

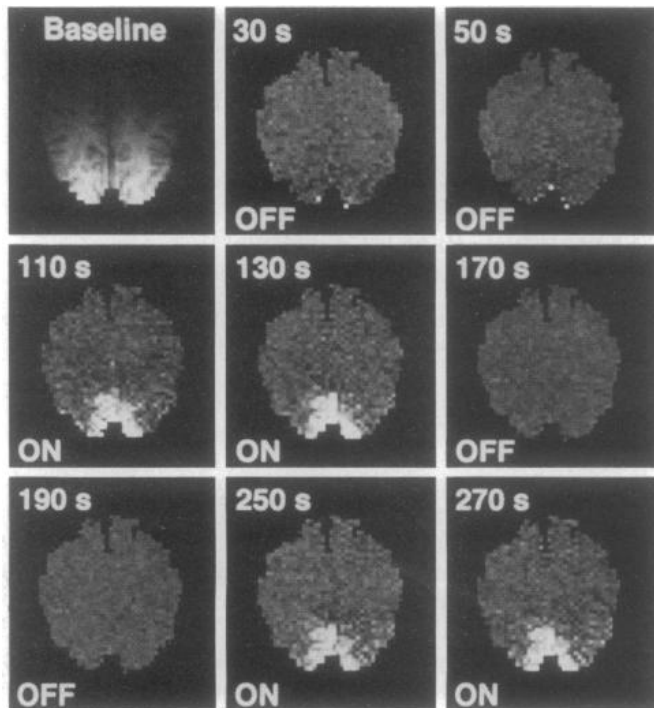
# Seminar Visuelle Neurowissenschaften

## Neuroimaging 19.06.2006

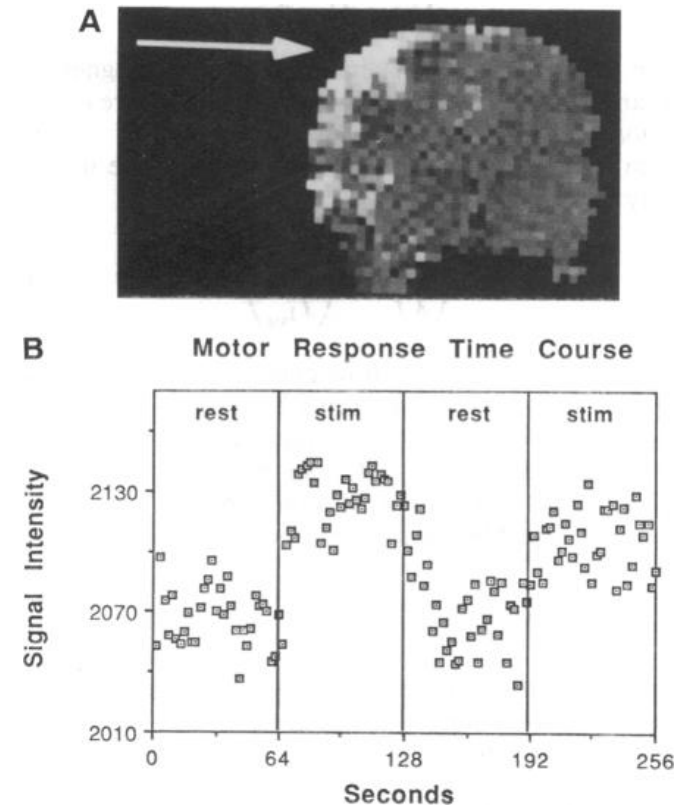
Wandell, B. A. (1999). Computational Neuroimaging of human visual cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 22:145-173.

# 1992: erste fMRT Messungen vom menschlichen Cortex (Kwong, et. al, 1992; Ogawa et. al., 1992)

V1 Aktivation, während photischer Stimulation



M1 Aktivation, während contra-lateralem Hand drücken

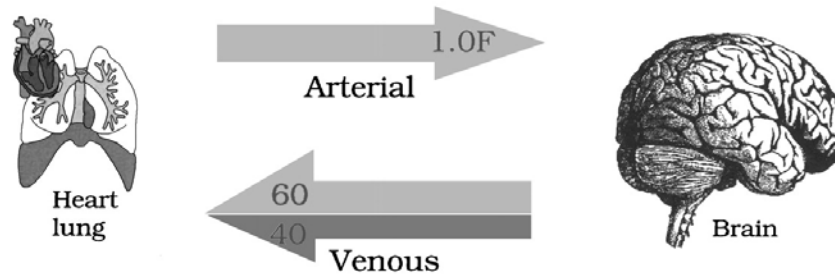


Kwong, Belliveau, Chesler, Goldberg, Weisskoff (1992).  
Proc Natl Acad Sci U S A. 1992 June 15; 89(12): 5675–5679.

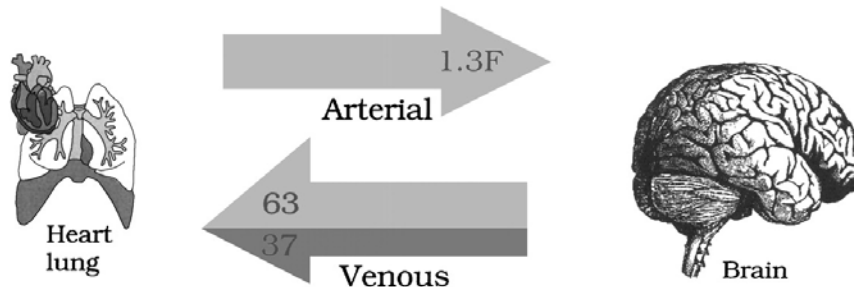
# fMRT als indirektes Mass neuronaler Aktivität: Messung des lokalen BOLD-Signals

Sauerstoff beladenes Blut ( $\text{HbO}_2$ ):  
diamagnetisch, bewirkt lokale Magnetfeldänderungen

Ruhezustand:

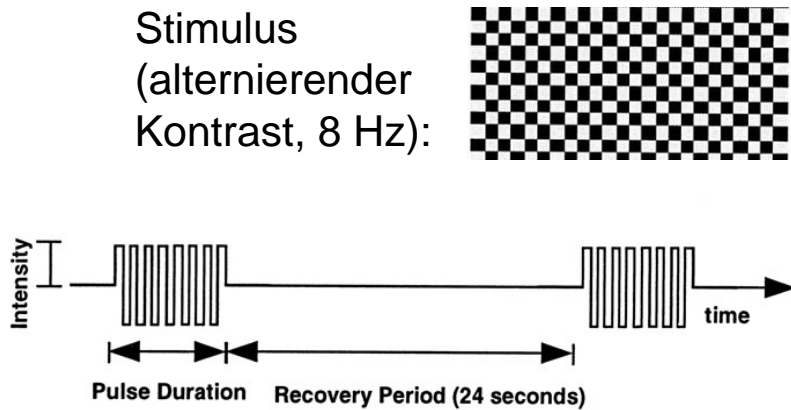


Aktivierter Zustand, z.B. um 30% erhöhter arterieller Transport von Sauerstoff

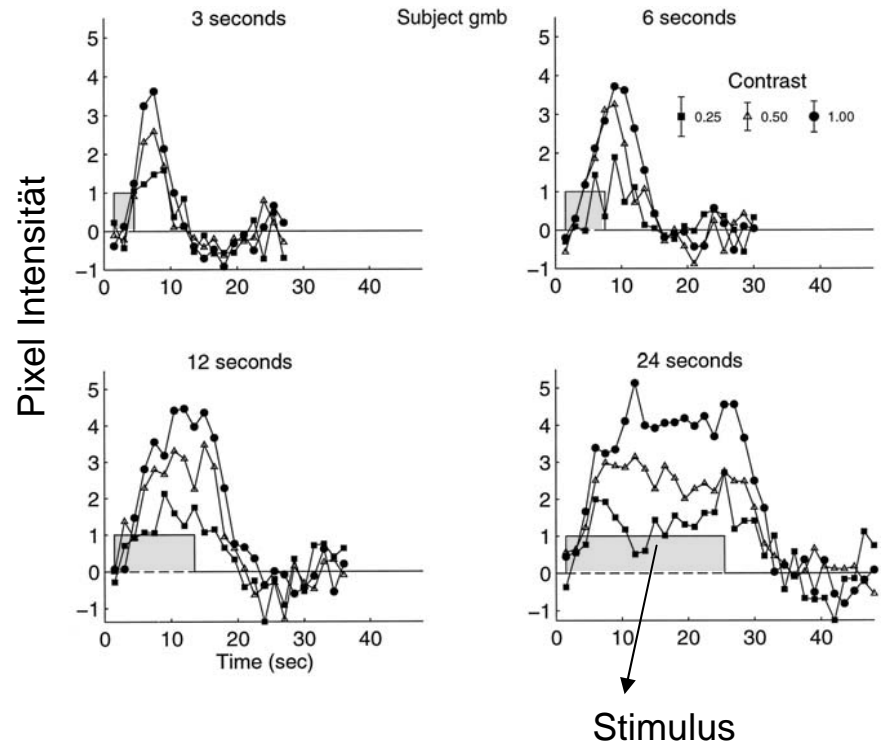
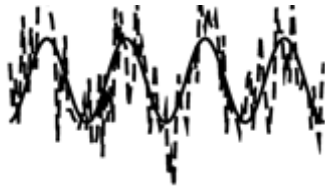


# fMRT als indirektes Mass neuronaler Aktivität: Messung des lokalen BOLD-Signals

## Neuronaler Response in V1 bei variierendem Kontrast:

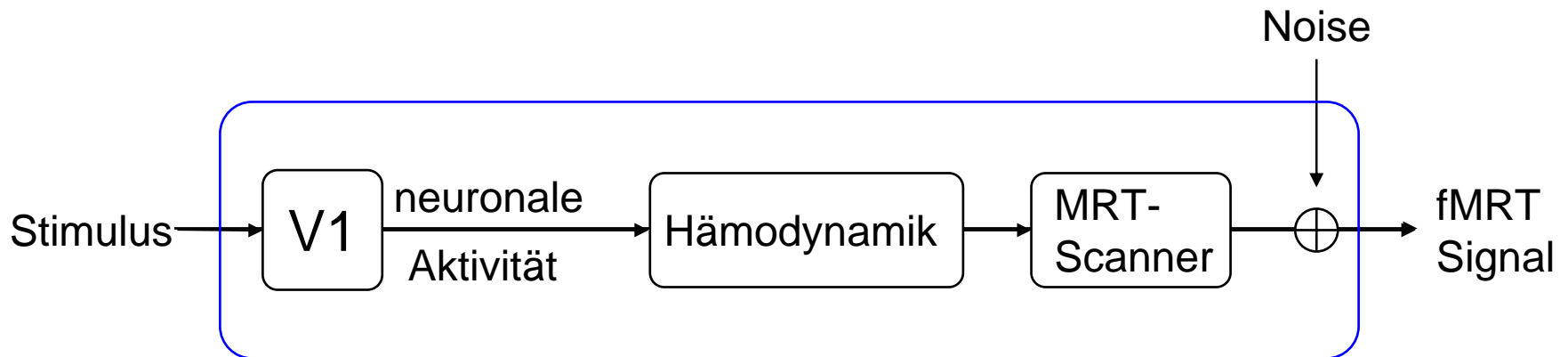


Signal eines einzelnen Pixels in V1:



fMRT als indirektes Mass neuronaler Aktivität:  
Messung des lokalen BOLD-Signals

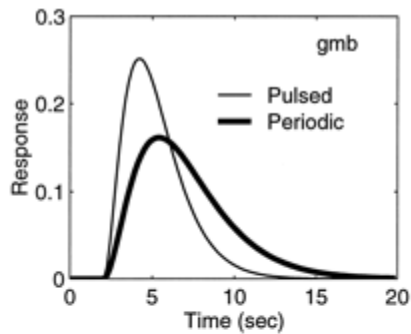
Analyse des fMRT-Signals mittels “linear transform model”:



$$g(\text{Kontrast}) * f(\text{Stimulusdauer}, t)$$

# fMRT als indirektes Mass neuronaler Aktivität: Messung des lokalen BOLD-Signals

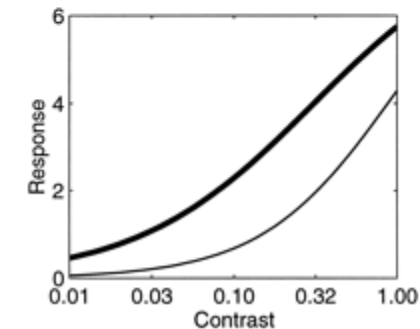
## Analyse des fMRT-Signals mittels “linear transform model”:



$\tau$ : Zeitkonstante,  
zeitlicher Filter  
(neuronale Adaption)

$n$ : Phasen-Delay  
aufgrund von Noise

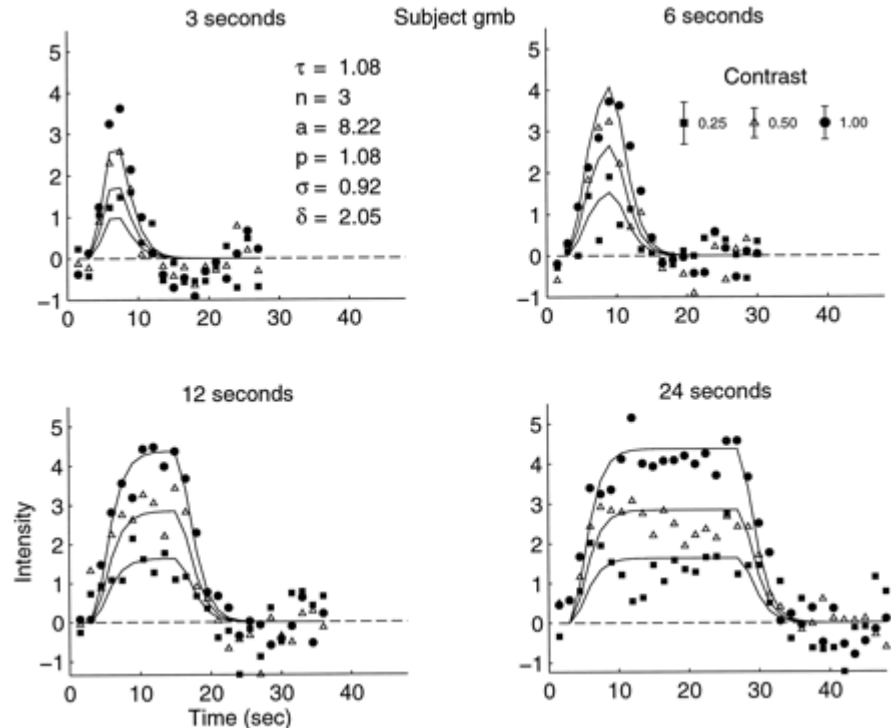
$\delta$ : Delay zw.  
Stimulusonset  
und fMRT-Signal



$p$ : Exponent,  
contrast-response  
function

$\sigma$ : contrast gain  
at full contrast

$a$ : Verhältnis Peak zu  
Steady-state



fMRT als indirektes Mass neuronaler Aktivität:  
Messung des lokalen BOLD-Signals

Räumliche Auflösung:

~ 1.5 mm (Kortex)

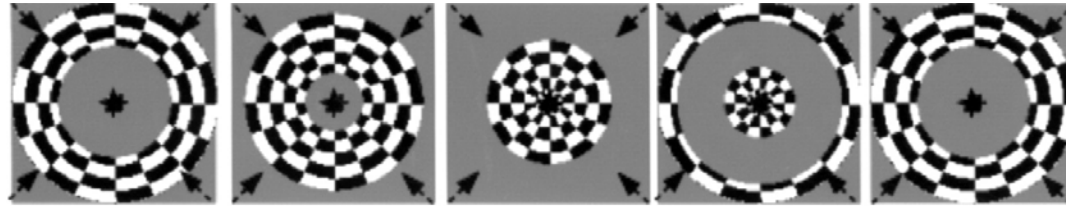
~ 1.1 cycles / cm

Zeitliche Auflösung:

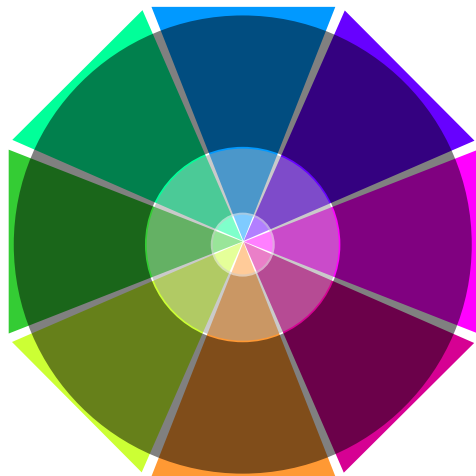
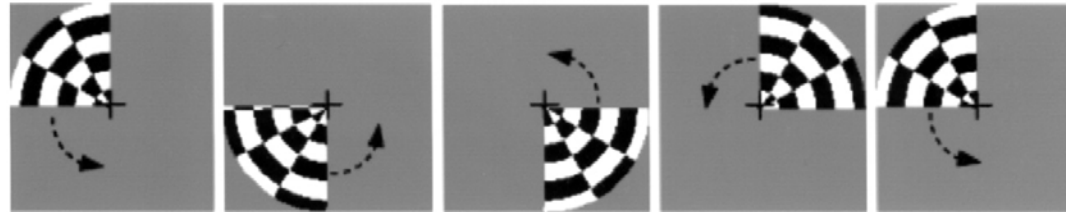
~ sec.

# Retinotopie in V1:

Ekzentrizität:

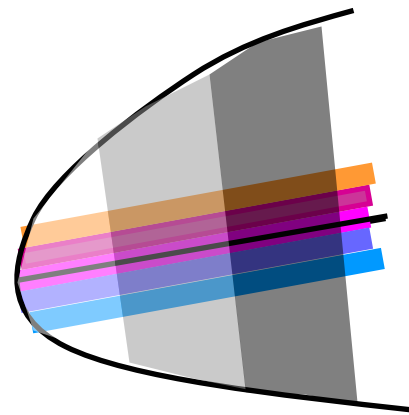


Winkel:



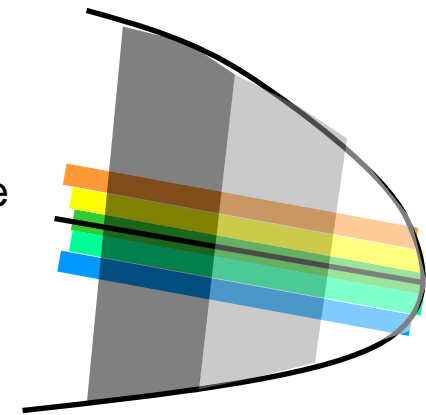
medial

lateral



Linker Occipitallappen

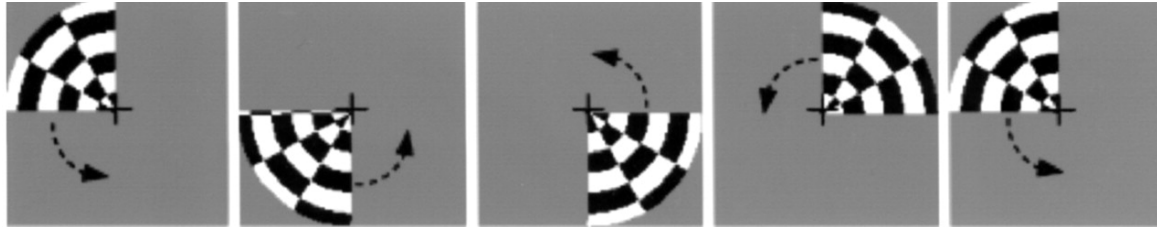
Calcarine  
Sulcus



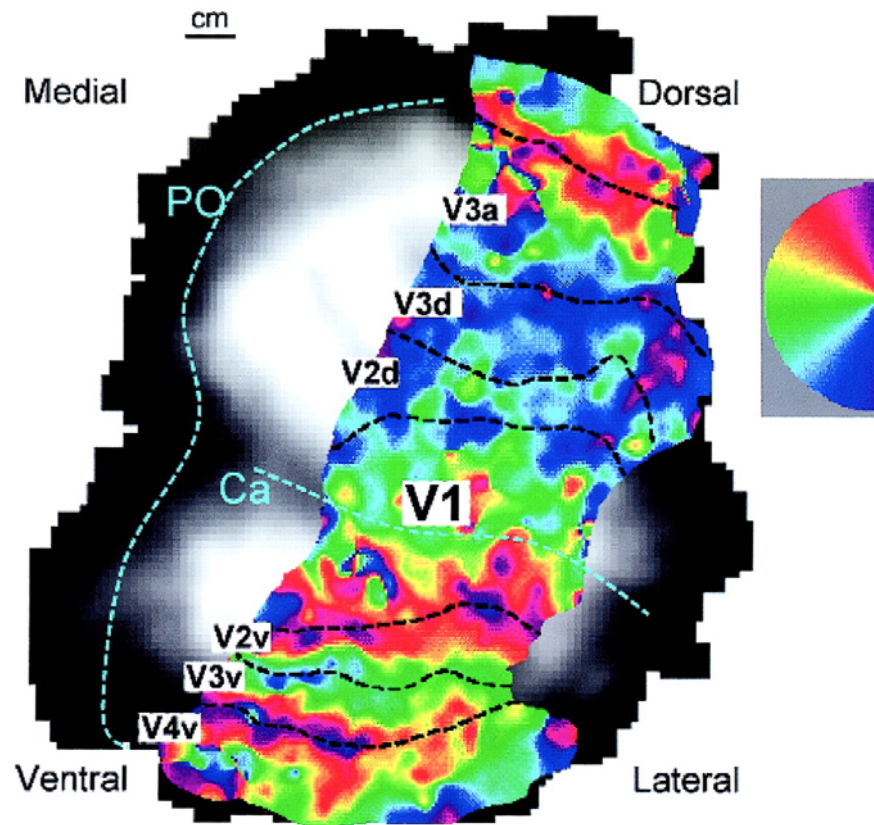
Rechter Occipitallappen



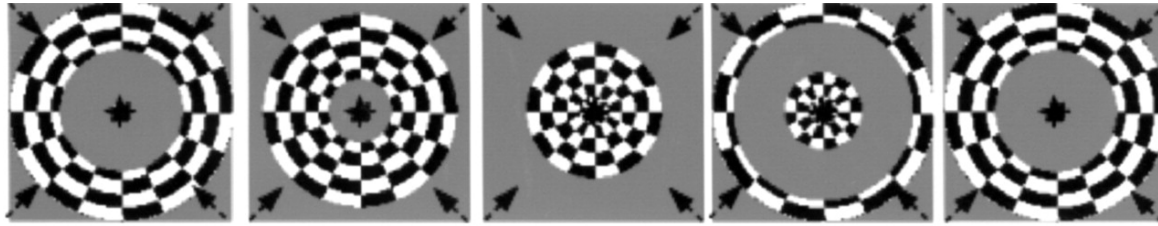
# Identifikation visueller Areale V1, V2, V3:



Rechter Occipitallappen:

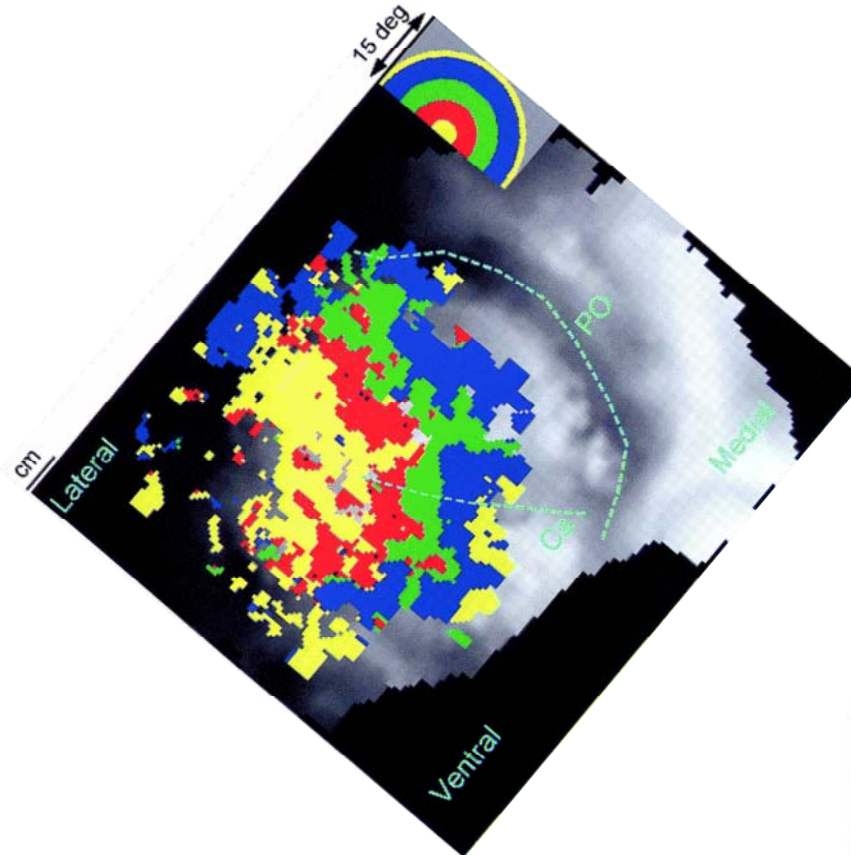


“contracting-ring stimulus” signals in V1:

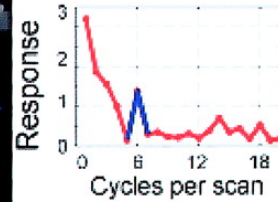
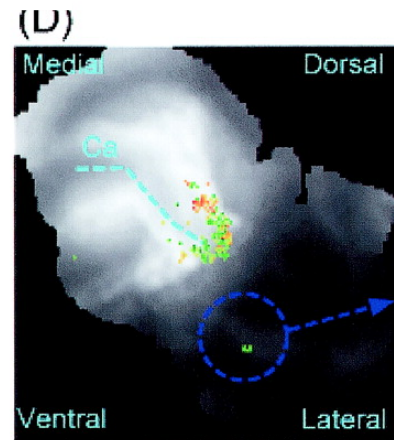
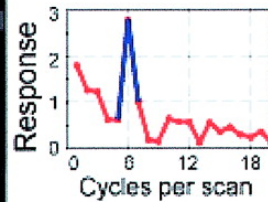
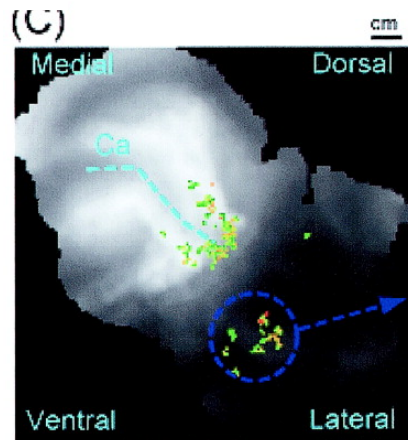
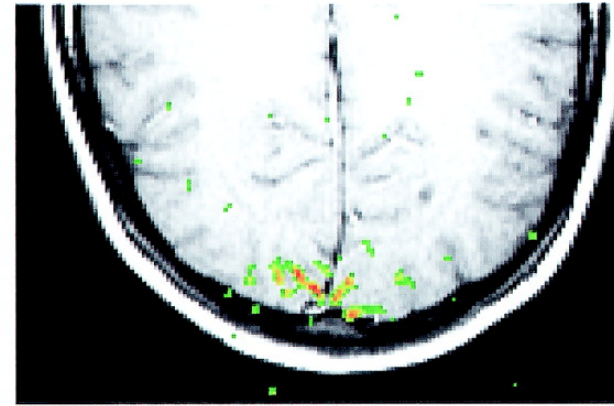
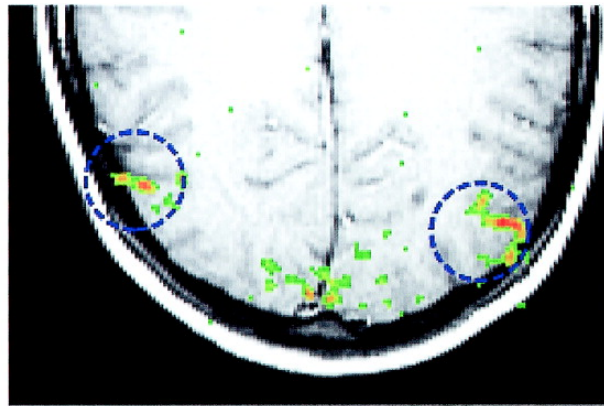
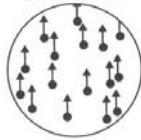


Zusammenhang von  
kortikalem Abstand D  
und Exzentrizität E:

$$\ln E = 0.63 D + 2.303$$

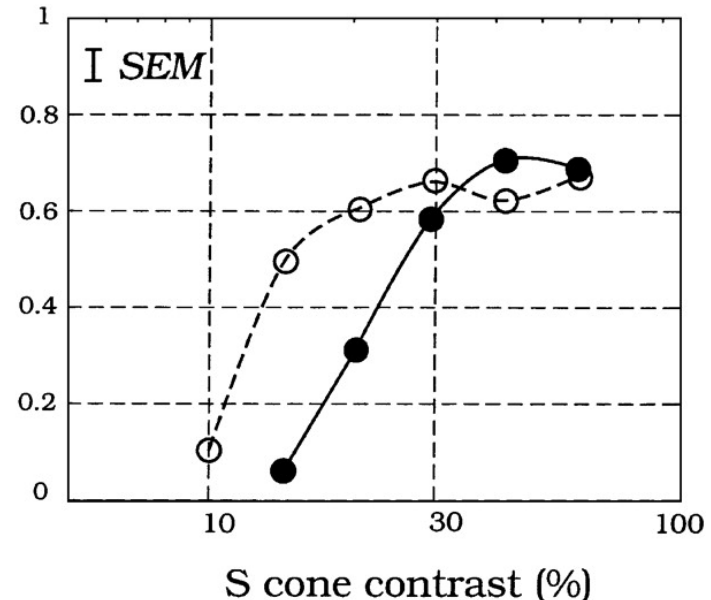
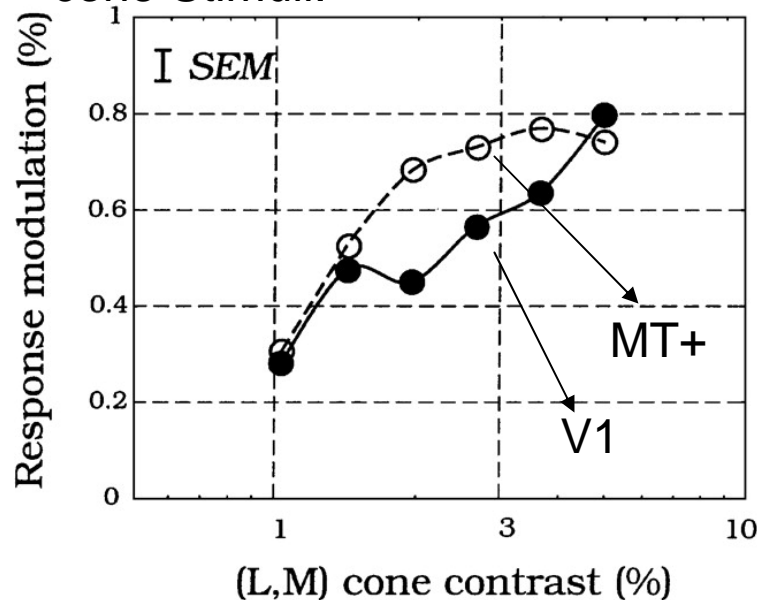


# Bewegung, Areal MT+:



# Bewegung:

- Stärkstes fMRT-Signal in MT+ und V1
- Aktivität in MT+ saturiert bei sehr niedrigem Kontrast: Kontrast für Berechnung von Bewegung unwichtig
- Farbe: Kurzwellige Reize (S-cone) benötigen höheren Kontrast für gleiches Aktivitätsniveau im Vergleich zu (L,M) cone Stimuli:



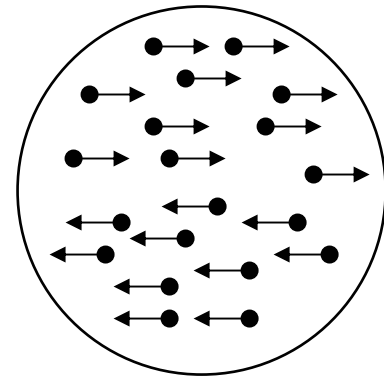
# Bewegung und Segmentierung:

Objektbewegung: lokale Bildveränderungen / Gradienten

vs.

Eigenbewegung: Veränderungen über gesamtes Gesichtsfeld

Untersuchung durch motion-defined  
Boundaries und optic flow Fields:  
keine großen Unterschiede im Vergleich  
zu gleichförmiger Bewegung in MT+

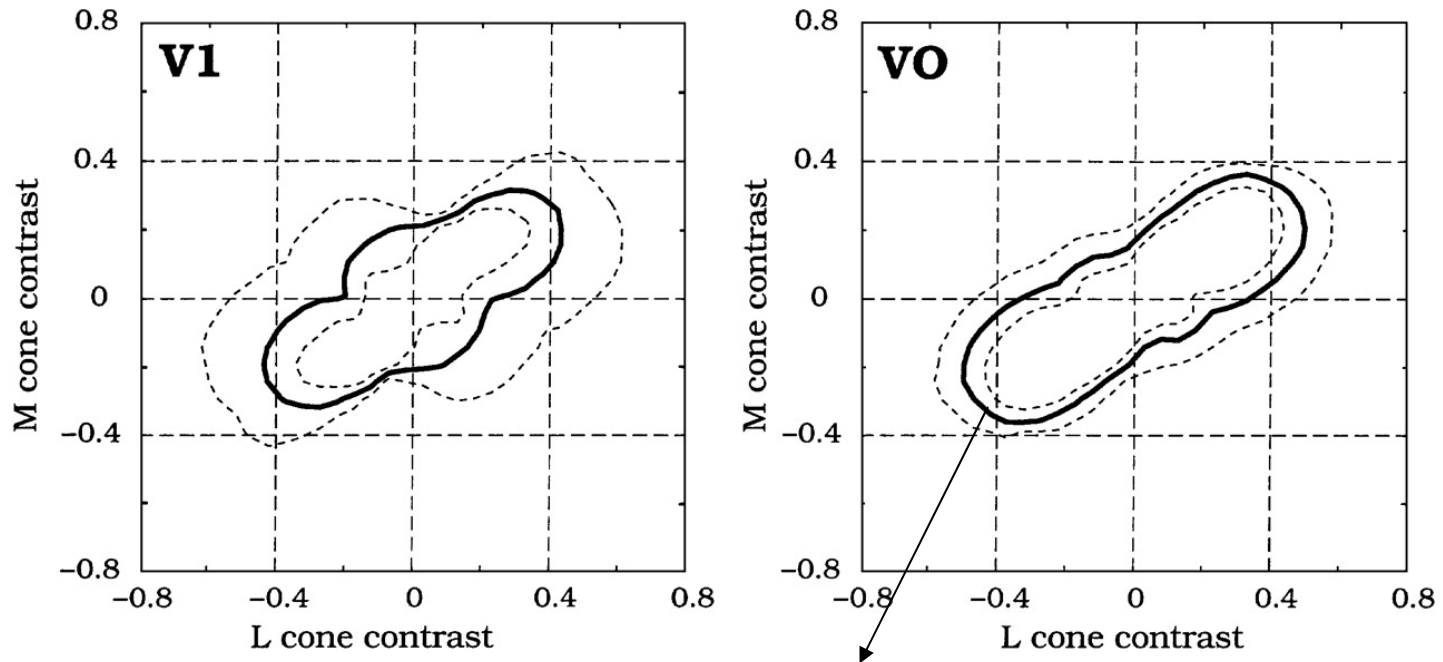


Ungelöstes Problem !

Farbe:

Gibt es ein spezifisches Areal für Farbwahrnehmung ? (V4?)

Hohe Korrelation zwischen fMRT-Aktivität in V1 und V4 / VO:

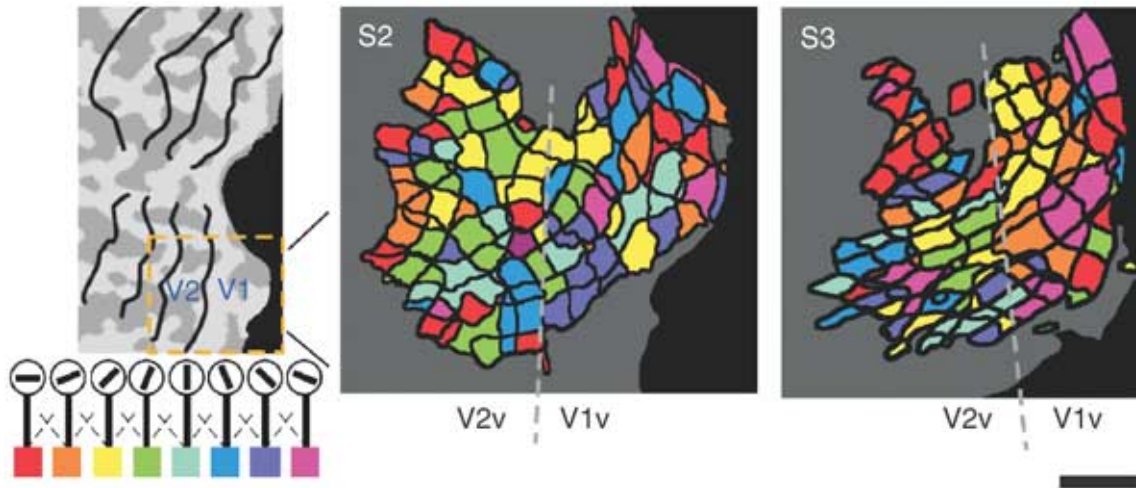


Colored checkerboard-Stimuli mit  
identischer fMRT-Aktivität

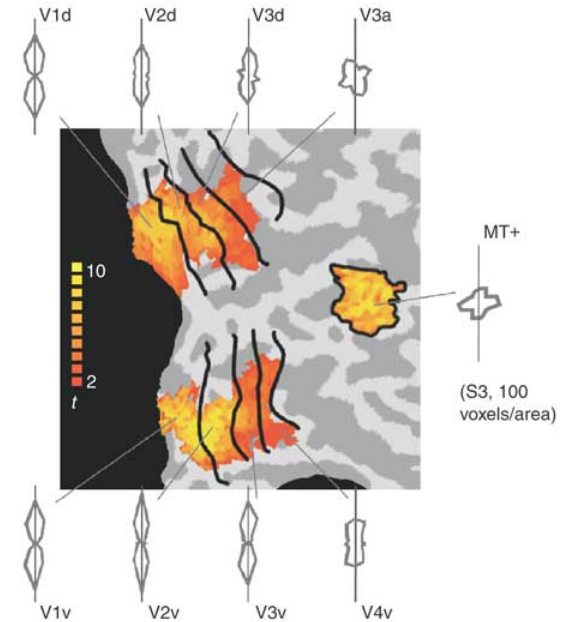
# Orientierung:

- Orientierungsselektivität nimmt von V1 zu V4 ab.
- MT+ nicht orientierungsselektiv.
- Idiosynkratische Orientierungskarten für verschiedene Versuchspersonen

Orientierungskarten für zwei Versuchspersonen:



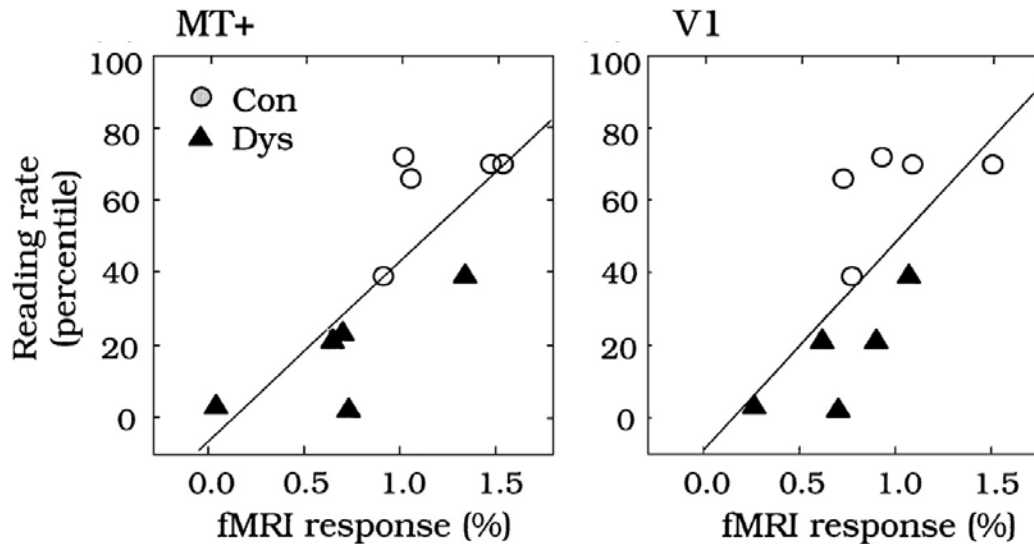
Voxel-Aktivität für V1, V2, V3, MT+:



# Dyslexie, Geschwindigkeitswahrnehmung und MT+:

- Dyslexie: phonologische und multi-sensorische Defizite
- Visuelle Defizite bei transienten Reizen (“magnocellular pathway deficit hypothesis”)
- Magnozelluläres System: hohe zeitliche Auflösung, sensitiv für niedrigen Kontrast und niedrige Frequenzen, Bewegung

## fMRT-Aktivität bei Dyslexie:





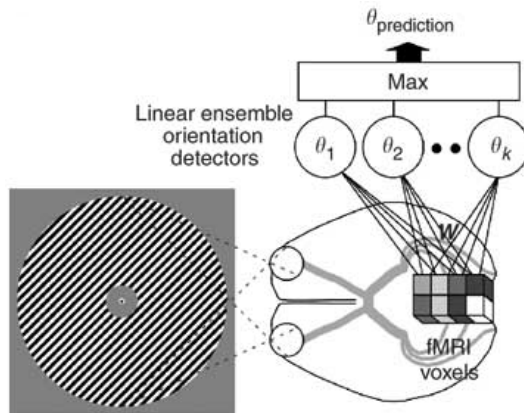
## Grenzen und zukünftige Anwendungen:

### Subtraktions-Methode / traditionelles Design:

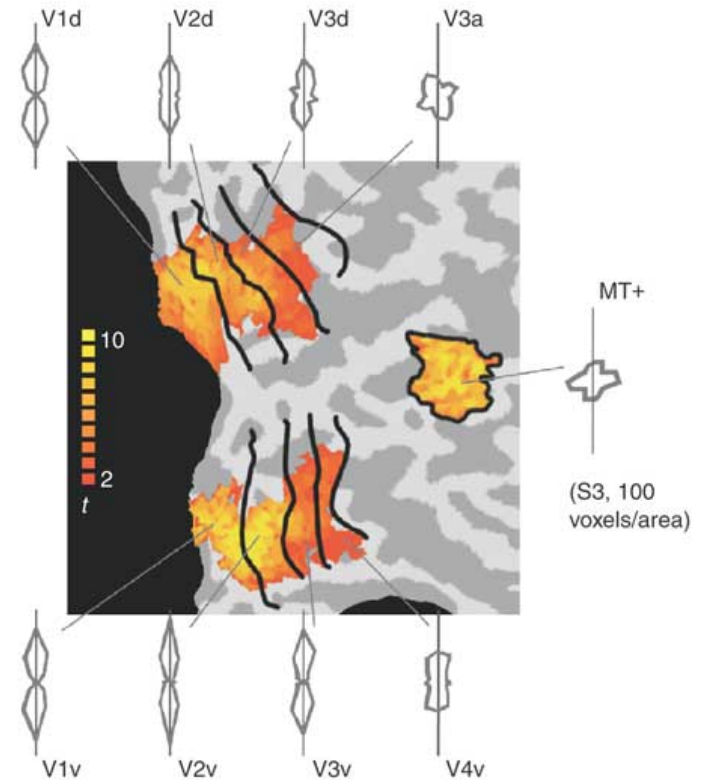
- Vergleich der fMRT-Aktivität von zwei experimentellen Bedingungen, die sich hinsichtlich eines einzelnen kognitiven / perzeptuellen Prozesses unterscheiden.
- Geringes Signal-to-Noise-Verhältnis von Vorteil
- Methode gut geeignet zur Identifikation von Arealen mit starker fMRT-Aktivität.

# Grenzen und zukünftige Anwendungen:

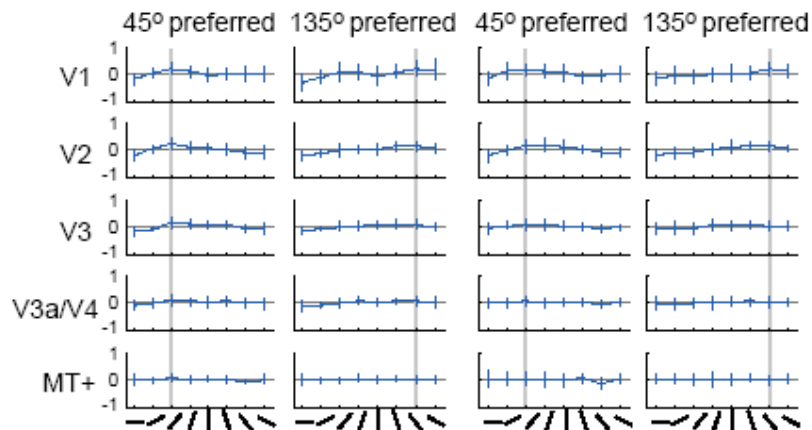
fMRT-Experimente in Verbindung mit Computational Methoden:



dekodierte Voxel-Aktivität:



gemittelte Voxel-Aktivität:



## Zusammenfassung:

- fMRT als non-invasives Verfahren zur Untersuchung menschlicher Informationsverarbeitung.
- Identifizierung einzelner, visueller Areale mit Retinotopie und Bewegungssensitivität.
- fMRT-Aktivität bei Manipulation von Kontrast-, Farb- und Bewegungsinformation erlaubt Rückschlüsse auf Informationsverarbeitungsprozesse.