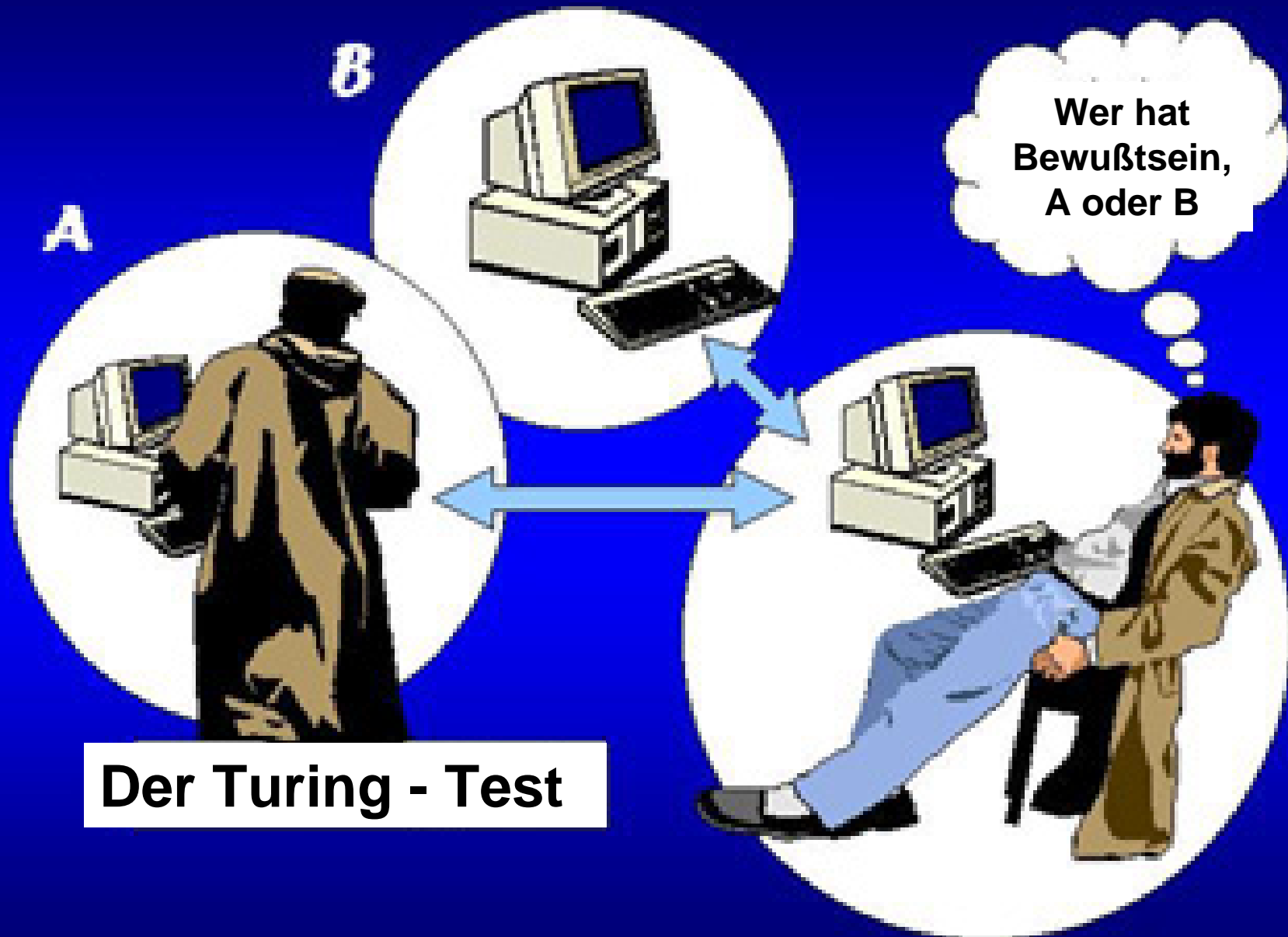


Der Turing - Test





Kann Bewußtsein mit einem Computer simuliert werden?



Der Turing - Test



Kann Bewußtsein mit einem Computer simuliert werden?

Searle: „The puzzeling question is: Why would anybody ever have thought, that digital computers could think or have emotions?“

Eine Computersimulation von Regen ist nicht nass, warum zum Teufel sollte die Computersimulation eines mentalen Zustandes selbst mentale Zustände haben?



Zurück zur Neurowissenschaft

Roger Sperry (1977) "Forebrain commissurotomy and conscious awareness"

Jede Hirnhälfte ist bewußtseinsfähig. Getrennte Hirnhälften können unabhängig wahrnehmen und lernen und sich sogar widersprechen.

Anm.: Heißt das, dass generell ausreichend getrennte Neuronenpopulationen Bewußtsein besitzen, ohne „voneinander zu wissen“?



Zurück zur Neurowissenschaft

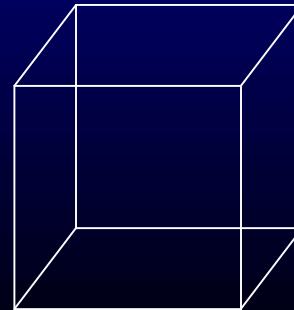
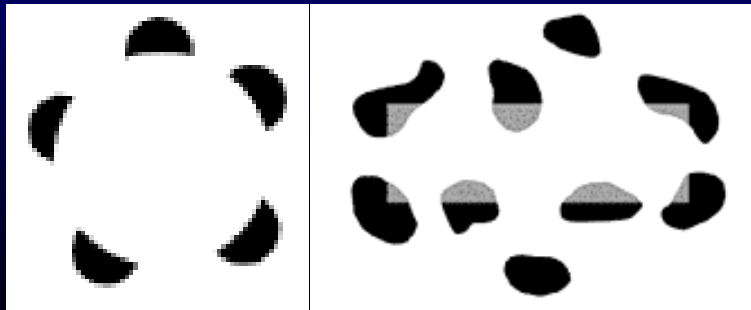
Eine naturwissenschaftliche Herangehensweise muss auf experimenten und überprüfbare Hypothesen basieren, nicht ‚nur‘ auf einer philosophischen Analyse!

Welche Experimente kann man machen?

Experimente mit Substanzen, welche das Bewußtsein ausschalten oder beeinflussen.

Suche nach Neuronenpopulationen, deren Aktivität mit bewußtem Erleben einhergeht (NCC).

-> bistabile und mehrdeutige (visuelle Reize), Optische Täuschungen





Inhalte des Bewußtseins

Was ist uns bewußt?

Die allermeisten Hirnprozesse spielen sich außerhalb des Bewußtseins ab! (z.B. Aktivität in V1 scheint nicht bewußt zu sein)
-> Patientin D.F. kortikal blind, kann aber visuell geleitete Handbewegungen durchführen

- „on-line systems“ (Milner und Goodale)
- „zombie agents“ (Crick und Koch)

Online Systeme sind schnell und relativ automatisiert (hier geht es nicht um Reflexe!).

Warum bestehen wir nicht komplett aus solchen unbewußten Handlungssystemen?

-> „global workspace theory“ (z.B. Bernhard Baars)



Inhalte des Bewußtseins

Ray Jackendorff's „Intermediate Level Theory of Consciousness“

Idee: Wir sind uns unserer Denkprozesse nicht bewußt, sondern erleben nur eine Art ‚sensorische‘ Repräsentation der fertigen Gedanken.

siehe Benjamin Libet

Karl Lashley „Cerebral Organization of Behaviour“

„No activity of mind is ever conscious.“

Wenn wir eine komplexe Szene betrachten sehen und denken wir sofort in Kategorien und Objekten, es gibt kein Erleben des Prozesses der diese Objekte zusammenfügt.

Das selbe gilt für die Sprachproduktion. Wir denken in Worten und Sätzen, alle grammatikalischen Objekte fallen automatisch an die richtige Stelle; wir erleben nichts von dem Prozess, der das bewerkstelligt.



Bewußtes Erleben und Zeit - Benjamin Libet

Direkte elektrische Stimulation des somatosensorischen Kortex, Vergleich der zeitlichen Abfolge von Stimulation und subjektivem Erleben

1.1 Vom Beginn der Stimulation vergehen 0.5 Sekunden bis die Kortikale Aktivität den Zustand erreicht, der Voraussetzung für bewußtes Erleben ist (,neuronal adequacy').

1.2 Eine ähnliche Verzögerung gibt es bei subkortikaler oder peripherer Stimulation (elektrischer Reiz am Finger) geben, wobei die Leitungszeit nur 15-20 ms ausmacht.

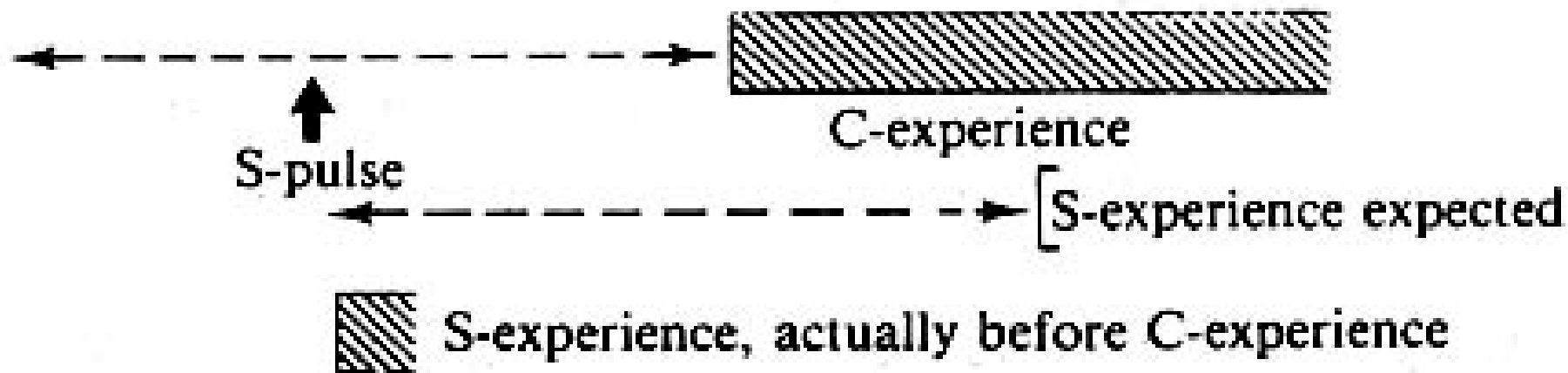
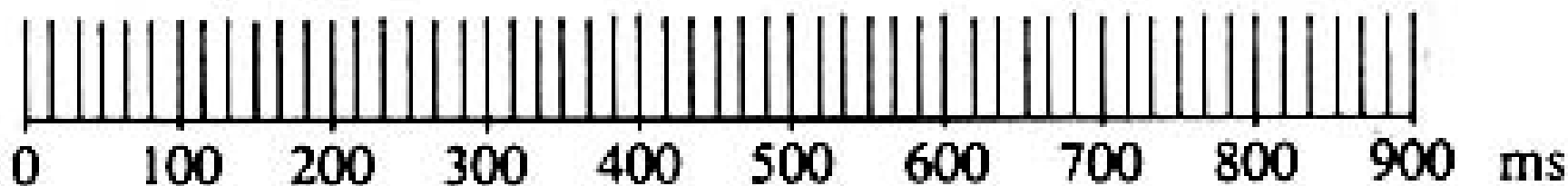
2.1 Wenn ein peripherer Stimulus *nach* (0.2-0.3s) einem kortikalen Stimulus appliziert wird (CS-SS), berichten die Patienten den umgekehrten Ablauf (SE-CE)!



Bewußtes Erleben und Zeit - Benjamin Libet

Das Erleben des peripheren Stimulus wird in der Zeit zurückversetzt (,backward refferal in time' ,antedating')!

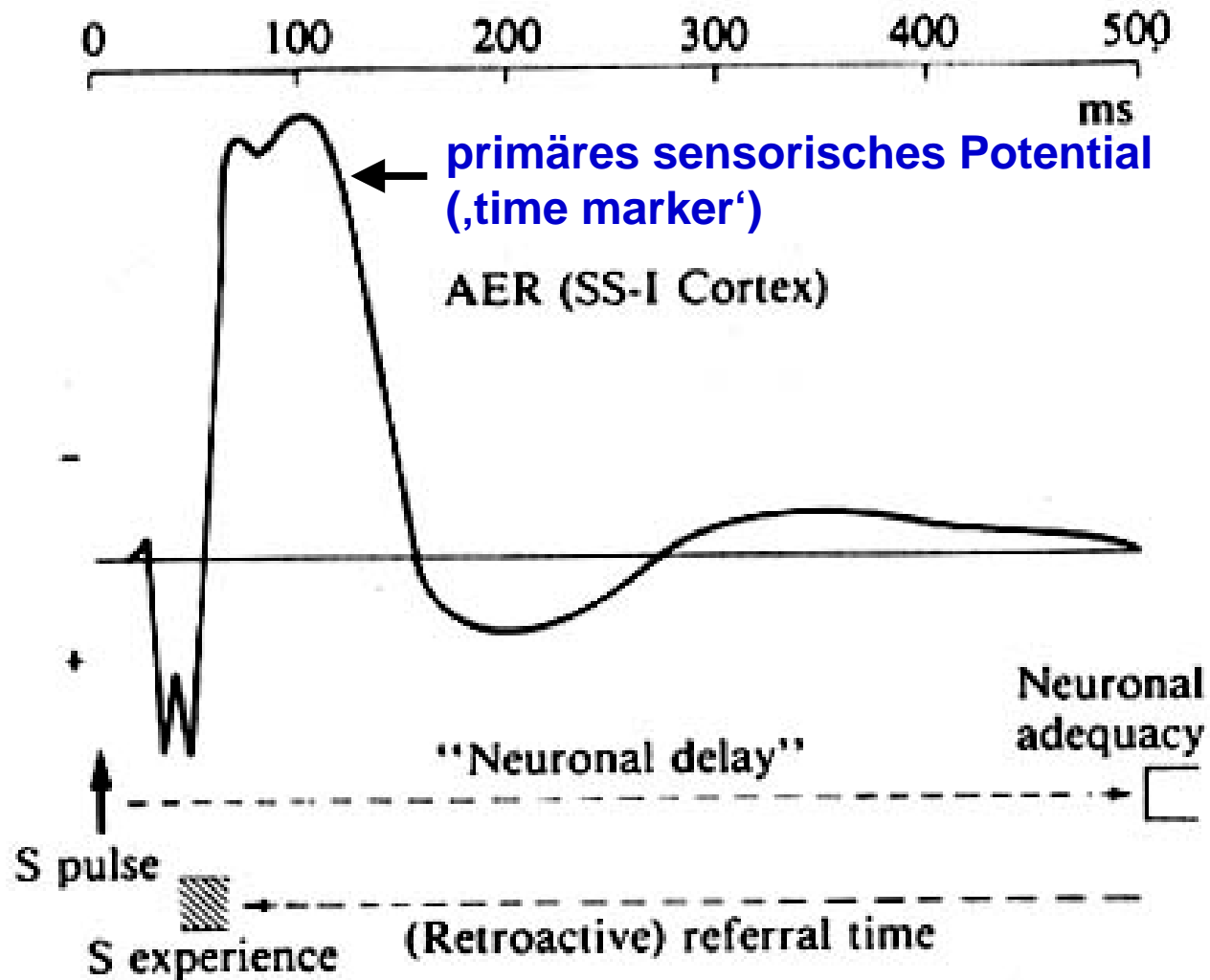
C-train (60 pps)





Bewußtes Erleben und Zeit - Benjamin Libet

Retroactive referral (antedating) of subjective sensory experience

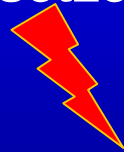




Der Freie Wille

Das Problem:

1) Wir leben in einer physikalisch determinierten Welt, die entsprechend den Naturgesetzen abläuft.

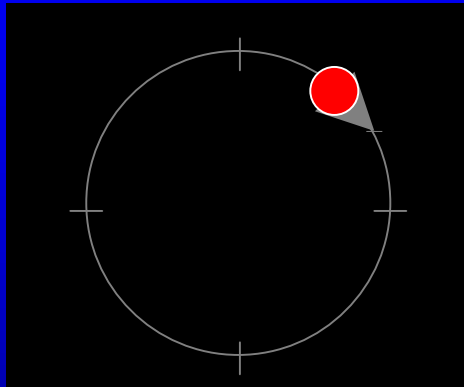


2) Wir haben das Gefühl, frei handeln zu können. Wir hätten uns in jeder Situation auch anders entscheiden können.

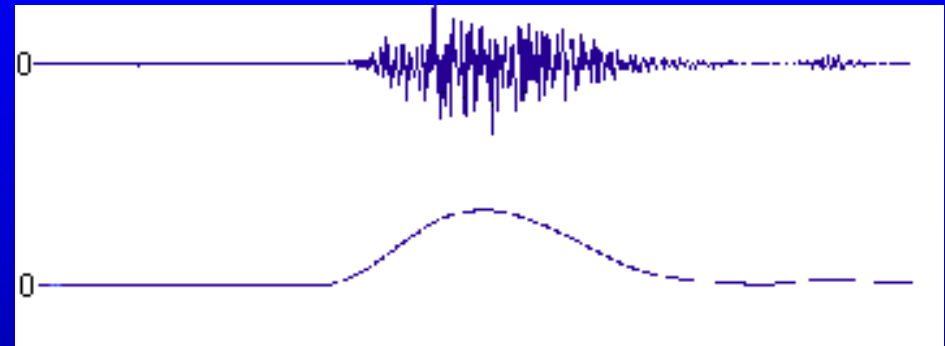


Freier Wille? - nochmal Benjamin Libet

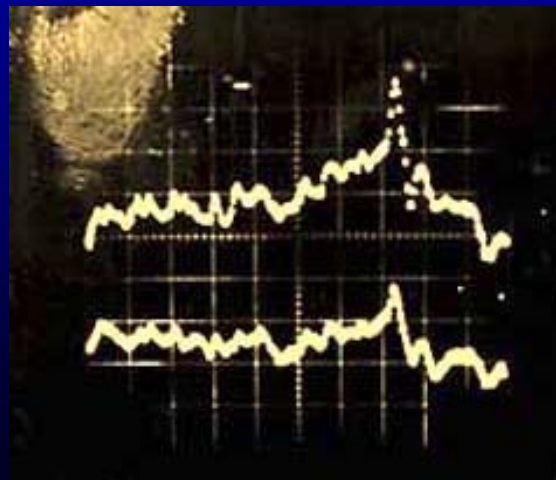
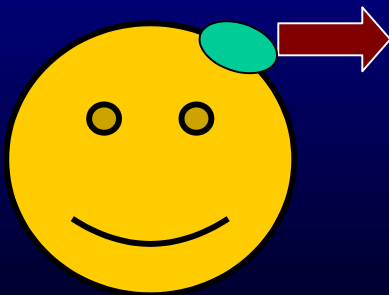
Zeit des Entschlusses



Zeit der Ausführung (Muskelpotential)



Zeit des Bereitschaftspotentials



Das Bereitschaftspotential ist messbar **bevor** (0.3 sec) die Person den bewußten Entschluss zum Knopfdruck fasst!



Standpunkte zum Bewußtsein

- 1** Alles Denken ist Berechnung; der Eindruck etwas bewußt wahrzunehmen wird schon durch Ausführung geeigneter Berechnungen geweckt.
- 2** Bewußtsein ist eine Eigenschaft physikalischer Vorgänge im Gehirn. Zwar lässt sich jeder tatsächliche Prozess rechnerisch simulieren, aber eine Simulation schafft noch kein Bewußtsein.
- 3** Die Hirnprozesse, die zu Bewußtsein führen schließen noch unbekannte physikalische Gesetze ein und lassen sich nicht angemessen simulieren.
- 4** Das Bewußtsein lässt sich überhaupt nicht wissenschaftlich erklären.
- 5** Bewußtsein ließe sich schon wissenschaftlich erklären, aber wir sind nicht intelligent genug, unser eigenes Denken zu verstehen.
- 6** Das Bewußtsein ist eine emergente Eigenschaft ausreichend komplexer informationsverarbeitender Systeme.



ENDE

