

# **Decoding mental states from brain activity in humans**

Haynes & Rees (2006)

Data Science in theory (PSY M8-1)  
Prof. Dr. Julian Keil

Margaretha Burzlaff & Lisa Stahl

06.12.2022

# Gliederung



01

Einführung



04

Dynamische mentale  
Zustände



02

Auswertung von fMRT



05

Unbewusste o.  
verdeckte mentale  
Zustände



03

Entschlüsseln der  
Bewusstseinsinhalte



06

Limitationen & Ethik

# Ist Gedankenlesen möglich?

## fMRT

Mentalen Zustand über  
fMRT-Aktivität ableiten

## Mentale Zustände

Möglichkeit der  
Entschlüsselung von  
bewussten und  
unbewussten Zuständen

## Ethik

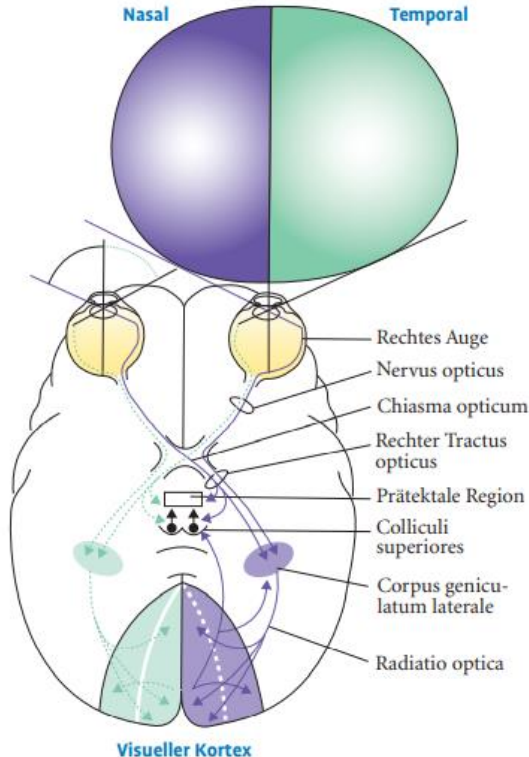
Privatsphäre der  
persönlichen Gedanken

## Visuelle Wahrnehmung

In diesem Bereich viele  
Untersuchungen



# Verarbeitung von visuellen Reizen



01

Afferente Fasern von der Netzhaut zum primären visuellen Kortex (V1)

02

Ipsilaterale Verarbeitung für temporale Seite  
Kontralaterale Verarbeitung für nasale Seite

03

Retinotopie Gliederung in V1

04

Weiterverarbeitung in höheren visuellen Arealen (V2-V5)

Abb. 1. Visueller Verarbeitungsweg (Schandry, 2016)

# Säulenstruktur visueller Kortex

03

Blobs (F)

02

Okuläre  
Dominanzsäule (OD)

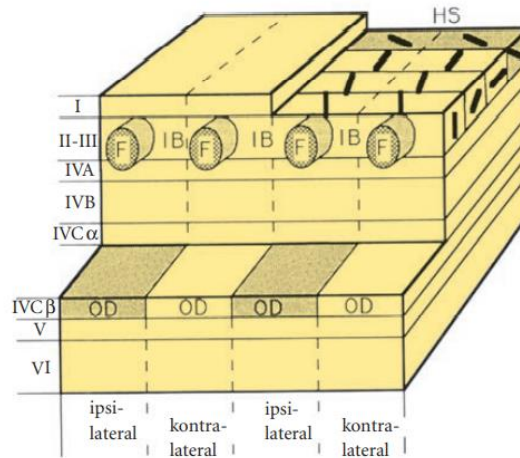


Abb. 2. Säulenstruktur im primären visuellen Kortex (Schandry, 2016)

Hypersäule (HS)

04

Orientierungssäule

01

# Verarbeitung von visuellen Reizen

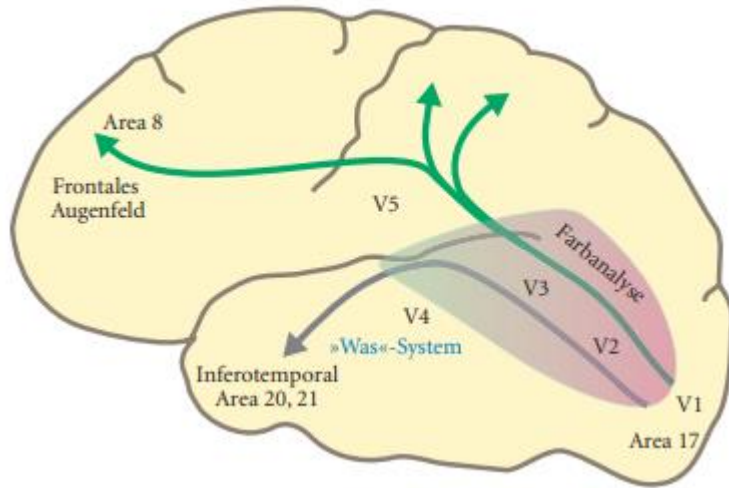


Abb. 3. Kortexbahnen des visuellen Systems (Schandry, 2016)

05

Verarbeitung von Farben und Formen sowie Integration der Informationen (V2-V4)

06

Weiterleitung zum inferotemporalen Kortex zur Objekterkennung  
→ ventraler "Was"-Pfad

07

Bewegungswahrnehmung über den dorsalen "Wo"-Pfad (V1-V5)

08

Weiterleitung in weitere Kortexregionen (z.B. beim dorsalen "Wo"-Pfad zum frontalen Augenfeld)

# Modularität



FFA

Fusiformes  
Gesichtsareal



PPA

Parahippocampales  
Ortsareal



EBA

Extrastriäres  
Körperareal

# Räumliche Verteilung

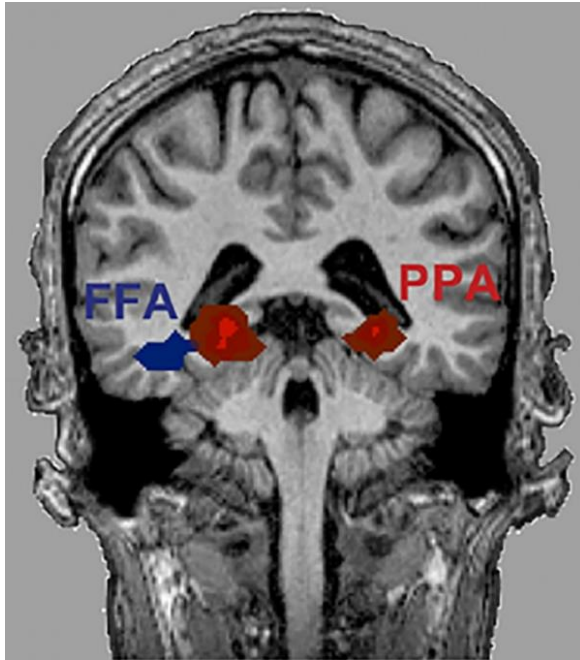


Abb. 4. Aufnahme des FFA & PPA über fMRT

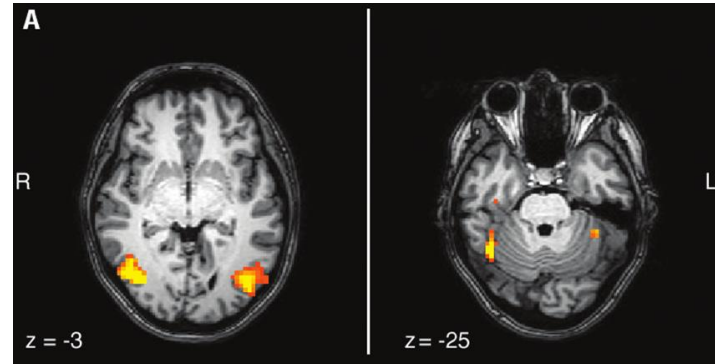


Abb. 5. Aufnahme des EBA's über fMRT



# Einzelzellcodierung vs. verteilte Repräsentation

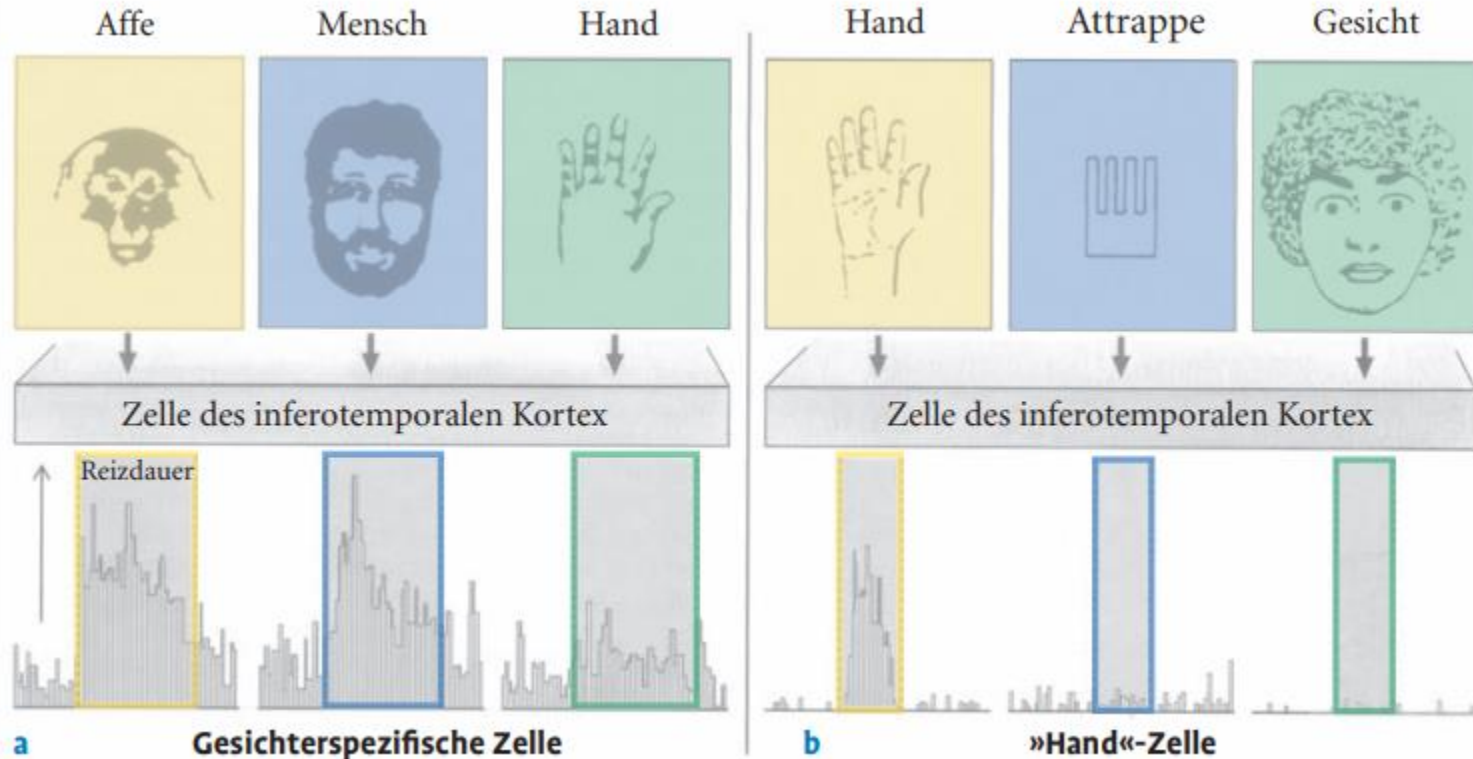


Abb. 6. Einzellaktivierung im inferotemporalen Kortex des Affen (Schandry, 2016)

# Einzelzellcodierung vs. verteilte Repräsentation

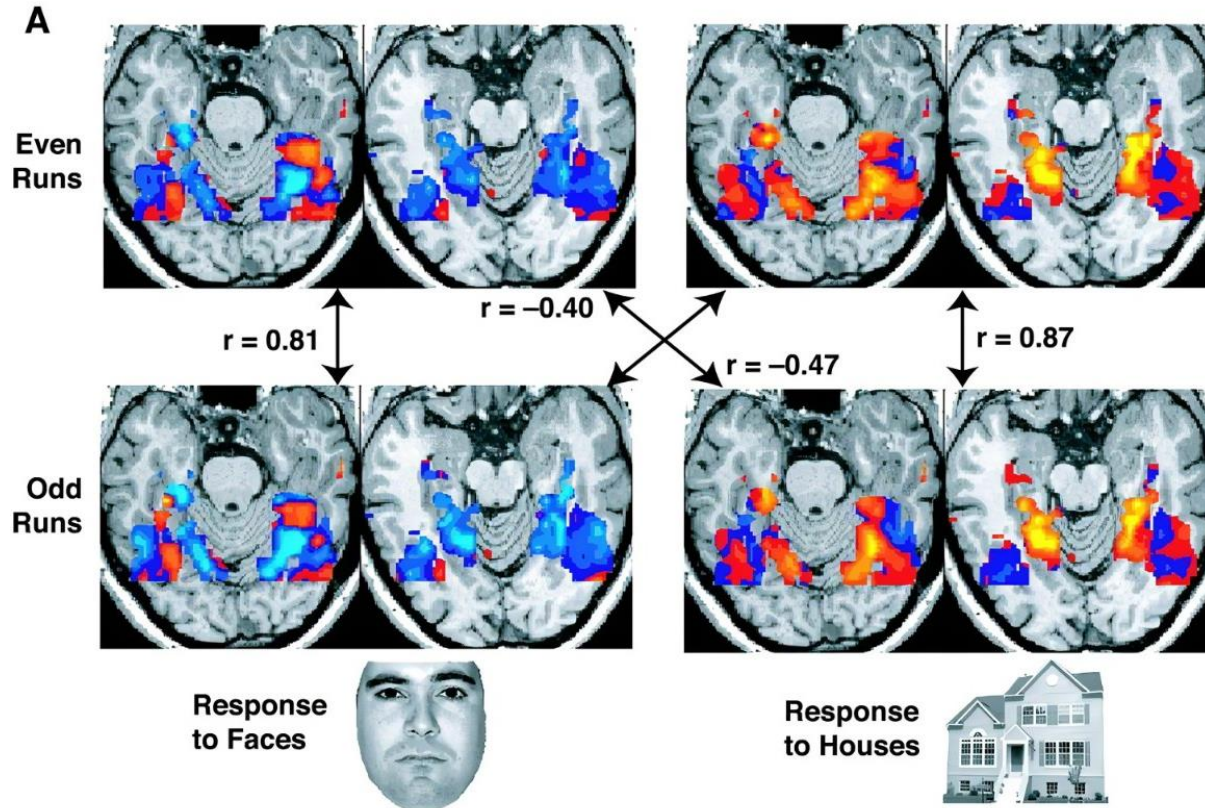
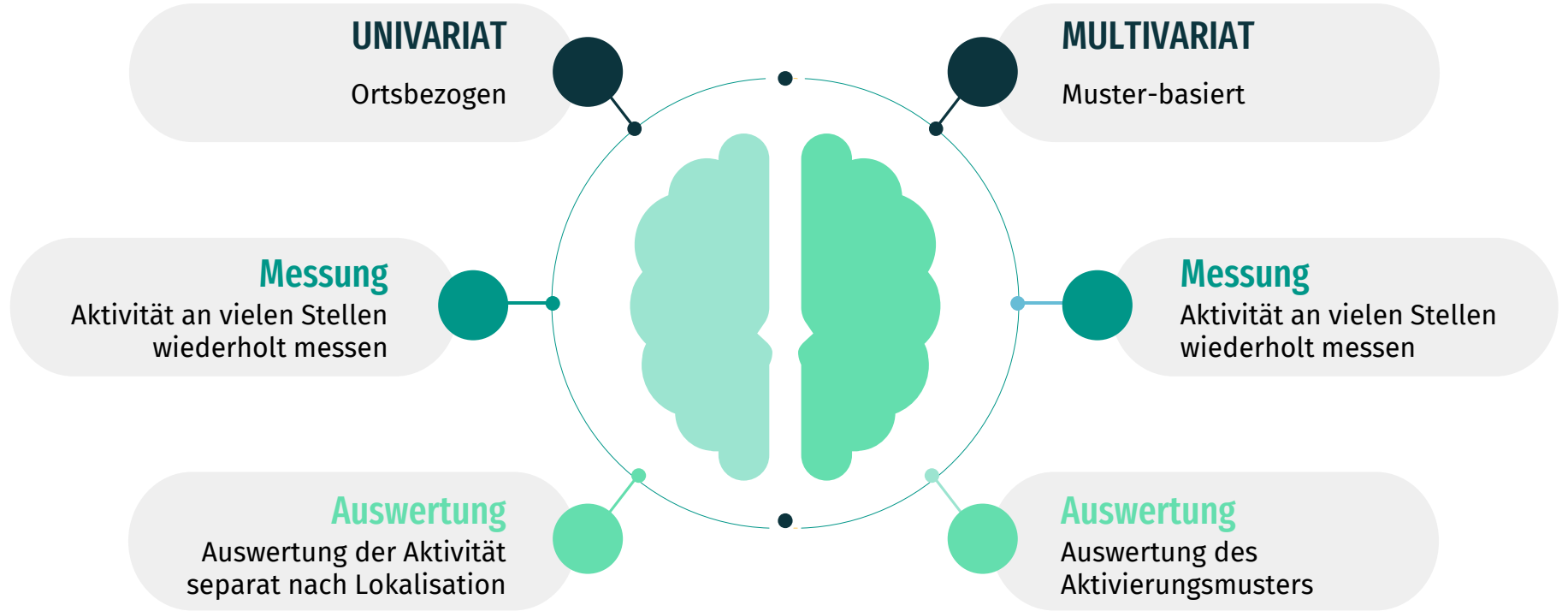
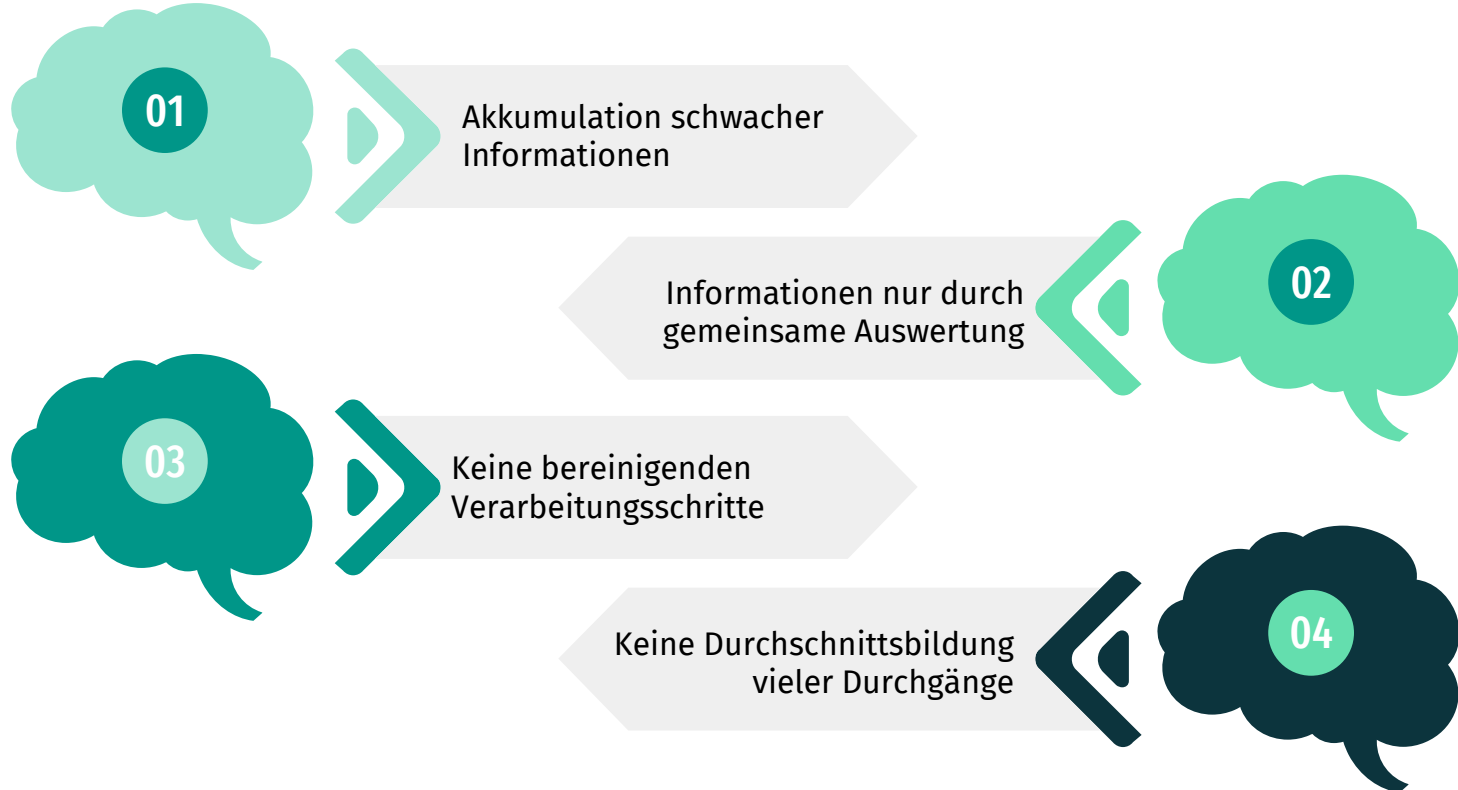


Abb. 7. fMRT-Hirnaktivität bei der Wahrnehmung von Gesichtern und Häusern

# Auswertung des fMRT



# Vorteile des multivariaten Ansatzes



# Entschlüsseln der Bewusstseinsinhalte

Unterscheidung Hirnaktivität von verschiedenen Zuständen

Kodierung kognitiver Zustände in räumlich getrennten Bereichen

Messung über fMRT bei Wahrnehmung von Gesichtern & Objekten



# Trennbare kortikale Module

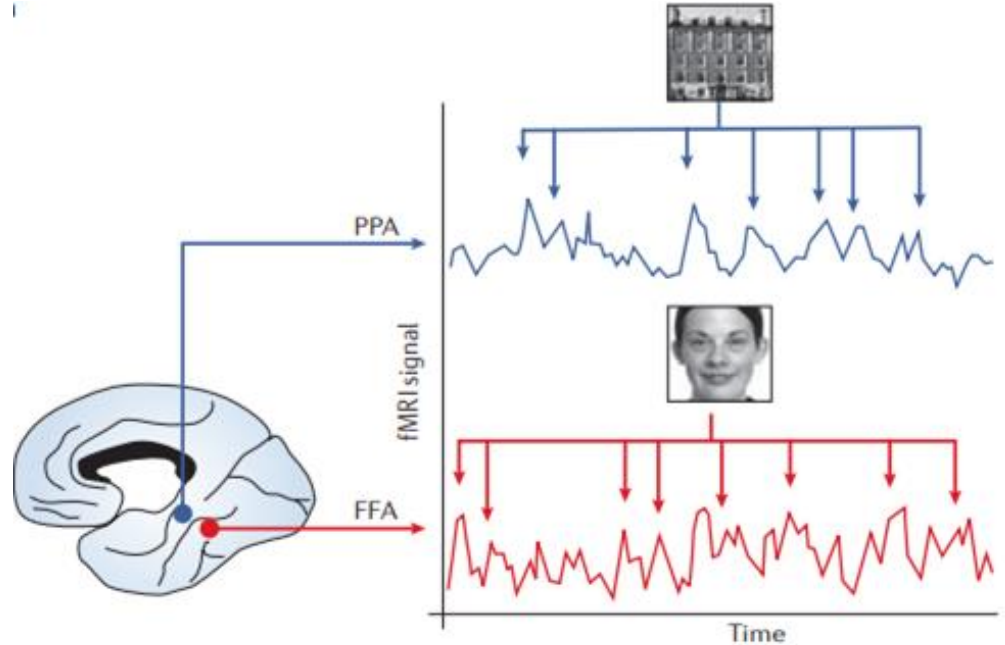
## Fusiformes Gesichtsareal

Reagiert am stärksten auf  
Gesichter

## Parahippocampales Ortsgebiet

Reagiert am stärksten auf  
Bilder von Häuser

## Motorischer & sensorischer Homunkulus



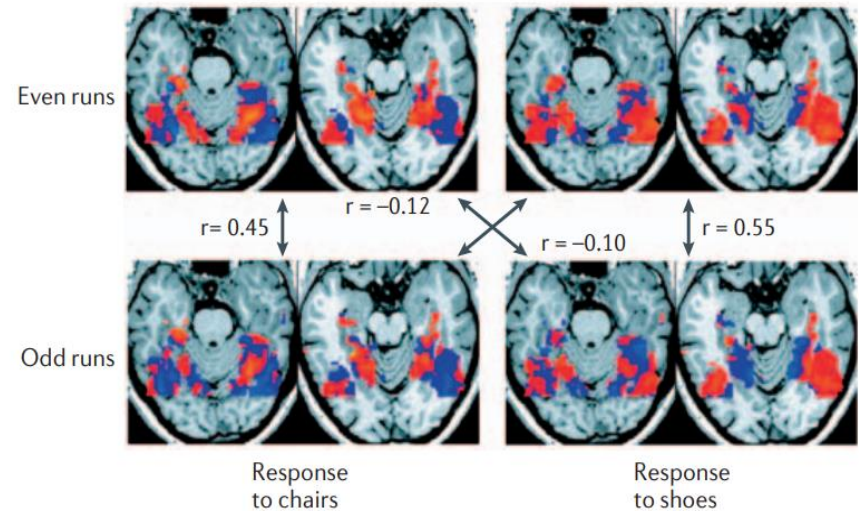
# Verteilte Repräsentationsmuster

01

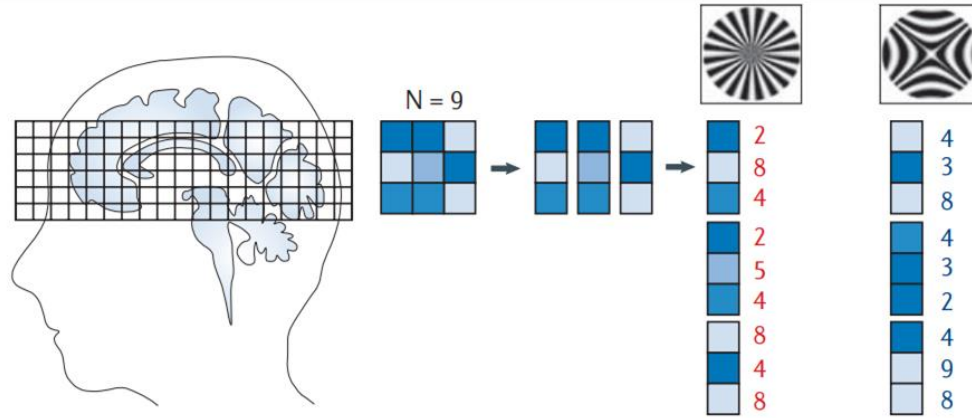
räumlich-verteilte Muster  
der Hirnaktivität  
analysieren

02

Korrelationen zwischen  
Trainingsmuster &  
Testmuster



# Statistische Mustererkennung



Voxel

Mustervektor

Klassifikator

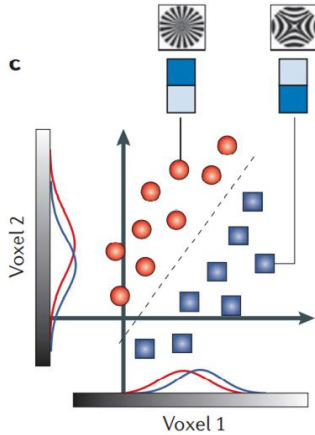
Gehirnaktivität in  
kleinen Volumina  
(Voxel) gemessen

3x3 Design der  
Voxels

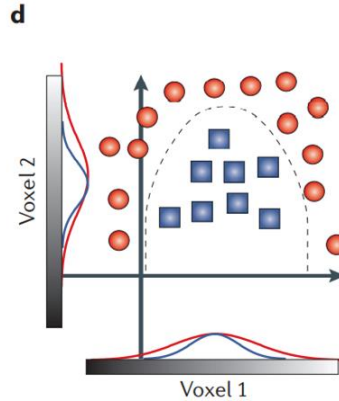
Unterscheidung von  
Mustervektoren  
→ Rückschluss auf  
mental Zustand



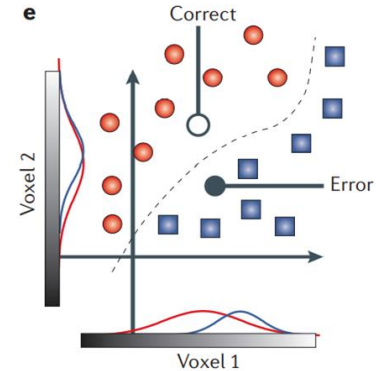
# Statistische Mustererkennung



Linearer  
Klassifikator



Nicht-linearer  
Klassifikator



Entwickelter  
Klassifikator auf  
Grundlage von  
Trainings- &  
Testdaten

# Feinkörnige Muster

## fMRT

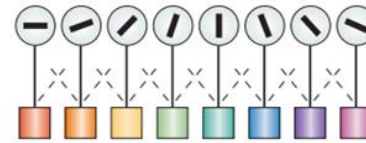
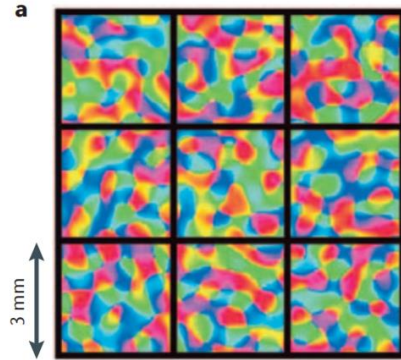
Auflösung fMRT zu gering  
für detaillierte  
Objektmerkmale

## Orientierungssäulen

Information zur  
Ausrichtung eines  
Objekts

## Voxel

Unterschiedliche  
Aktivierung je nach  
Orientierung

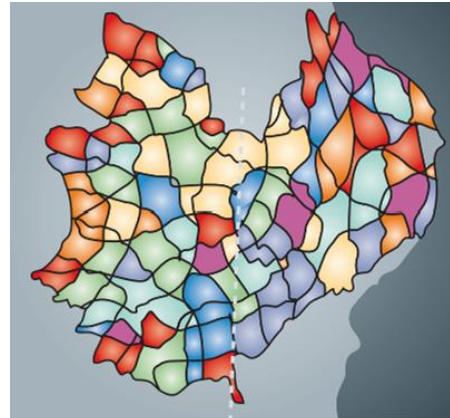


## Dekodierung der Orientierung

Zuverlässig bei  
Berücksichtigung des  
gesamten räumlichen  
Antwortmusters

## Analyse

Unter Verwendung von z.B.  
Support-Vektor-  
Klassifikatoren



V2v V1v

## Möglichkeiten & Grenzen

→ für weitere feinkörnige  
Strukturen anwendbar  
→ Abstimmungsfunktion Voxel ≠  
Orientierungsabstimmung  
einzelner Neuronen

# Dekodieren dynamischer Zustände

## Binokulare Rivalität

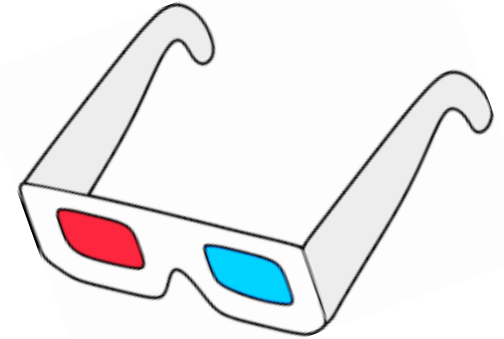


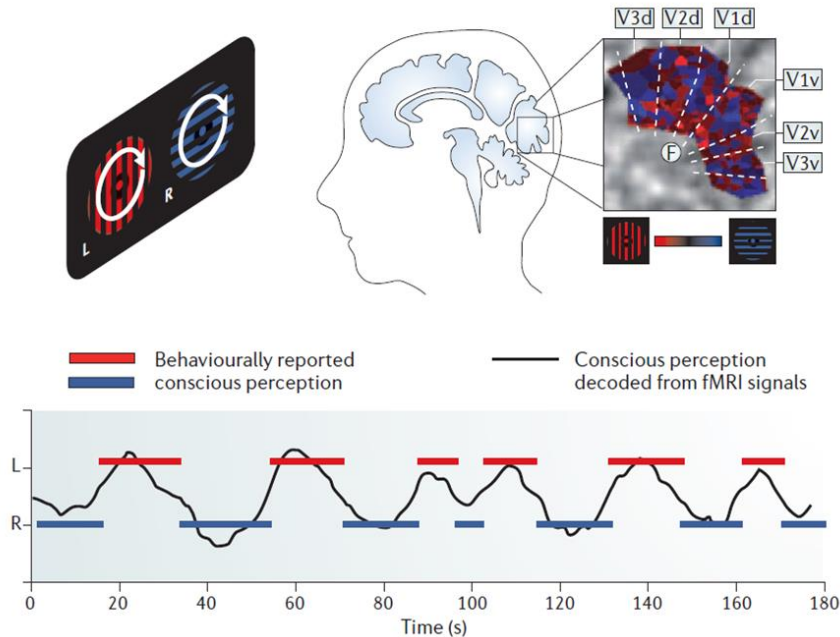
Abb. 8 Rot-Cyan-Anaglyph 3D-Brille



Abb. 9 Beispielbild binokularer Rivalität

# Dekodieren dynamische Zustände

## Binokulare Rivalität



01

Je Auge ein unterschiedlicher Stimulus -> Konkurrenz, welcher wahrgenommen wird

02

Physische Stimulation bleibt gleich, nur die Wahrnehmung wechselt

03

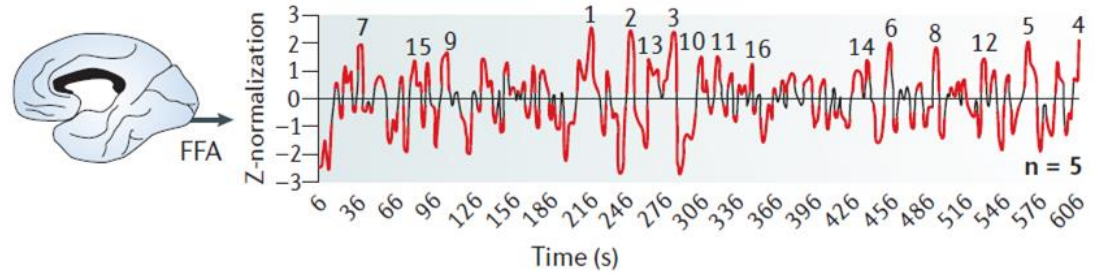
VP gibt per Tastendruck an, was sie gerade bewusst wahrnimmt (rot & blau)

04

Es konnte vorhergesagt werden, was betrachtet wird (schwarz  $\searrow \swarrow$ )

# Dekodieren dynamischer Zustände

## Natürliche Szenen



# Verdeckte & unbewusste mentale Zustände

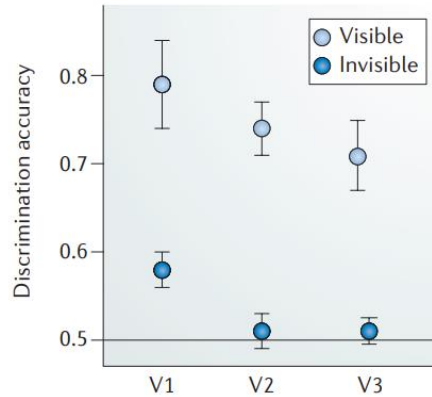
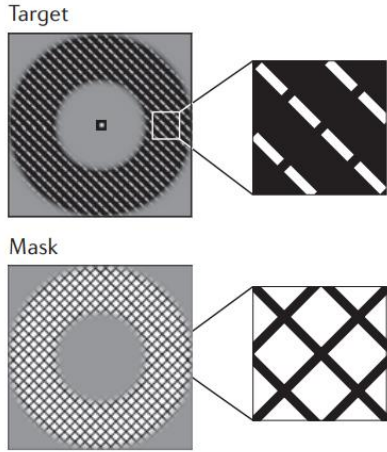
Entschlüsseln von Informationen, die bewusst verborgen werden

Entschlüsseln von verdeckten Informationen zur Lügnerkennung

Unbewusste Zustände Sonderfall von verdeckten Infos  
→ bleiben vor Person selbst verborgen



# Unbewusste mentale Zustände



Target & Mask  
abwechselnd dargestellt  
→ für VP Ziel unsichtbar

Keine bewusste  
Wahrnehmung der  
Orientierung

Dekodierung der Orientierung in V1 möglich

# Technische Herausforderungen



Raum/Zeit

Begrenzte räumliche  
und zeitliche  
Auflösung



fMRT

Neuronale  
Grundlage des  
BOLD-Signals ist  
noch unklar



Effizienz

Hohe Kosten und  
begrenzte Transport-  
möglichkeit



# Methodische Herausforderungen

## Generalisierung und Invarianz

Generalisierung  
auf Kosten der  
Genauigkeit



Über die Zeit



Über neue  
Situationen



Über die  
Subjekte

# Methodische Herausforderungen

Messen von zeitgleichen Zuständen

Extrapolation von neuen Zuständen

Anwendungsbereiche

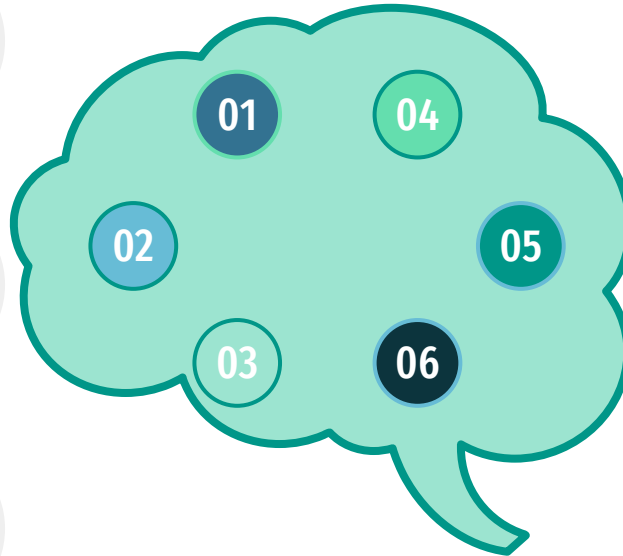


# Ethische Fragen

(Un-)bewusste Haltungen  
gegenüber Ethnien

Emotionale Zustände und  
Selbstregulation

Psychiatrische  
Erkrankungen



Kriminelle Tendenzen

Drogenabusus

Produktpräferenzen und  
Entscheidungen

# Ihr seid gefragt!



[www.menti.com](https://www.menti.com)

Code: 1359 0816



# Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!

Habt ihr noch Fragen?

**CREDITS:** This presentation template was created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**, and infographics & images **Freekip** and illustrations by **Storyset**



# Literaturverzeichnis

- Haynes, J.-D. & Rees, G. (2006). Decoding mental states from brain activity in humans. *Nature reviews. Neuroscience*, 7 (7), 523–534. <https://doi.org/10.1038/nrn1931>
- Schandry, R. (2016). *Biologische Psychologie. Mit Online-Material* (4., überarbeitete Auflage). Weinheim: Beltz. Verfügbar unter [http://sub-hh.ciando.com/book/?bok\\_id=2121934](http://sub-hh.ciando.com/book/?bok_id=2121934)

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schandry, R. (2016). *Biologische Psychologie*. Seite 253, Abbildung 12.11.

Abbildung 2: Schandry, R. (2016). *Biologische Psychologie*. Seite 257, Abbildung 12.13.

Abbildung 3: Schandry, R. (2016). *Biologische Psychologie*. Seite 258, Abbildung 12.14.

Abbildung 4: Verfügbar unter: <https://dannypurb.files.wordpress.com/2014/08/010-ffappa.jpg?w=600>. Abgerufen am 04.12.2022

Abbildung 5: Verfügbar unter: <https://th.bing.com/th/id/OIP.0KfoWD-GYQX3V2SbH5uTfQHaHH?pid=ImgDet&rs=1>. Abgerufen am 04.12.2022

Abbildung 6: Schandry, R. (2016). *Biologische Psychologie*. Seite 259, Abbildung 12.15.

Abbildung 7: Verfügbar unter: <https://bit.ly/3XVXk8Y>. Abgerufen am 04.12.2022.

Abbildung 8: Verfügbar unter: <https://bit.ly/3P64rYo>. Abgerufen am 04.12.2022.

Abbildung 9: Verfügbar unter: <https://bit.ly/3H8voZi>. Abgerufen am 04.12.2022.