

# Bildgebende Verfahren

Referenten:  
Heide Höffeler  
Birk Thierfelder

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



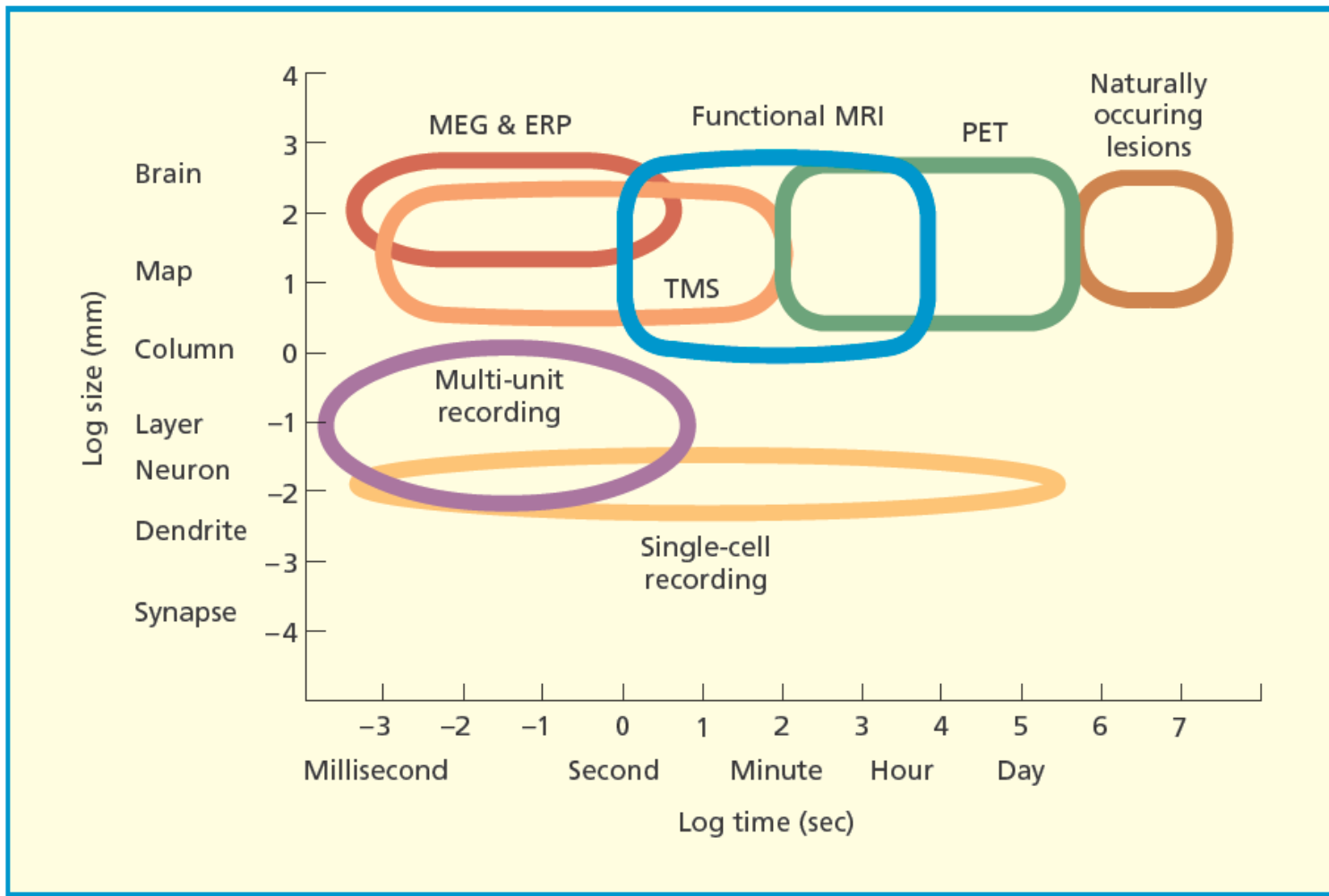
**UNI  
FREIBURG**


# Index



- Einleitung
- Geschichte
- PET
- fMRT
- Gegenüberstellung (Auflösung)
- Ergebnissicherung (Handout)
- Fragen, Diskussion
- Quellen

# Einordnung





**Wie entstehen aus der Interaktion von  
Milliarden von  
Nervenzellen Gefühle, Gedanken,  
Erinnerungen und  
willentliche Handlungen?**

# Bildgebende Verfahren



UNI  
FREIBURG

Ausgangspunkt:

Erhöhter Blutfluss = aufgabenabhängige neuronale Aktivitäten

Ziel:

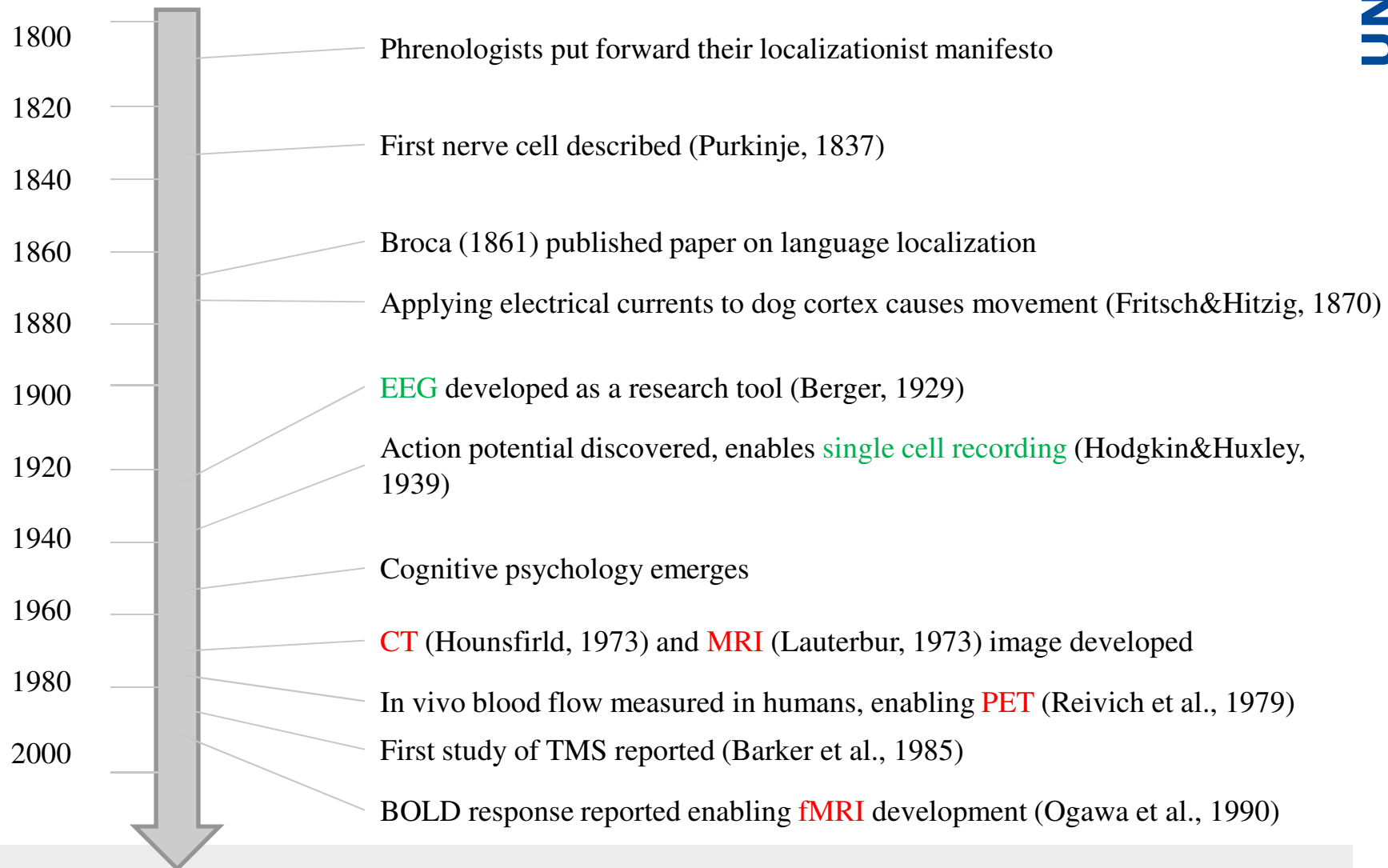
Erklärung, wie mentale Prozesse im Gehirn implementiert sind

# Anwendung



- Untersuchung Neurotransmitter-Systeme
- Messung von Änderungen der regionalen Hirnblutungen (PET)
- Hirninfarkte (MRT)

# Geschichte



# Wichtige Unterscheidung



UNI  
FREIBURG

Strukturelle Bildgebung  
(CT, MRT)

Funktionelle Bildgebung  
(PET, fMRT)



# CT

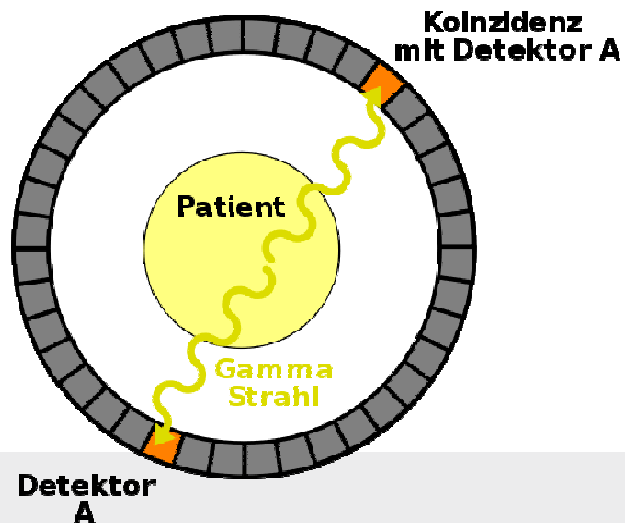
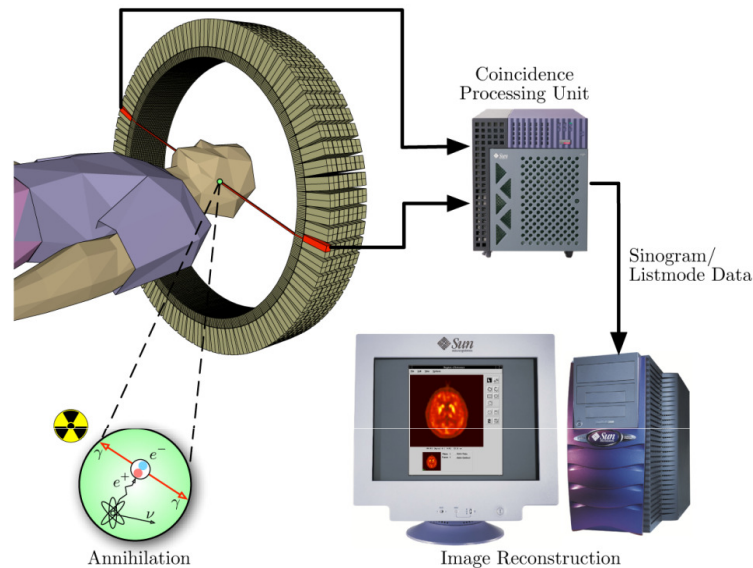


## Computerized tomography



<http://www.umm.uni-heidelberg.de/inst/ikr/bilder/CT.jpg>

# Positronen-Emissions-Tomographie (PET)



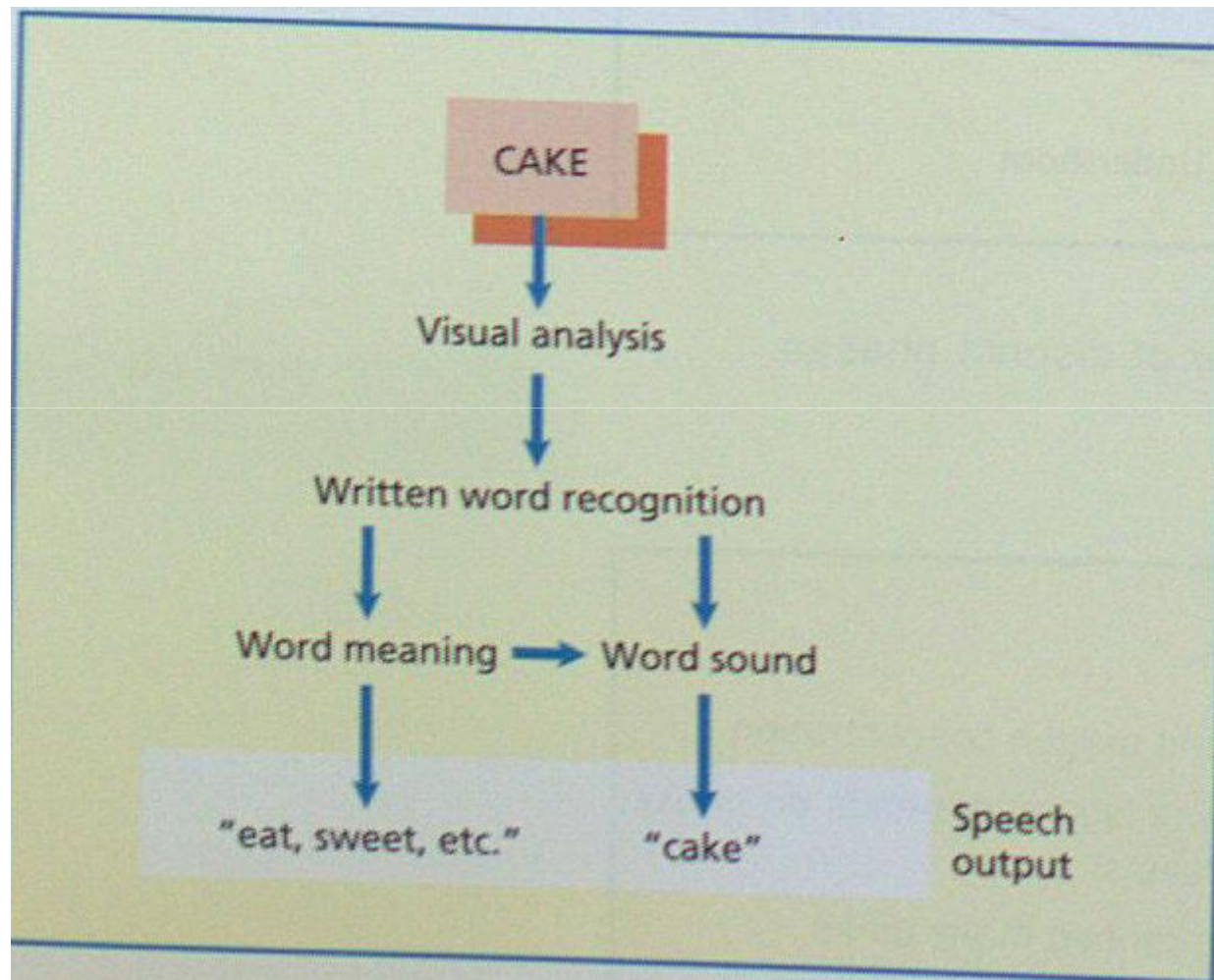
- Radioaktiver Tracer wird ins Blut injiziert

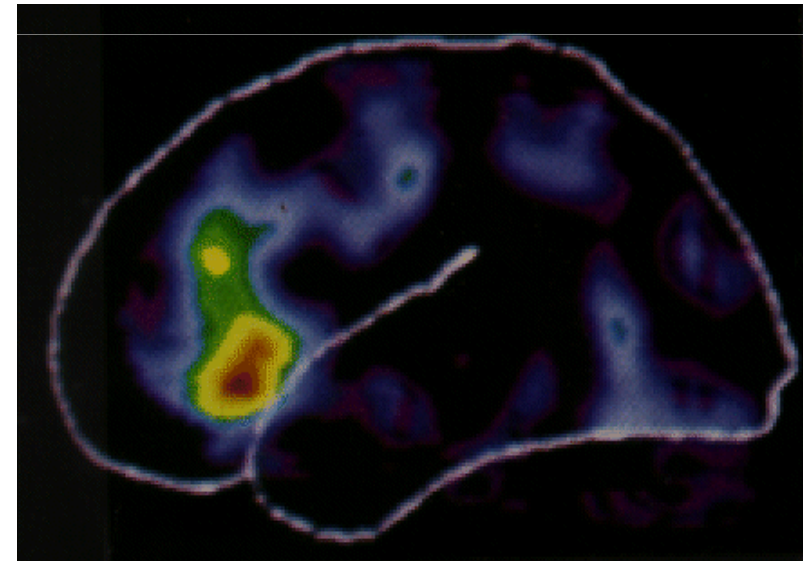
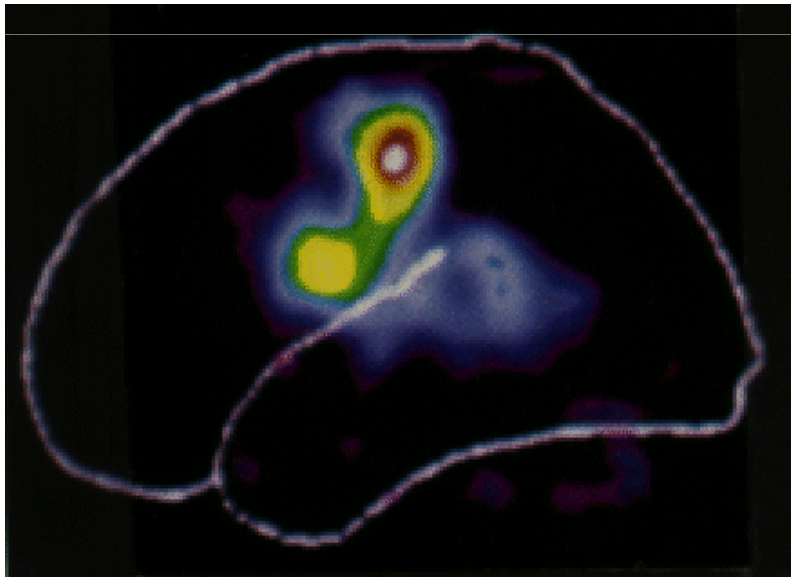
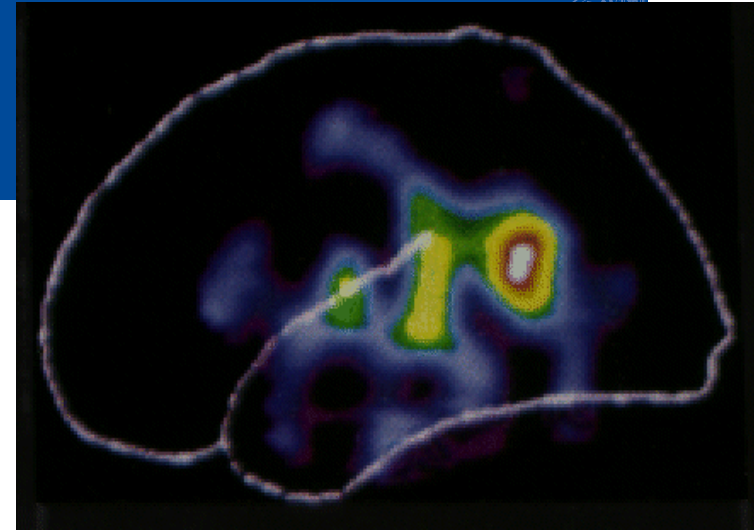
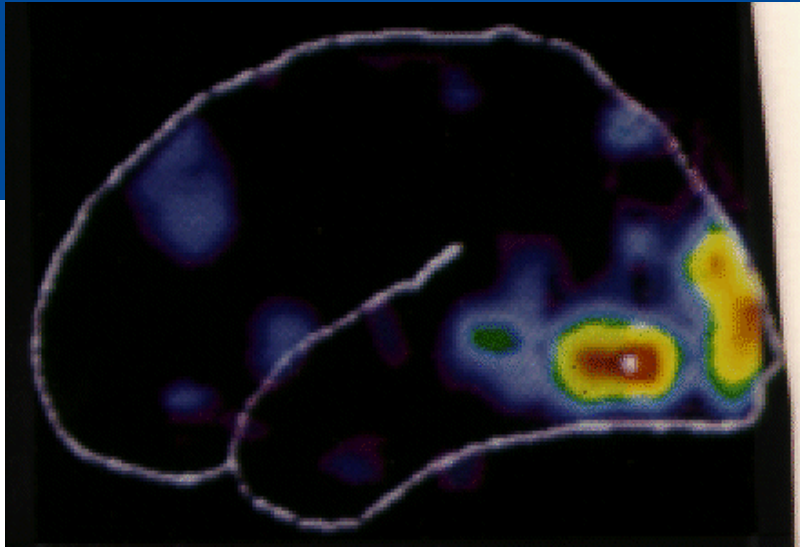
- Isotop emittiert Positronen, die mit Elektronen kollidieren

-> 2 Photonen werden in entgegengesetzter Richtung ausgesandt

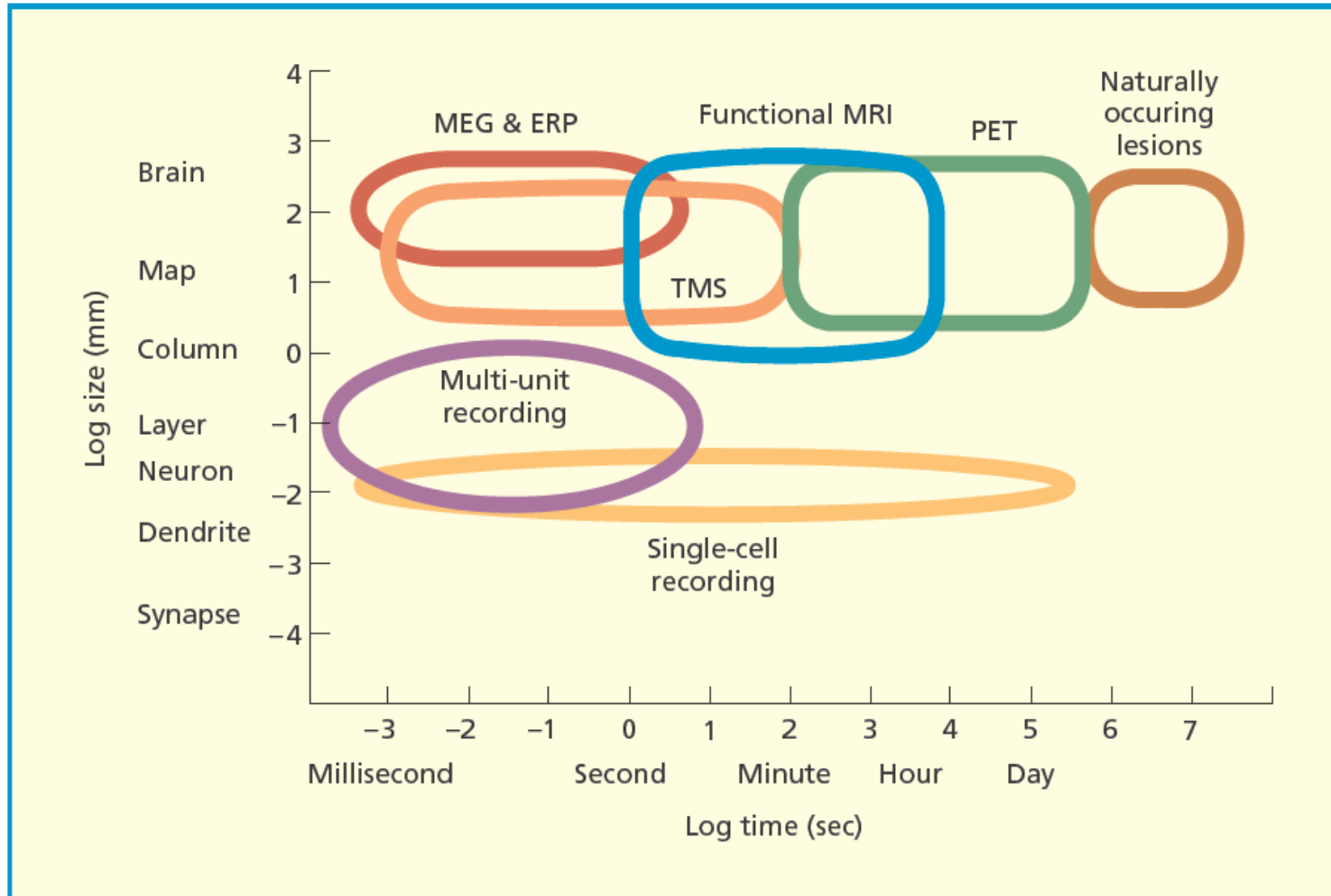
- PET-Scanner misst diese Strahlen

# PET-Studie

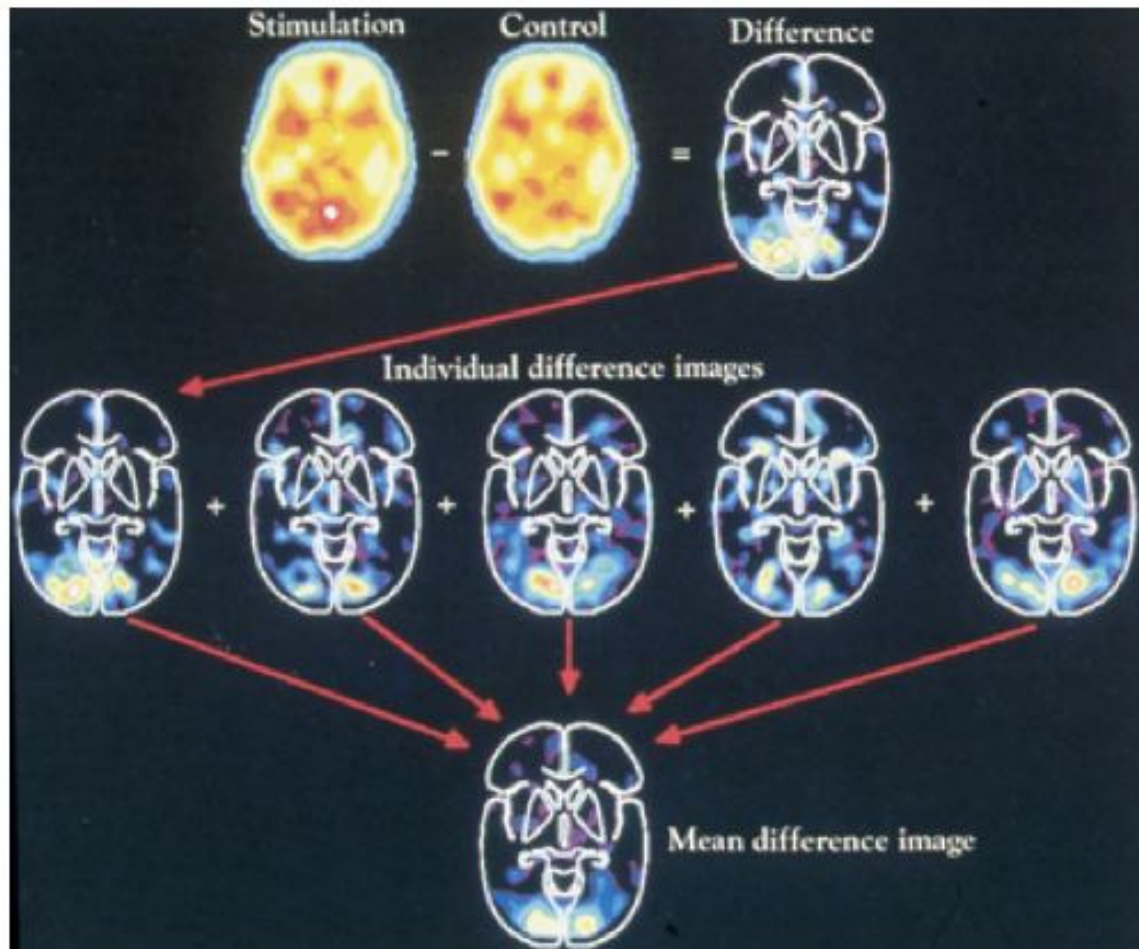




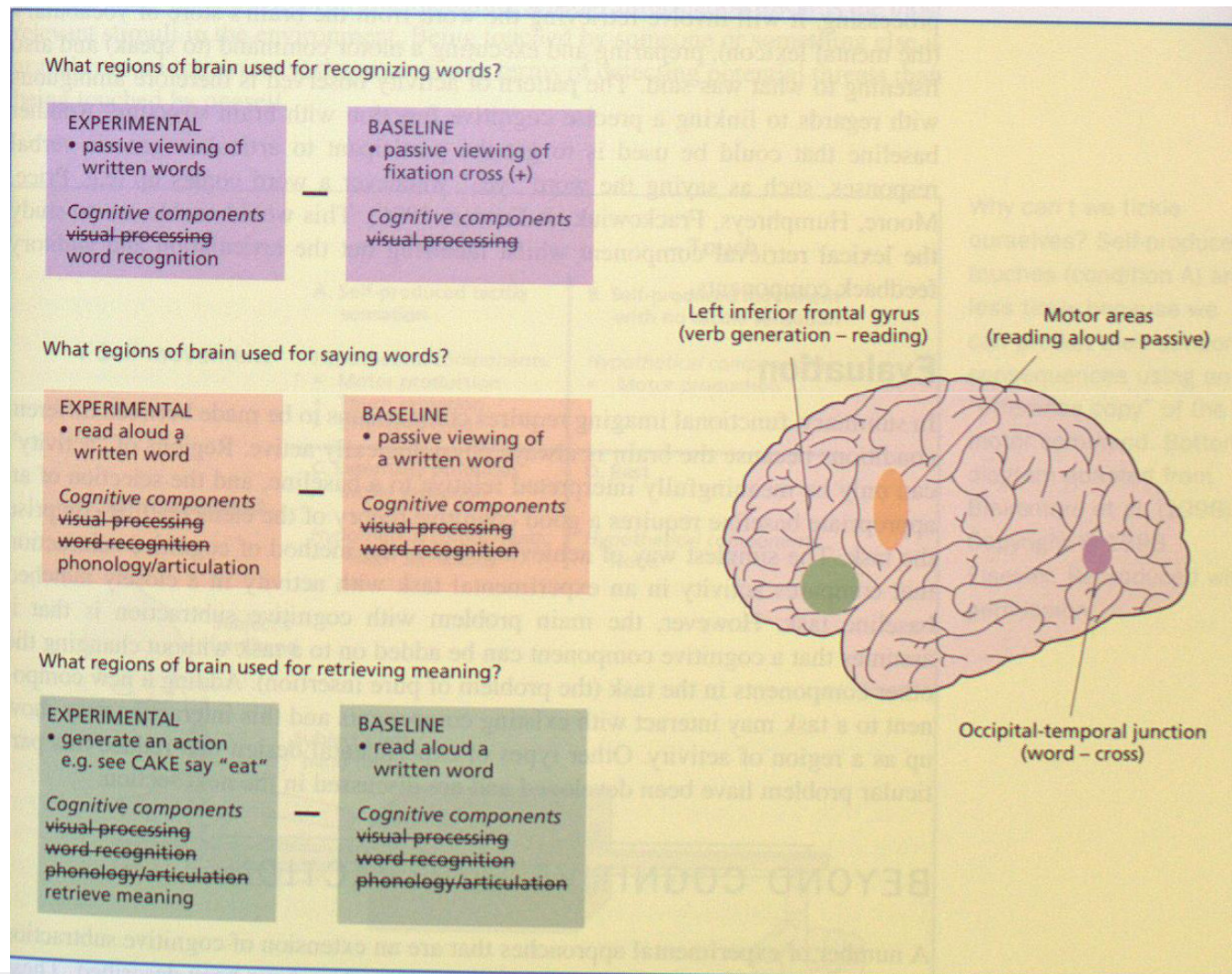
<http://www.google.de/imgres?sa=X&biw=1600&bih=799&tbn=isch&tbnid=sa67AyVAz fhGM:&imgrefurl=http://www2.ims.uni-stuttgart.de/sgtutorial/neurorad.html&docid=o6lZ1fA53NuXIM&imgurl=http://www2.ims.uni-stuttgart.de/sgtutorial/graphic/sehen.gif&w=442&h=300&ei=nRSBUrXXAofl4gTgmYGQAQ&zoom=1&iact=hc&vpx=4&vpy=196&dur=3&hovh=185&hovw=273&tx=96&ty=66&page=1&tbnh=133&tbnw=198&start=0&ndsp=42&ved=1t:429,r:0,s:0,i:82>



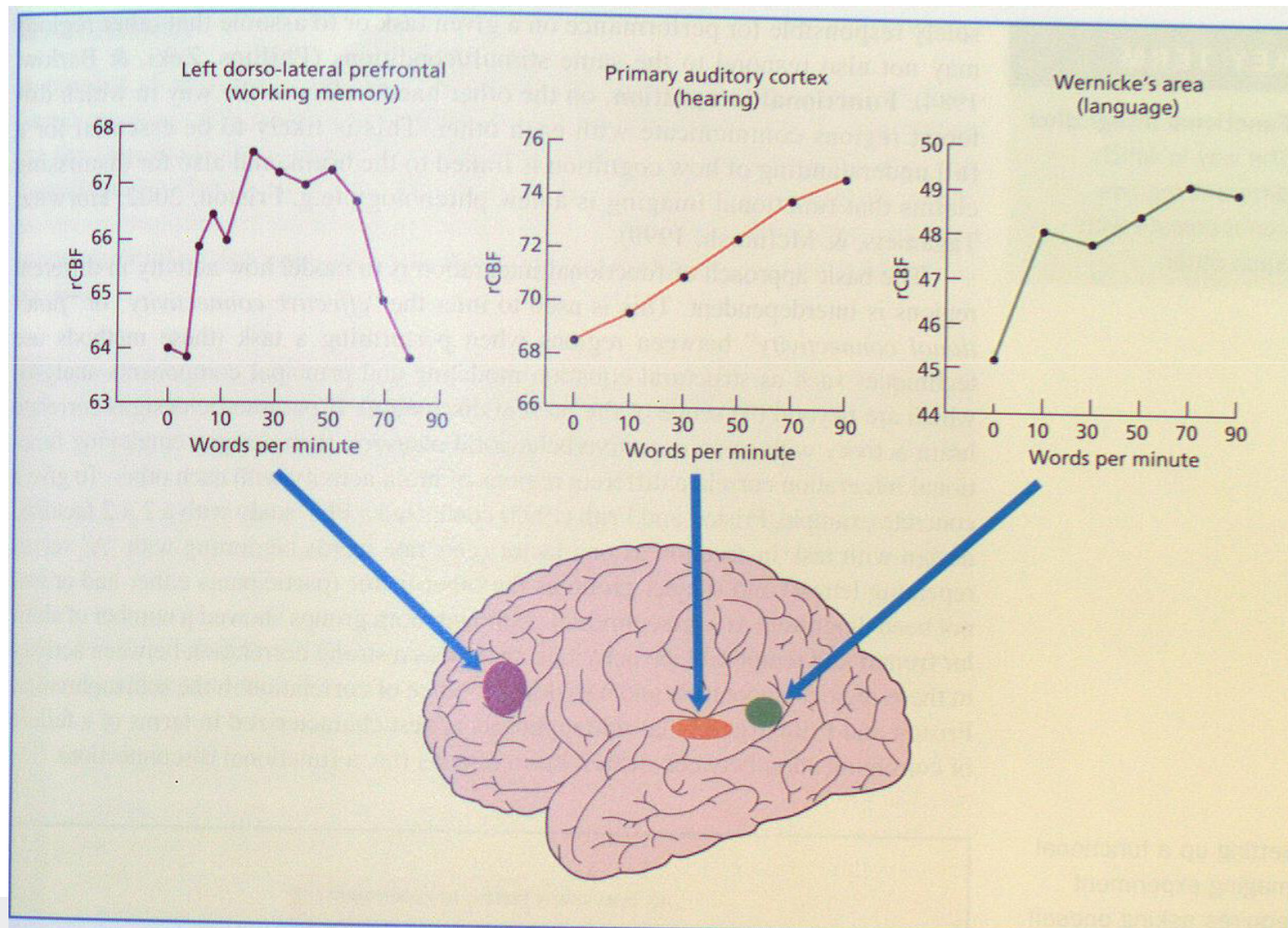
# PET: subtraction methodology



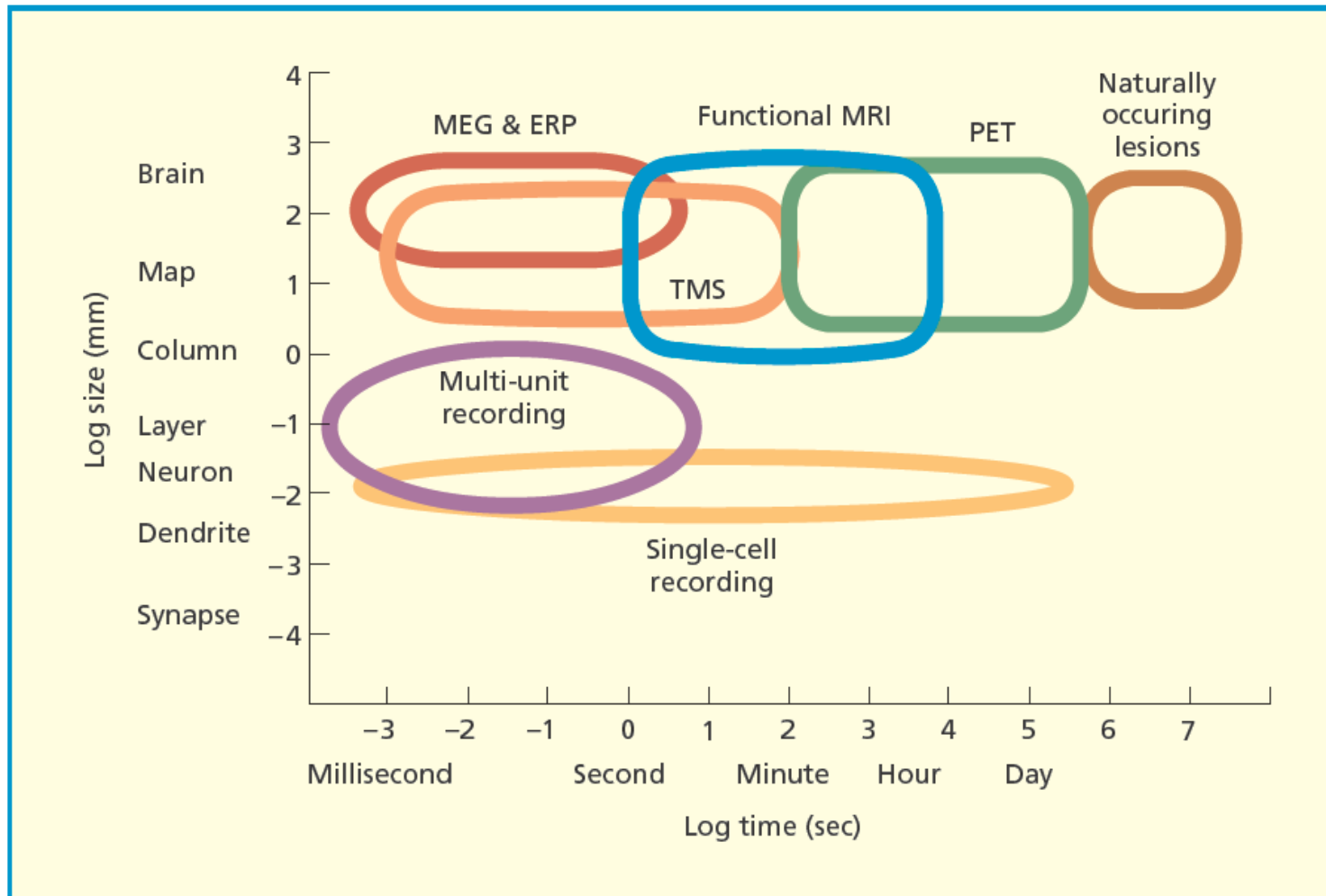
# Peterson et al. (1988): PET Study



# Parametrische Analyse







- Kombination von 2 MRT Scans
  - MRT (Magnetresonanztomographie)
  - MRI (Magnetic Resonance Imaging)
  - BOLD-Kontrast Scan
- MRT
  - Beeinflussbare Atomkerne (Wasserstoff), werden durch starke Magnetfelder innerhalb des Körpers angeregt und richten sich anhand der Feldlinien aus.
  - Puls von Radiowellen reichert Atome an
  - Angeregte Kerne schwingen in ihren Ursprungszustand zurück (Relaxation)
  - Strom bzw. elektrisches Signal wird in Empfängerstromkreis induziert
  - Umwandlung in Schnittbilder
  - Kombination der Schnittbilder in 3D Modell



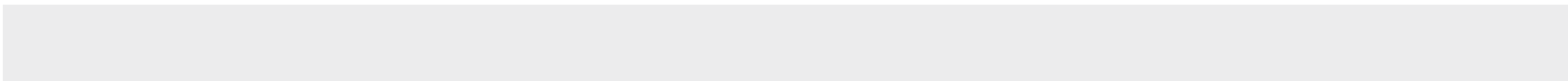


- Kombination von 2 MRT Scans
  - MRT (Magnetresonanztomographie) - Struktur
  - MRI (Magnetic Resonance Imaging)
  - BOLD-Kontrast Scan - Aktivierung
- Bold-Kontrast Scan (blood oxygen level dependence)
  - Scan der Oxygenierung des Blutes (Hämoglobingehalt)
  - Sauerstoffsättigung in beanspruchten Arealen steigt messbar an (Durchblutung)
  - Sauerstoffarmes H... ist paramagnetisch (Eisen)
  - Sauerstoffreiches H... ist diamagnetisch

# fMRT - Technik



**UNI  
FREIBURG**





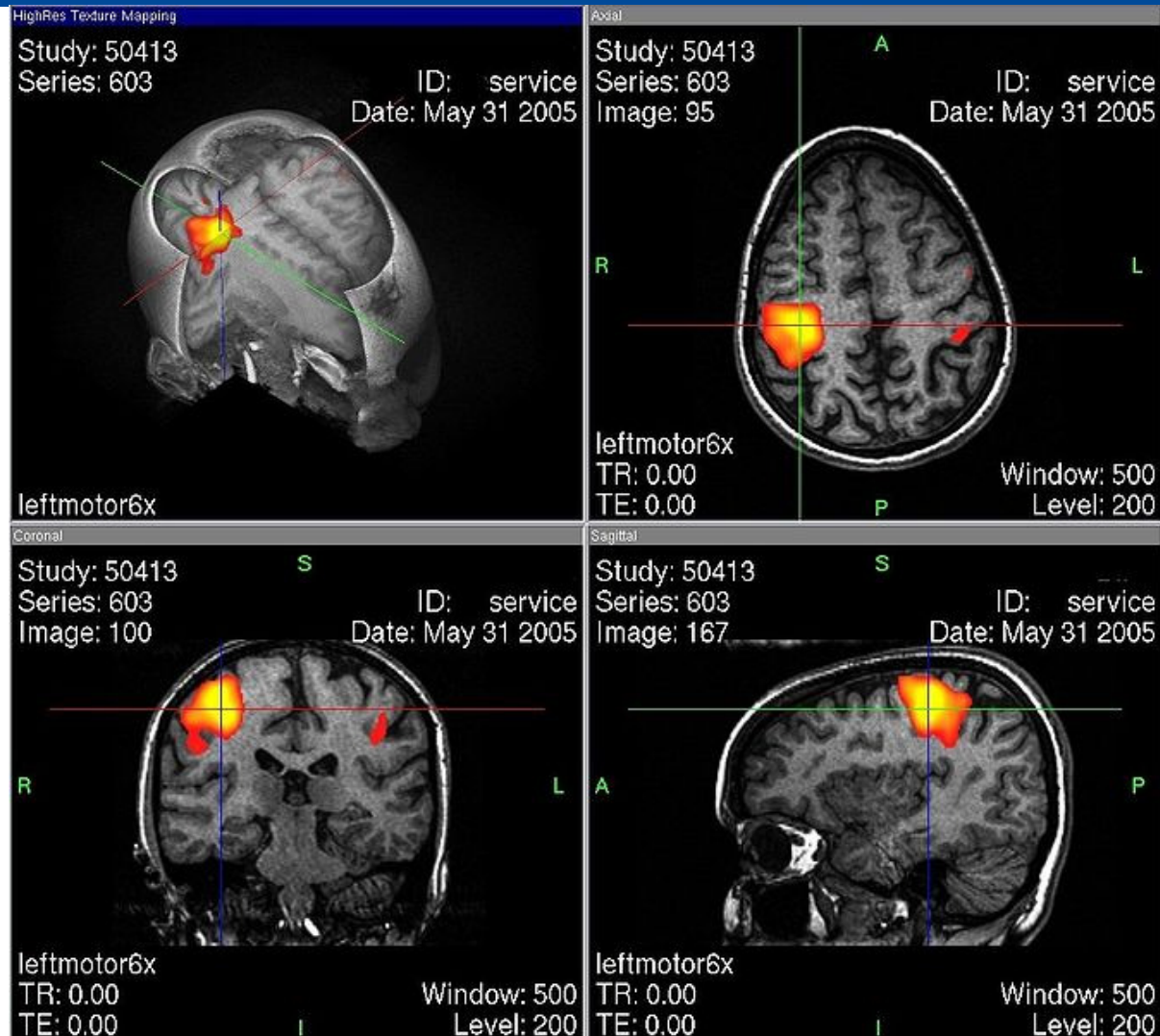
- Eine fMRT-Untersuchung läuft in der Regel in drei Phasen ab:
  - Prescan: ein kurzer, gering auflösender Scan. Hiermit kann die korrekte Lagerung des Patienten geprüft werden.
  - Anatomischer MRT-Scan: ein räumlich hoch auflösender Scan, um die Anatomie des zu untersuchenden Bereichs darzustellen
  - Der fMRT-Scan: Scan, der durch Anwendung des BOLD-Kontrasts Durchblutungsunterschiede im untersuchten Gewebe darstellt.

# fMRT - Verfahren



- wiederholter Reiz während des dritten Teilscans
- Reiz mit einer Aufgabe verknüpft
- häufige Wiederholung der Aufgabe
- statistischer Vergleich aufgezeichneter Daten aus der Reizphase mit denen aus der Ruhephase
- Unterschied wird auf den zuvor durchgeführten anatomischen MR-Scan projiziert.

# fMRT - Verfahren



<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fmrtuebersicht.jpg>

# fMRT – Vorteile/Nachteile



- Hoher Weichteilkontrast (MRT)
- ohne schädliche ionisierende Strahlung
  - Nur schwache Anreicherung
- ohne Zugabe von Kontrastmittel möglich
- Hohe räumliche Auflösung
- Hohe zeitliche Auflösung

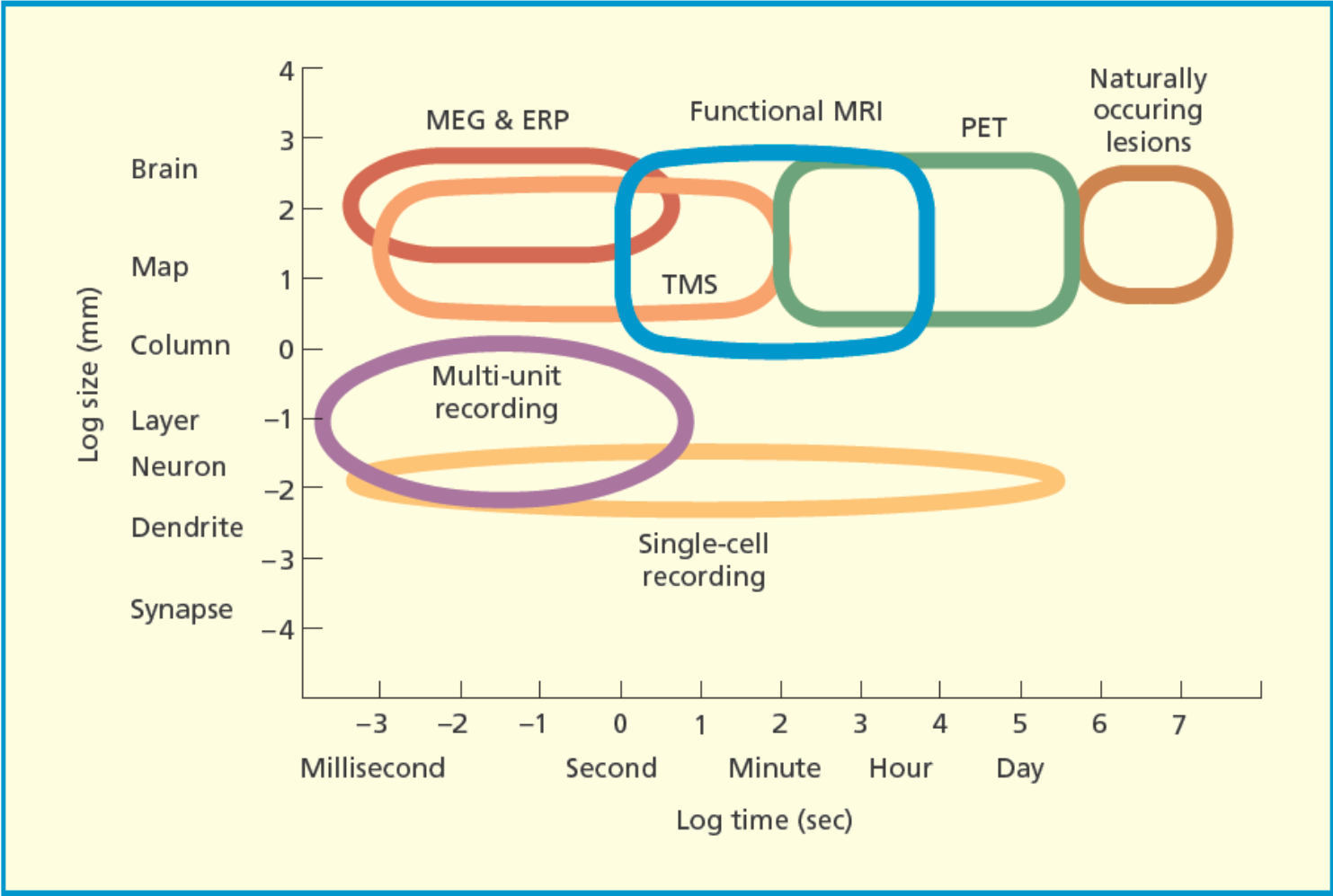


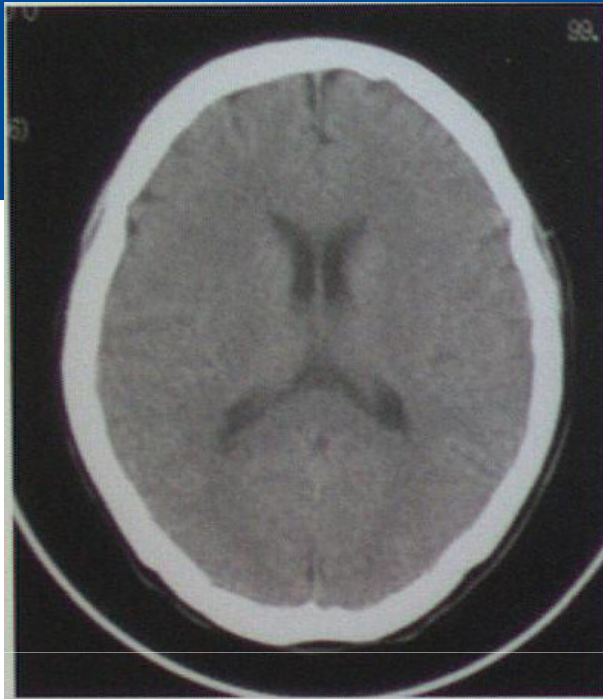
# fMRT – Vorteile/Nachteile



- Metall am oder im Körper kann Nebenwirkungen und Bildstörungen verursachen ( teilweise auch Amalgamfüllungen).
- zeitaufwändiger, da schwierige Berechnungen und komplexe Technik
- Teilweise sehr laute Geräusche
- hoher Stromverbrauch um die Supraleitung zu erhalten.

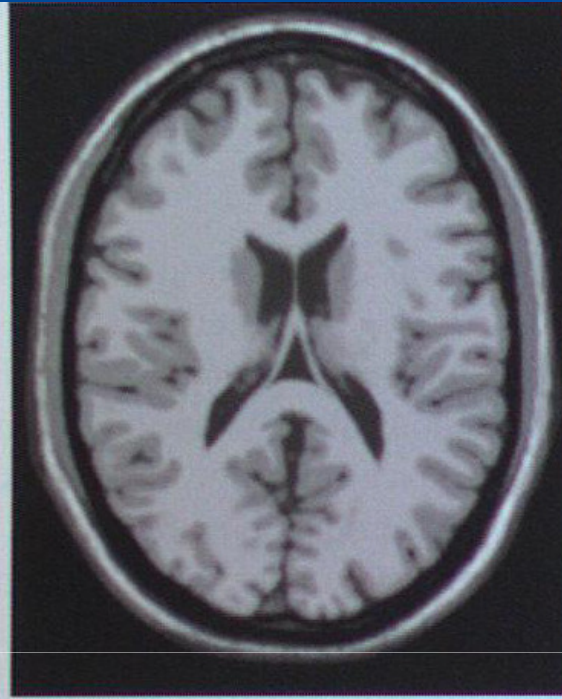
# Gegenüberstellung





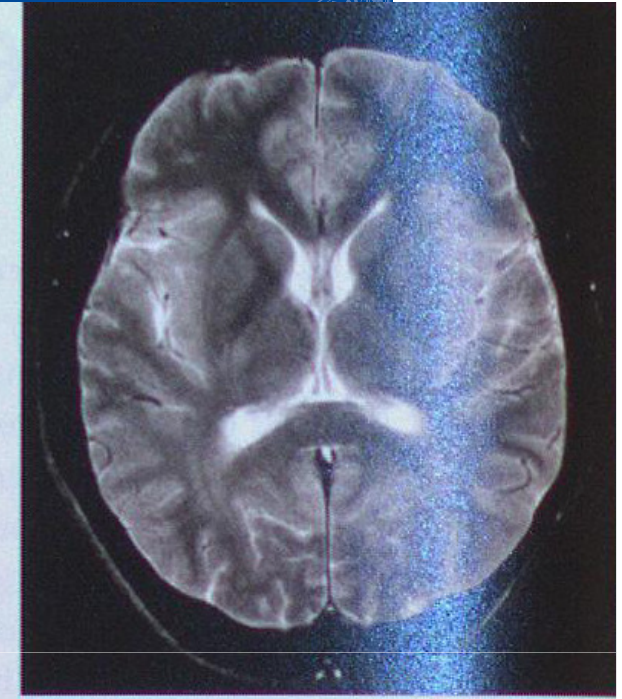
## CT

Basiert auf unterschiedlicher Absorption von Röntgenstrahlen in Geweben unterschiedlicher Dichte



## T1-weighted MRI

- basiert auf Prinzipien der Kernspinresonanz
- erzeugt Schnittbilder des Körpers



## T2-weighted MRI

Vorteile:

- Bessere räumliche Auflösung
- Bessere Unterscheidung zwischen weißer und grauer Substanz

# Ergebnissicherung



---

PET: Positronen-emissions-tomografie	nichtinvasive Registrierung der Strahlungsdichte radioaktiv markierter Atome, die die Durchblutung und die Transmitterkonzentration in umgrenzten Hirnarealen anzeigen	Signalunterschiede zwischen Bedingungen in dreidimensional rekonstruierten Hirnbereichen	mehrere Sekunden bis Minuten	minimal bis zu 2 mm
--------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------	---------------------

---

---

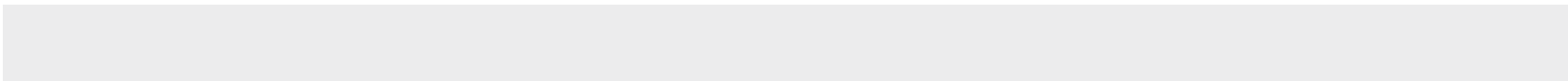
fMRT: funktionelle Magnetresonanztomografie	nichtinvasive Registrierung des BOLD-Effekts (Blood-Oxygenation-Level-Dependency-Effect), der die Sauerstoffaufnahme und damit die Durchblutung in eng umgrenzten Hirngebieten anzeigt	Signalunterschiede zwischen Bedingungen in dreidimensional rekonstruierten Hirnbereichen	Sekunden; Signallatenz 1-2 s, Veränderungen bis minimal 200 ms	je nach Feldstärke 3-1 mm <sup>3</sup> , bei 7 Tesla bis zu 0,25 mm <sup>3</sup>
---------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------

---

# Fragen, Diskussion



**UNI  
FREIBURG**



# Quellen



- Ward, Jamie. *The Student's Guide to Cognitive Neuroscience*. Taylor & Francis, 2010, Kapitel 4
- [http://www.google.de/imgres?sa=X&biw=1600&bih=799&tbm=isch&tbnid=sa67AyVAz\\_fhGM:&imgrefurl=http://www2.ims.uni-stuttgart.de/sgtutorial/neurorad.html&docid=o6lZ1fA53NuXIM&imgurl=http://www2.ims.uni-stuttgart.de/sgtutorial/graphic/sehen.gif&w=442&h=300&ei=nRSBUrXXAofl4gTgmYGQAQ&zoom=1&iact=hc&vpx=4&vpy=196&dur=3&hovh=185&hovw=273&tx=96&ty=66&page=1&tbnh=133&tbnw=198&start=0&ndsp=42&ved=1t:429,r:0,s:0,i:82,01.11.2013,12:00Uhr](http://www.google.de/imgres?sa=X&biw=1600&bih=799&tbm=isch&tbnid=sa67AyVAz_fhGM:&imgrefurl=http://www2.ims.uni-stuttgart.de/sgtutorial/neurorad.html&docid=o6lZ1fA53NuXIM&imgurl=http://www2.ims.uni-stuttgart.de/sgtutorial/graphic/sehen.gif&w=442&h=300&ei=nRSBUrXXAofl4gTgmYGQAQ&zoom=1&iact=hc&vpx=4&vpy=196&dur=3&hovh=185&hovw=273&tx=96&ty=66&page=1&tbnh=133&tbnw=198&start=0&ndsp=42&ved=1t:429,r:0,s:0,i:82,01.11.2013,12:00Uhr)
- [http://www.bmbf.de/pub/bildungsreform\\_band\\_dreizehn.pdf](http://www.bmbf.de/pub/bildungsreform_band_dreizehn.pdf) S. 36f.
- [http://tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/fakultaet\\_mathematik\\_und\\_naturwissenschaften/fachrichtung\\_psychologie/i1/allgpsy/lehre/lehreveranstaltungen/goschke\\_lehre/ss2013/folder.2013-04-15.9955666685/VL04%20Bildgebende%20Verfahren.pdf](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_mathematik_und_naturwissenschaften/fachrichtung_psychologie/i1/allgpsy/lehre/lehreveranstaltungen/goschke_lehre/ss2013/folder.2013-04-15.9955666685/VL04%20Bildgebende%20Verfahren.pdf)
- <http://www.ruhr-uni-bochum.de/neurology/poster/abteilung/bildgebende.htm>
- <http://www.tourette-gesellschaft.de/images/Bild106022005.jpg>
- [http://de.wikipedia.org/wiki/Funktionelle\\_Magnetresonanztomographie](http://de.wikipedia.org/wiki/Funktionelle_Magnetresonanztomographie)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A4zession>