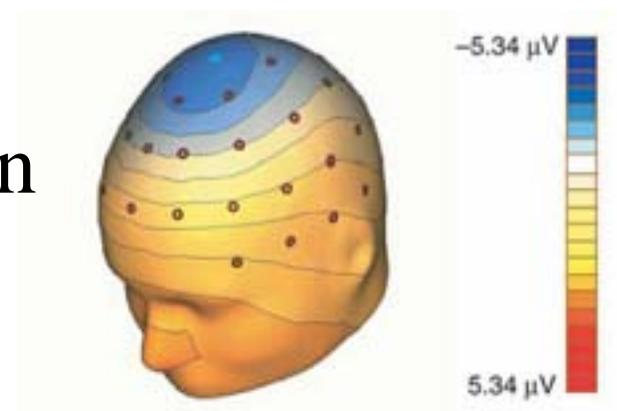




---

# Neurophysiologie des Bewusstseins: Kann man Bewusstsein messen?

Boris Kotchoubey  
Universität Tübingen



# Gliederung

---

1. Bewusstsein – was ist das und wo:
  - „drinnen“?
  - „draußen“?
  - „zwischen“?
2. Was können wir messen und was können wir (noch) nicht?
3. Eine Bemerkung zur Ethik der Wachkoma-Forschung

**„How can one know that **other people** have *minds*? How can one know that they are *conscious beings* like oneself? These questions paraphrase the notorious *other minds problem*, which ... deserves the neurologists' interest ... when they try to establish an empirical method of ascribing consciousness to patients with lesions of the central nervous system.“**

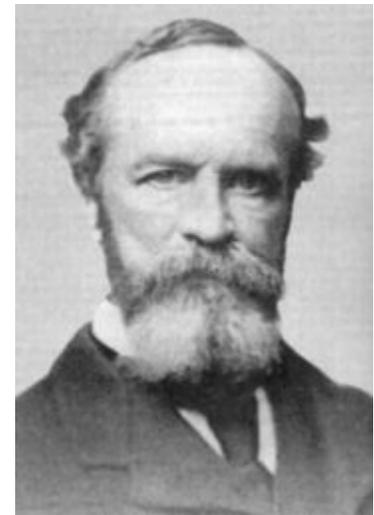
Kurthen M. et al. *Theoretical Medicine*, 1991, 12, p. 69

Bewusstsein kann nicht definiert  
werden, da kein Oberbegriff  
möglich ist

---

**William James (1842-1910):**

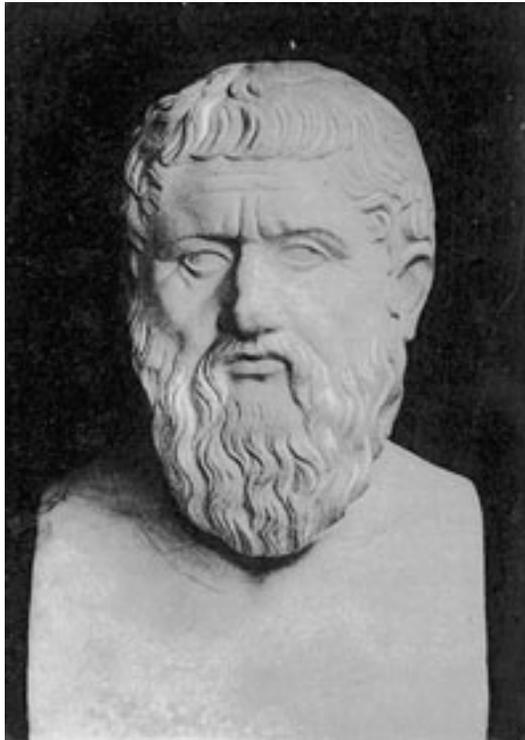
Bewusstsein ist etwas, was jeder kennt, aber  
keiner kann genau sagen, was es ist



William James

# Innere Welt?

---



**Platon (427-347 v.Chr.)**  
Wahrscheinlich die erste  
Formulierung der Idee über  
„das Innere“ im Menschen



**Descartes (1596-1650)**

Die Welt besteht aus zwei  
Substanzen: Materie und Geist. Die  
erste existiert im Raum. Der zweite  
wird durch die Fähigkeit zum Denken  
gekennzeichnet

# Innere Welt?

---

„What it is like to be a  
bat“?  
Wie fühlt es sich, eine  
Fledermaus zu sein?



# Alternative: Bewusstsein in der Welt...

---



John **Dewey** (1859-1952)

Mentale Prozesse sind untrennbar von dem Handeln des Menschen in der Welt. Das Psychische entsteht in dieser täglichen aktiven Wechselwirkung zwischen Mensch und seinem Umfeld.

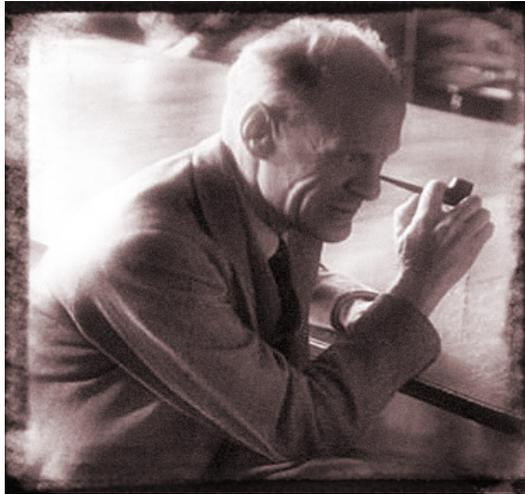


Martin **Heidegger** (1889-1976)

Der Mensch ist in seine Welt „geworfen“. Er ist in dieser Welt und ein Teil dieser Welt. Sie ist ihm vertraut und er macht sie sich zu eigen. Er erklärt sich und versteht sich durch seine Welt

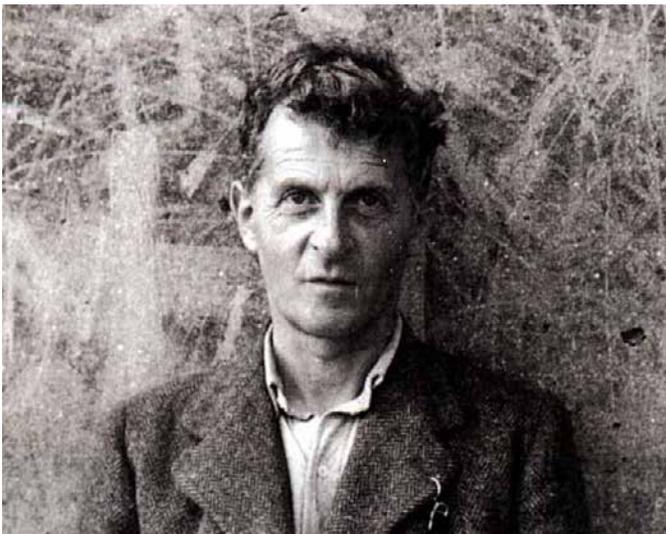
# ... und in der Sprache

---



Gilbert **Ryle** (1900-1976)

Geist ist keine Substanz sondern die Gesamtheit geistiger Fähigkeiten



Ludwig **Wittgenstein** (1889-1951)

Wir drücken unser Bewusstsein tagtäglich in der Sprache (un anderen Zeichen und Anzeichen) aus

outside. Third, we can turn the standard picture against itself, and use the difficulties we encounter to motivate a better picture, one that preserves what is right about the traditional view but discards the Cartesian framework.



Figure 10.7

Drawing by Gahan Wilson © 1990 The New Yorker Magazine, Inc. Reprinted with permission.

What happens when we speak? At the heart of our everyday conception of this there is a truism: Provided we're not lying or insincere, we say what we think. To put it more elaborately, we express one of our beliefs or thoughts. Suppose, for instance, you see the cat anxiously waiting by the refrigerator and you say, "The cat wants his supper." This expresses your belief that the cat wants his supper. In expressing your belief, you are reporting what you take to be a fact about the cat. In this case you're reporting the cat's desire to be fed. It's important to note that you're not reporting your belief, or expressing the cat's desire. The cat is expressing his desire by standing anxiously by the refrigerator, and you, noticing this, use it as the basis — the evidence — for your report. There are many ways of expressing a mental state (such

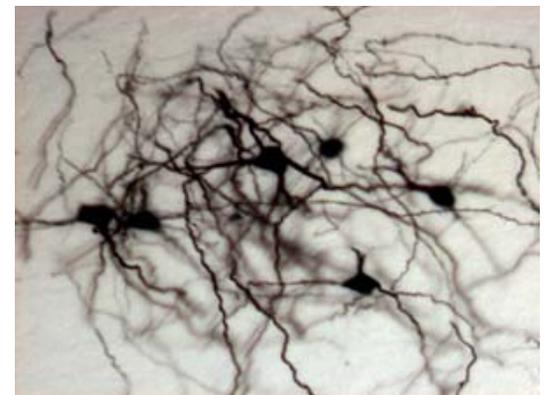
In der Kultur wachsen wir mit gemeinhin akzeptierten Kriterien des Bewusstseins auf.

Z.B. glauben wir alle, dass eine Person Bewusstsein besitzt, wenn diese komplexe **verbale Anweisungen** befolgen kann, wenn sie **Emotionen** hat oder wenn sie mit dem Leiden eines anderen **Empathie** zeigt. Diese natürlichen Verhaltensäußerungen des Bewusstseins (einschließlich verbalen Verhaltens, z.B. „ich habe Schmerzen“) hängen bei Gesunden mit verschiedenen **neurophysiologischen Maßen** zusammen.

# Neurologische Patienten

---

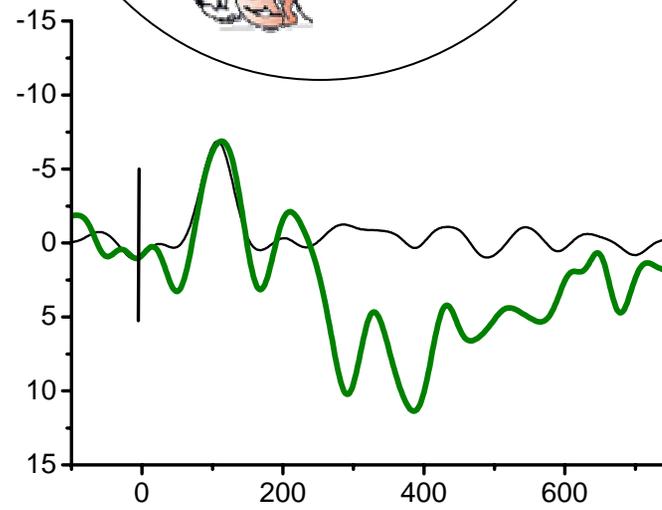
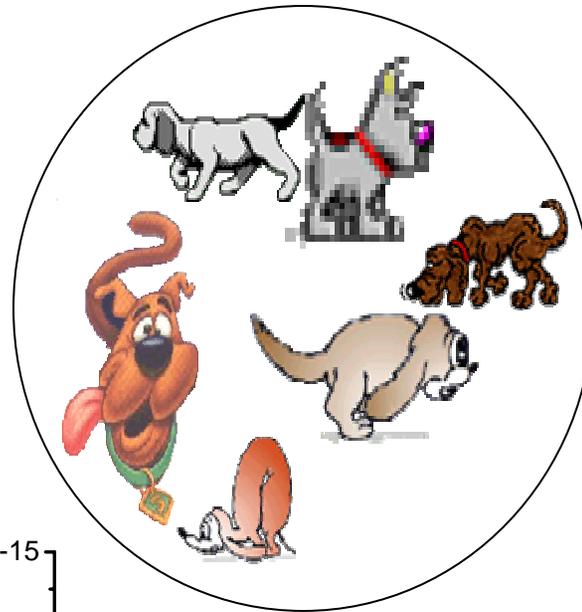
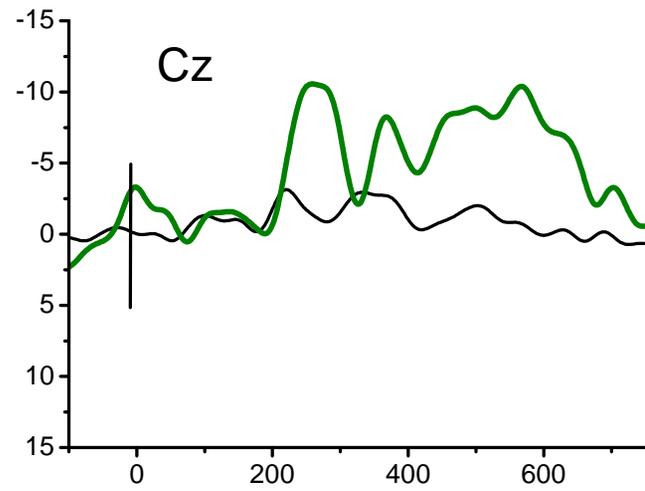
- der natürliche Ausdruck fehlt
- deshalb müssen wir uns allein auf die neurologischen Korrelate verlassen
- diese Korrelate sind oft unzuverlässig bzw. noch schlecht untersucht, weshalb unsere Beurteilung des Bewusstseins eines Patienten fehlerhaft sein kann
- **dies ist jedoch ein technisches Problem (Suche nach zuverlässigen neurologischen Korrelaten), kein prinzipielles philosophisches Problem!**



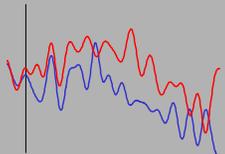
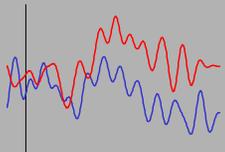
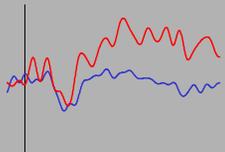
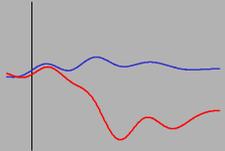
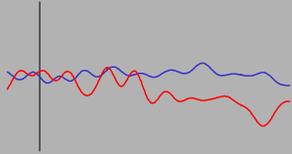
# Gliederung

---

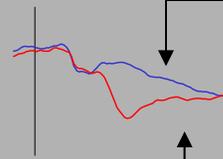
1. Bewusstsein – was ist das und wo:
  - „drinnen“?
  - „draußen“?
  - „zwischen“?
2. Was können wir messen und was können wir (noch) nicht?
3. Eine Bemerkung zur Ethik der Wachkoma-Forschung



## Frau G

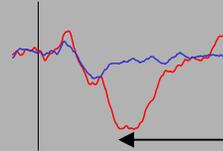


## Gesunde



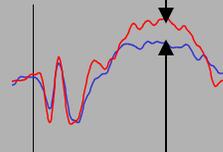
700 Hz (85%)

1600 Hz (15%)



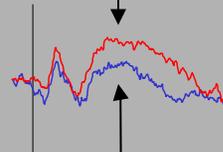
C-dur (85%)

G-moll (15%)



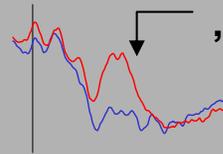
„Oh“ (Leid)

„Ou“, „Uh“, „Jau“ usw. (Freude)



„Stuhl-Maus“, „Katze-Tisch“

„Stuhl-Tisch“, „Katze-Maus“

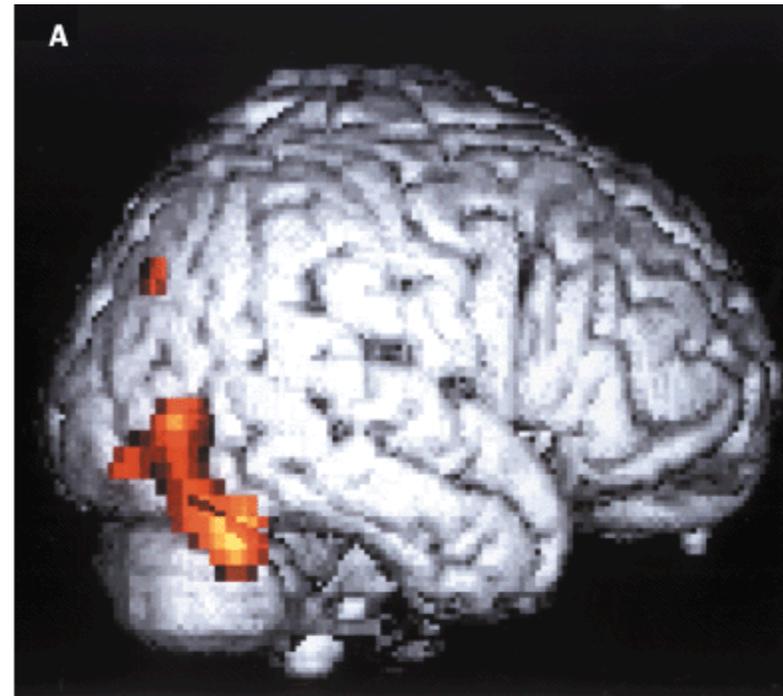


„Ich trinke Kaffee mit Socken“

„Ich trinke Kaffee mit Zucker“

F, 26. Apallisches Syndrom nach Hirnentzündung.

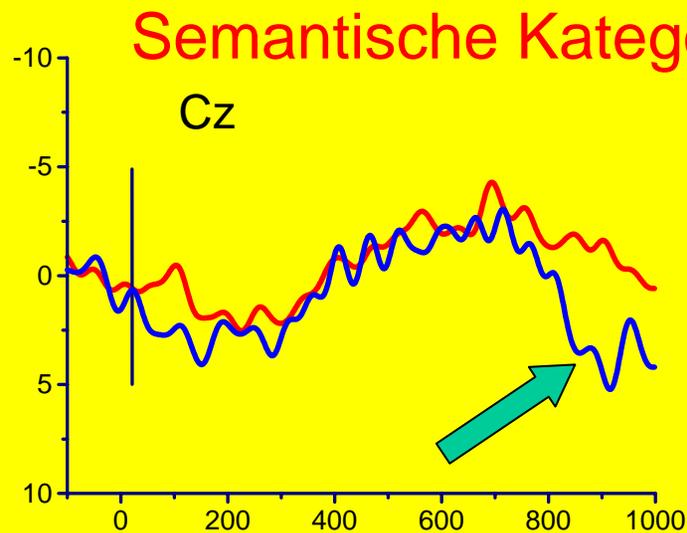
Darbietung der **bekanntesten Gesichter** versus zufällige Bilder vergleichbar nach Farbe, Größe und Beleuchtung.



B

Brain area	Stereotactic coordinates			Z score (uncorrected)	p
	X	Y	Z		
Right hemisphere					
Mid fusiform gyrus (area 37)	38	-64	0	3.90	0.001
Mid fusiform gyrus (area 37/19)	44	-66	-20	3.65	0.001
Extrastriate cortex (area 19/18)	42	-84	-12	3.36	0.001
Dorsal cerebellum	52	-58	-28	4.07	0.001

Patient RH. F, 16. Haemorrhage  
after successful tumor ablation.  
Vegetative state for 1 year

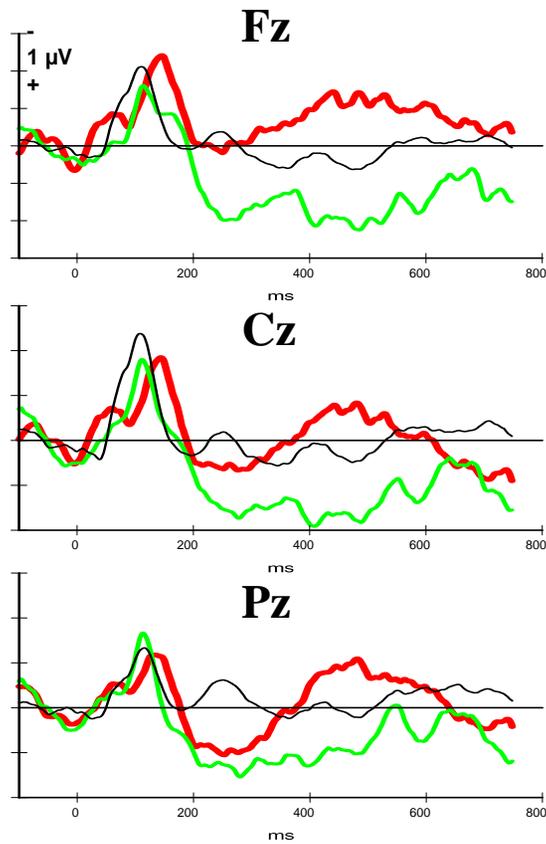


Wörter zu zählen: Tiger, Hund, Gans, Schwein, Wolf...

Sonstige Wortkategorien: Bein, Bauer, Blume, Hammer, Eiche, Arzt, Hand, Zange...

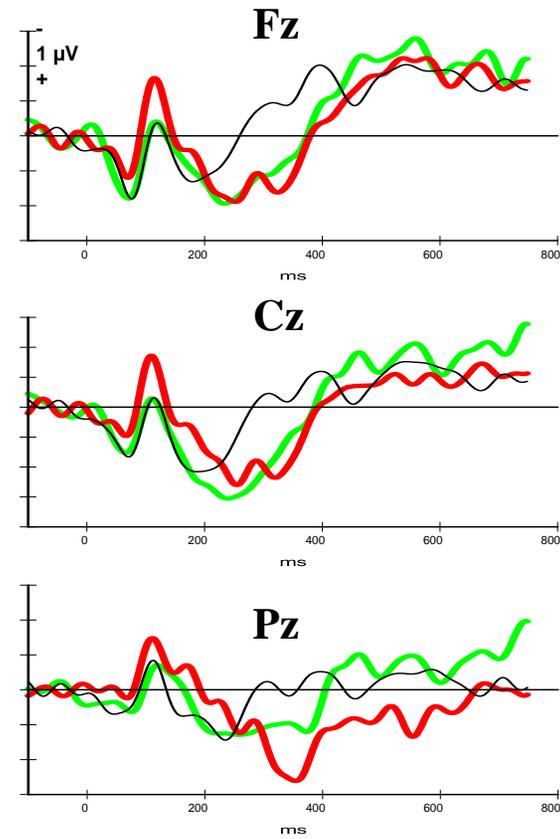
# Reaktionen auf den eigenen Namen

Frau R.F.



frequent —  
rare —  
name —

Gesunde



frequent —  
rare —  
name —

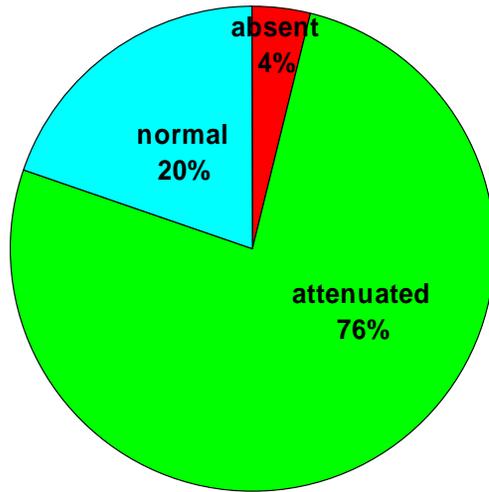
# Eine Meta-Analyse von 51 Studien (77 Datensätze) über elektrische Antworten des Gehirns auf **nicht wahrgenommene** Stimuli

---

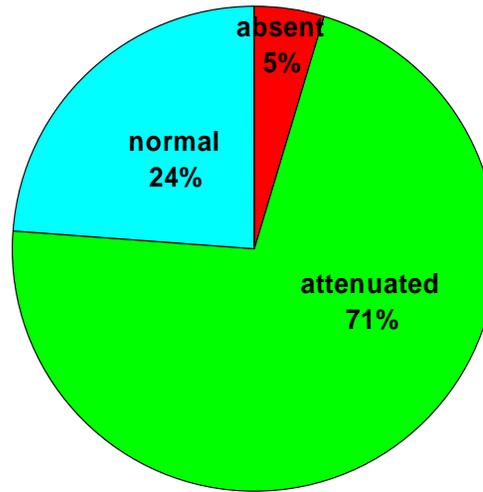
(Kotchoubey B: Two equations with three unknown – Event related potential correlates of consciousness. *Progress in Brain Research* 2005)

Stimuli werden nicht wahrgenommen wegen:  
Maskierung, sehr kurzer Reizdarbietung,  
Schlafes, Anästhesie, starker Ablenkung usw.

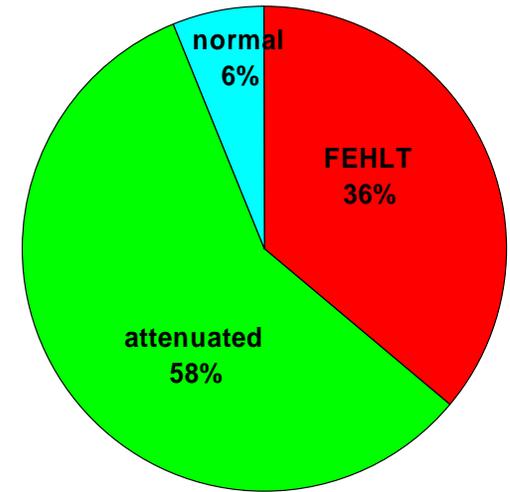
# ERP-Komponenten auf nicht wahrgenommene Reize:



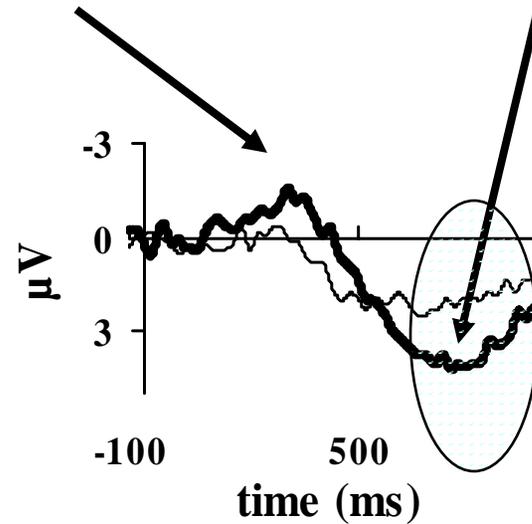
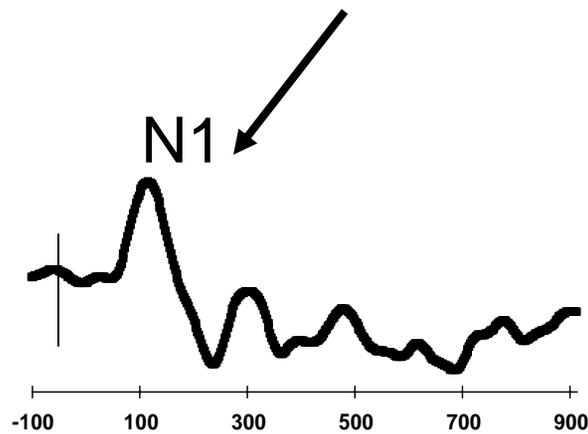
N1 (51 Studien)



N400 (21 Studien)



P3 (50 Studien)



# Die parietale P3-Welle ist am empfindlichsten gegenüber Störungen der klaren Reizwahrnehmung

---

Bedeutet das, dass ihre Präsenz das Bewusstsein beweist (z.B. im Wachkoma)?

Perrin et al., 1999:

**P3 im REM-Schlaf**

Shevrin, 2001:

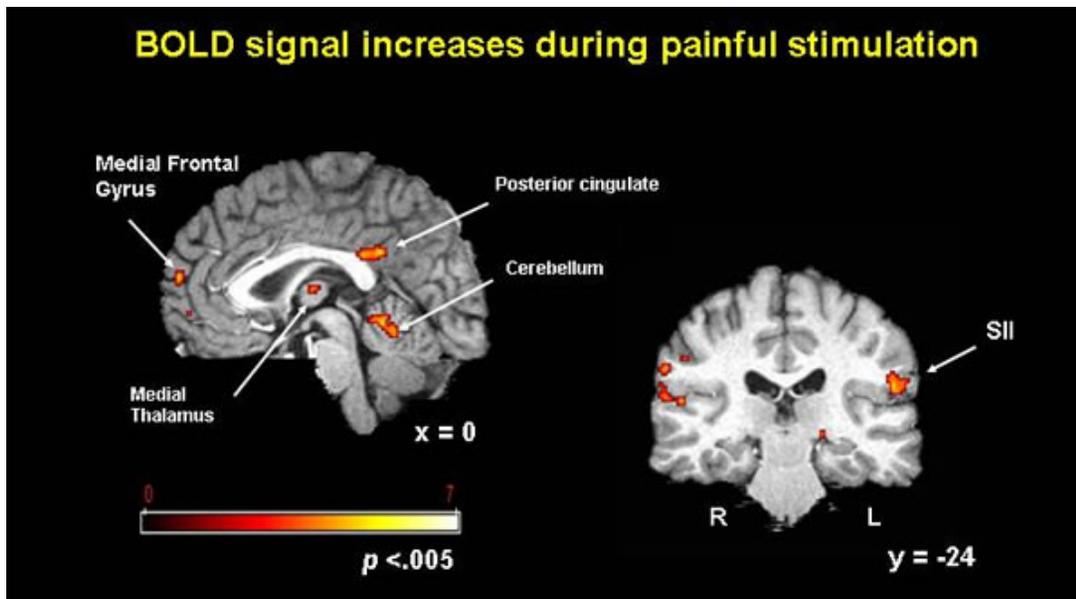
**P3 auf unterschwellige (1ms Dauer) Stimuli**

# Schmerz und Leiden



*„The true question is not: can they think?  
nor: can they feel? but: **can they suffer?**“*

Antony Ashley Cooper, Lord Shaftesbury, 18.Jh.

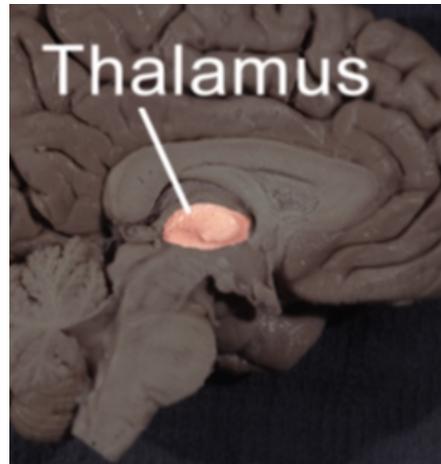


fMRI activations during painful stimulus.

Die Hirnstrukturen, die bei  
Gesunden auf Schmerz  
reagieren, sind im  
Wachkoma in der Regel  
nicht verletzt,  
mit Ausnahme von  
**THALAMUS**

# Schmerz und Leiden

---



Zwei Studien untersuchten Stoffwechsel im Gehirn bei Schmerzstimulation in Wachkoma

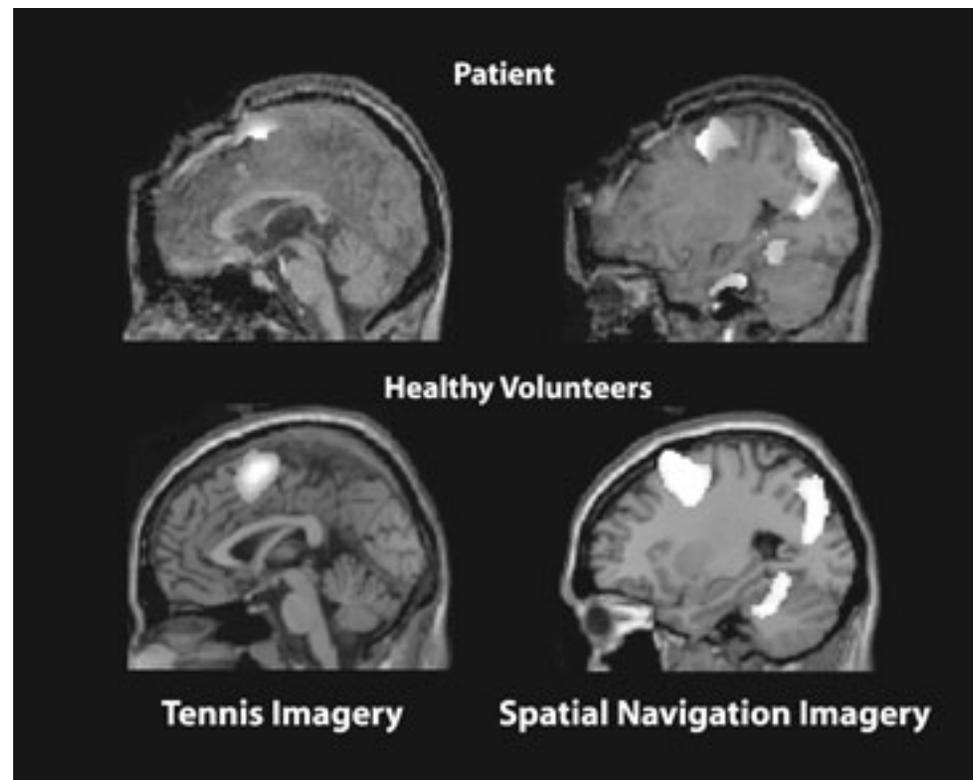
Laureys et al. 2001: **Signifikante Reaktionen im Thalamus bei JEDEM Patienten**

Kassubek et al. 2003: **Reaktionen im somatosensorischen und cingularen Kortex, in der Insel aber NICHT im Thalamus**

# Das absolute Kriterium: Befolgen einer Anweisung

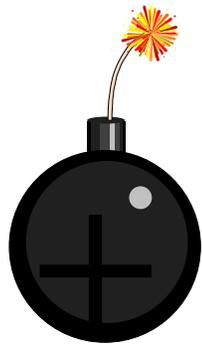
---

A. Owen et al., Science 2006, 313, p. 1402

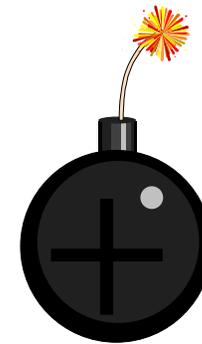


# Fazit: Artillerie

---



Grenzen des Bewusstseins



# Zur Ethik des Wachkomas

---

Wir müssen unterscheiden zwischen der Ethik der Behandlung schwerer Bewusstseinsstörungen und der Ethik deren Erforschung.

Eine Forschung, die Wachkoma-Patienten zum Zweck der Untersuchung grundlagenwissenschaftlicher Probleme (z.B. die Frage nach der Natur des menschlichen Bewusstseins) „benutzt“, ist unethisch.

Eine Forschung, die uns über diesen selben Zustand (d.h. Wachkoma) klärt, ist dagegen **IMMER ETHISCH**, denn je mehr wir darüber wissen, um so mehr Chancen haben wir, das Leid der Patienten zu lindern:

**WISSEN IST ETHISCH !**