
Multivariate Pattern Analysis

SPM Kurs 2018
Christoph Korn

- 1. Motivation**
- 2. Features**
- 3. Klassifizierung**
- 4. Statistik**
- 5. Annahmen & Design**
- 6. Similarity**
- 7. Beispiel**

- **sehr viele Voxel -> schwierig für Statistik**
- **(fast) nur lineare Zusammenhänge werden analysiert -> kann eigentliche Zusammenhänge verdecken**
- **„starres“ Modell der Hämodynamik -> aber: neurovaskuläre Kopplung ist in verschiedenen Regionen/Personen unterschiedlich**

Multivariate Pattern Analysis erlaubt nicht-lineare und multivariate Analysen

nicht-linear bedeutet:

Output ist nicht
proportional zum Input

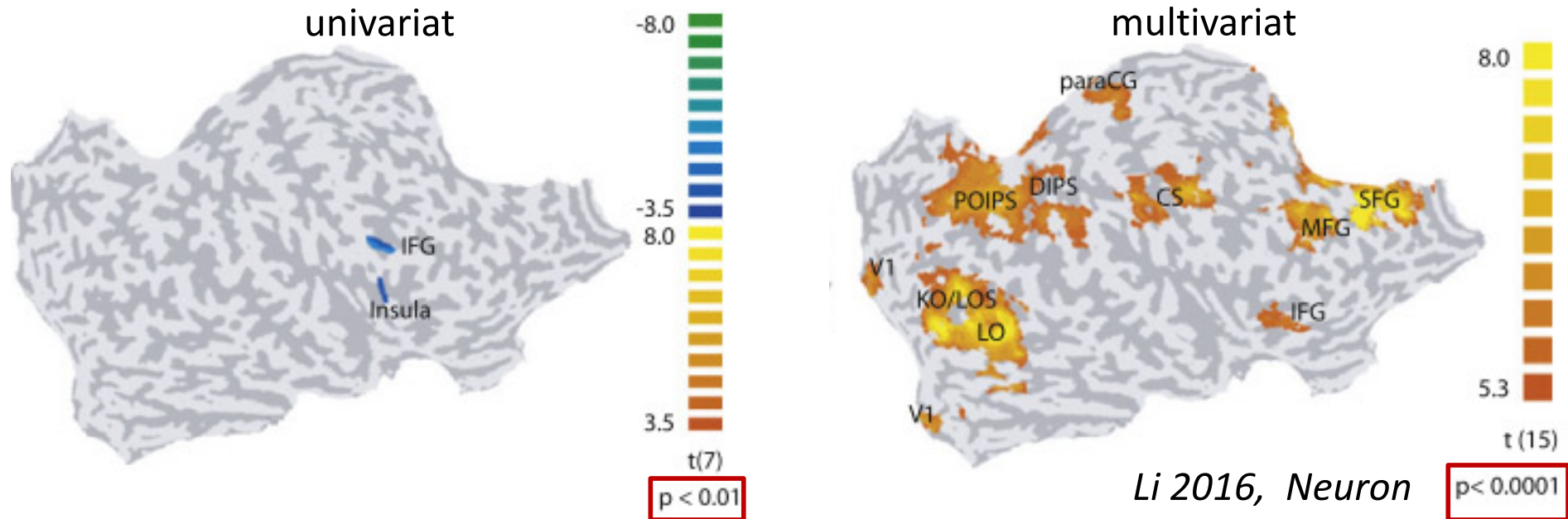
Bsp: Die Aktivität eines
Voxel ist logarithmisch
abhängig von einem
anderen.

multivariat bedeutet:

mehr als eine
abhängige Variable

Bsp: nur wenn eine
Region aktiv ist, spielt
eine weitere eine Rolle.

Beispiel: visuelle Entscheidungen



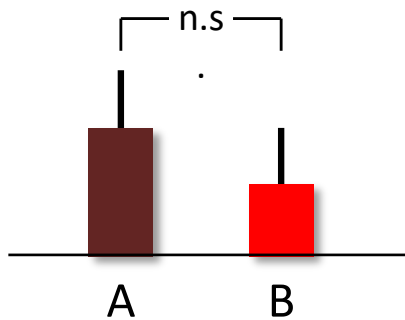
Probanden lernen visuelle Stimuli zu sortieren.

-> erst durch die kombinierte Analyse mehrere Voxel werden die beteiligten Areale sichtbar

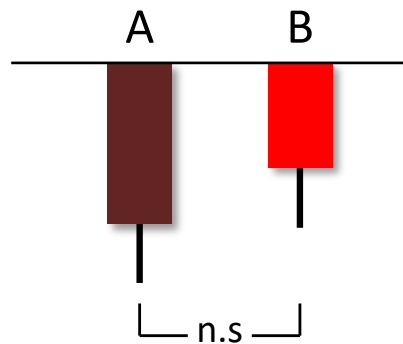
-> Die Analyse wird sensitiver

Information mehrerer Voxel wird kombiniert

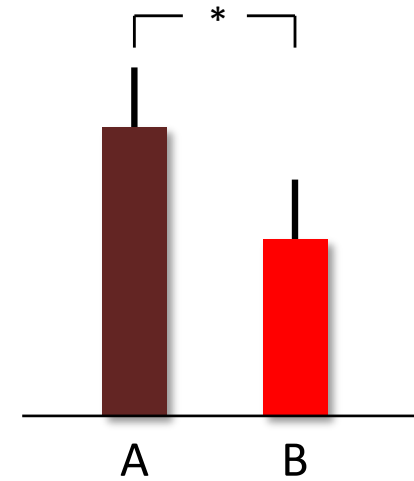
Feature 1





Feature 2



Feature 3



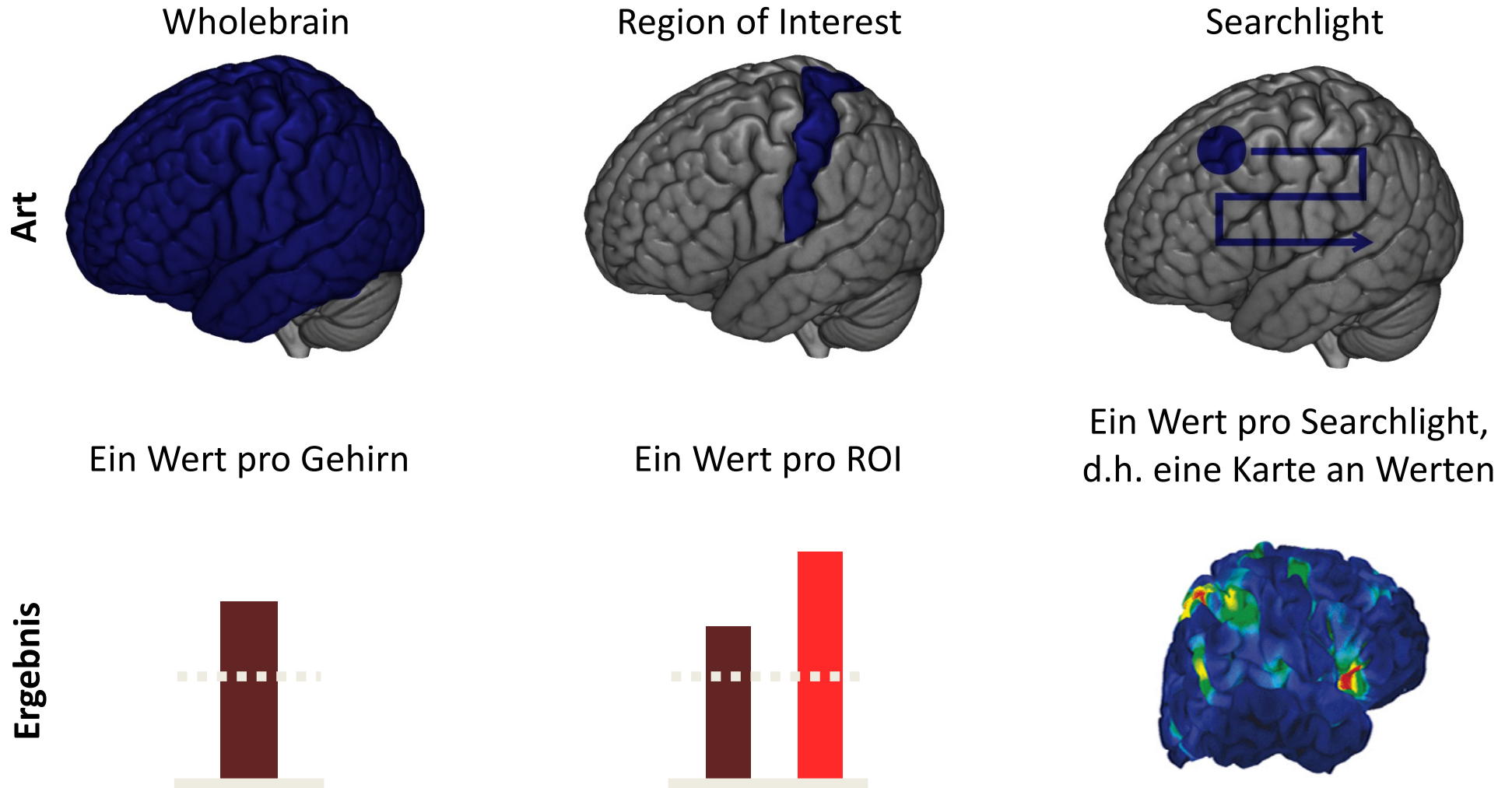
 Bedingung A
 Bedingung B

FEATURES

Bei der MVPA werden Features kombiniert.

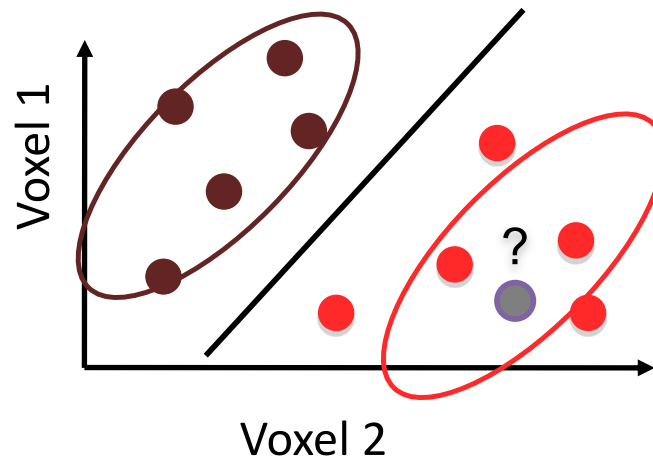
Features können sein:

- **Aktivierung einzelner Voxel,**
- **Betas aus dem 1st level GLM,**
- **Zeitverläufe in den Voxel,**
- **Korrelationskoeffizienten,**
- **Verhaltensdaten,**
- **usw.**



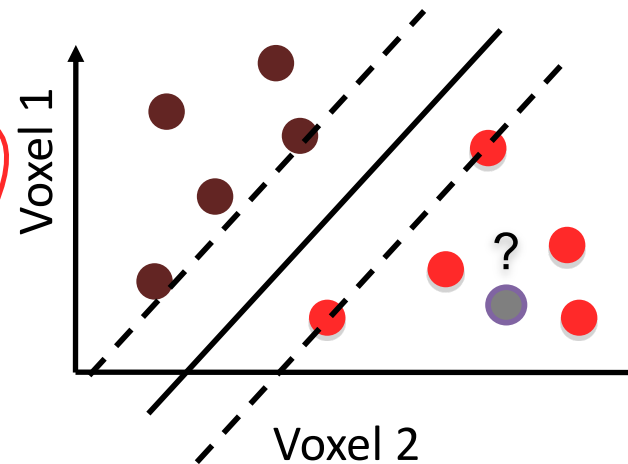
KLASSIFIZIERUNG

Linear Discriminant Analysis



Berücksichtigt Korrelationen

Support Vector Machine



Maximiert "Margin"
(Abstand zwischen nächsten
Punkten);
auch nicht-linear

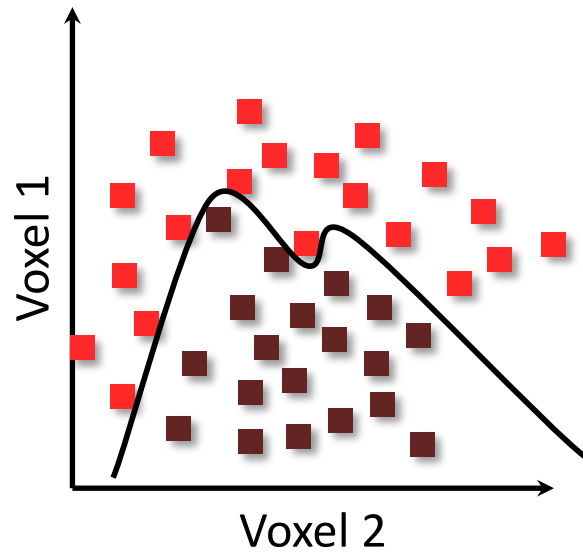
Klassen/
Bedingungen

● Haus

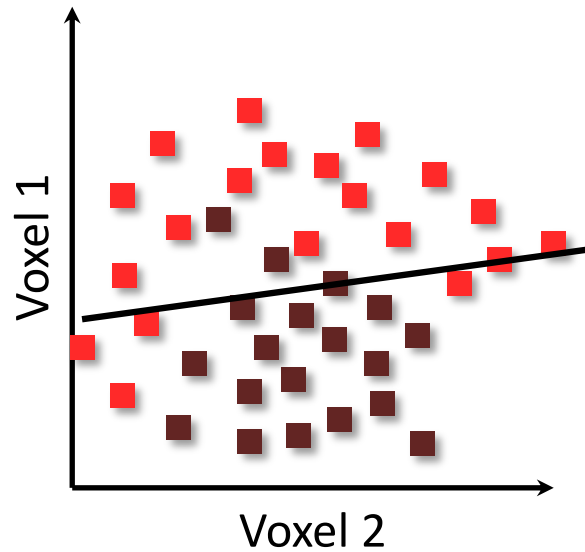
● Gesicht

Ziel: Vorhersage zu welcher Klasse/Bedingung ein Messpunkt gehört.

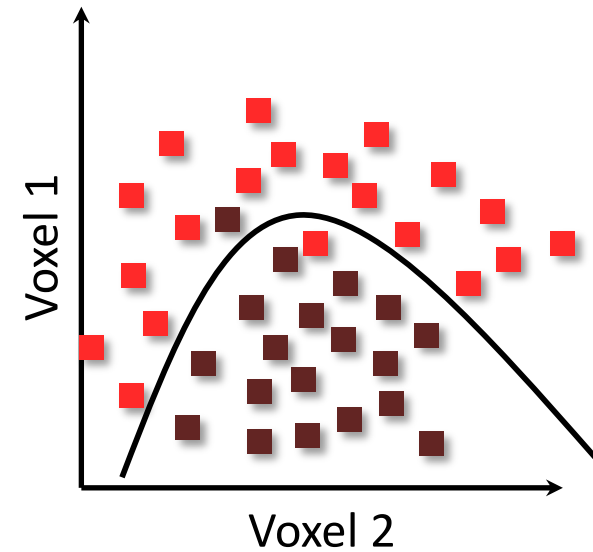
Overfitting vs. Underfitting



Overfitting



Underfitting



guter Fit

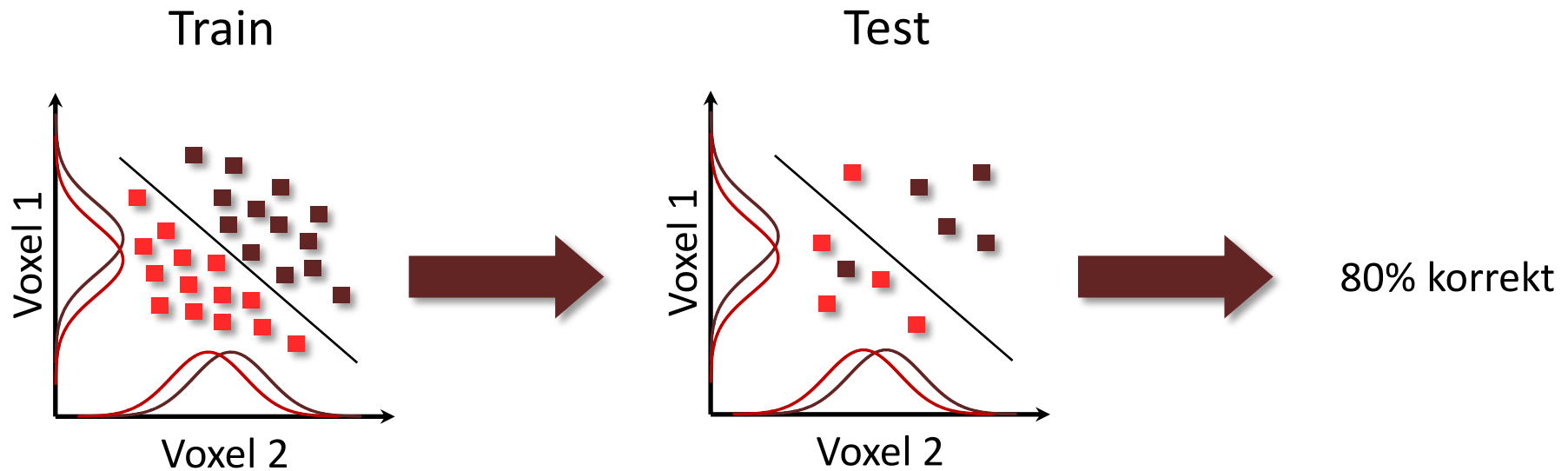


Ziel: Bestmögliche Generalisierung auf neue Daten

STATISTIK

Validierung durch unabhängige Daten

Unterteilung in Trainingsdaten und Testdaten und Bestimmung
Vorhersagegüte der Testdaten

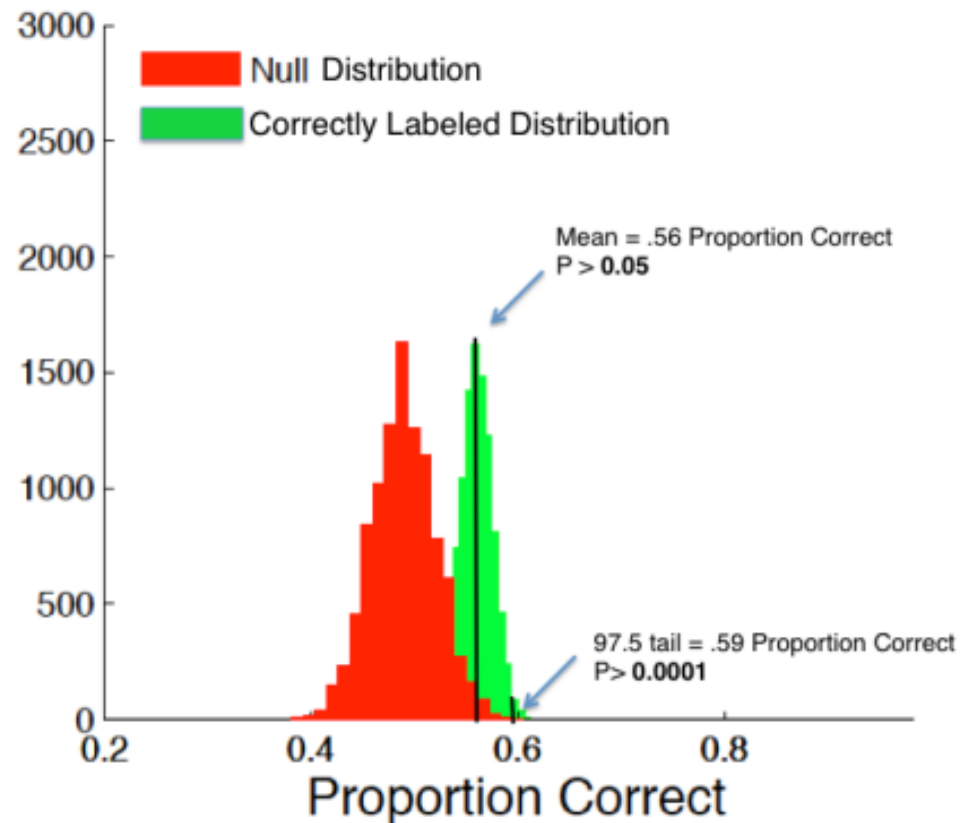




Die Analyse wird für alle möglichen Testdaten wiederholt.

Die Labels werden vertauscht und mit der Verteilung der echten Labels verglichen.

Distribution of 10 k binary classifier means (cross-validated accuracies) with randomly shuffled and correctly labeled instances



ANNAHMEN & DESIGN

Annahmen

- Verteiltes Muster an Aktivierungen über Voxel
- Decodierungs-Ansatz

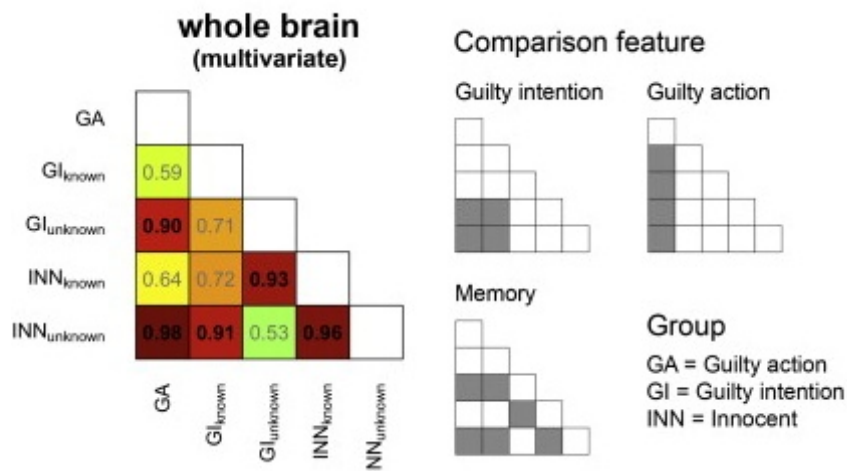
Design

- **Möglichkeiten zur Klassifikation notwendig**
 - genügend Wiederholungen von mehreren Blöcken (Trials) für Training- und Test-Daten
 - Vorsicht bei Reihenfolgeeffekten (z.B. Lernparadigmen)
 - (zeitliche) Autokorrelation ist ein Problem
 - Veränderungen bei Vorverarbeitung (v.a. smoothing)
- **Meist kategoriale Unterscheidungen (aber neuere Methoden-Entwicklungen für faktorielle & parametrische Designs)**

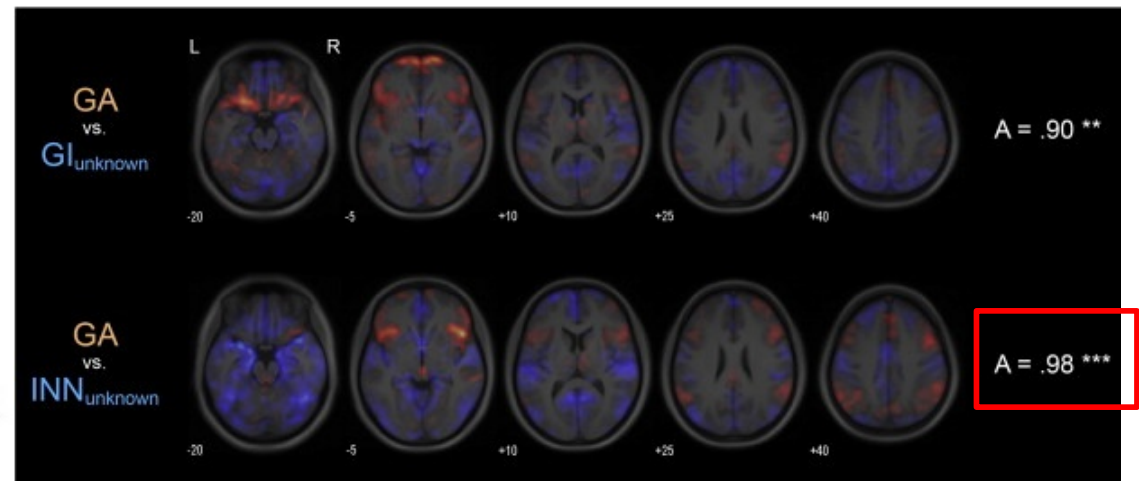
BEISPIELE

1. Vorhandensein von Information

Beispiel: Kann man aufgrund der Hirnaktivierung sagen, dass jemand eine Tat begangen hat? (Tatwissen-Test)

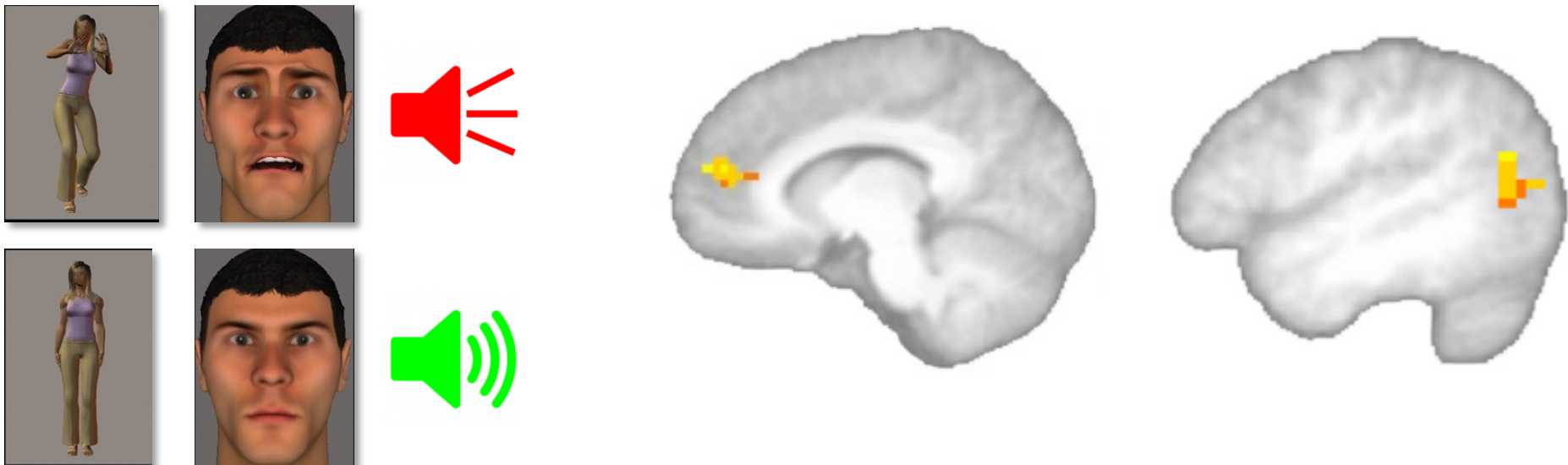


Reconstructed Pattern

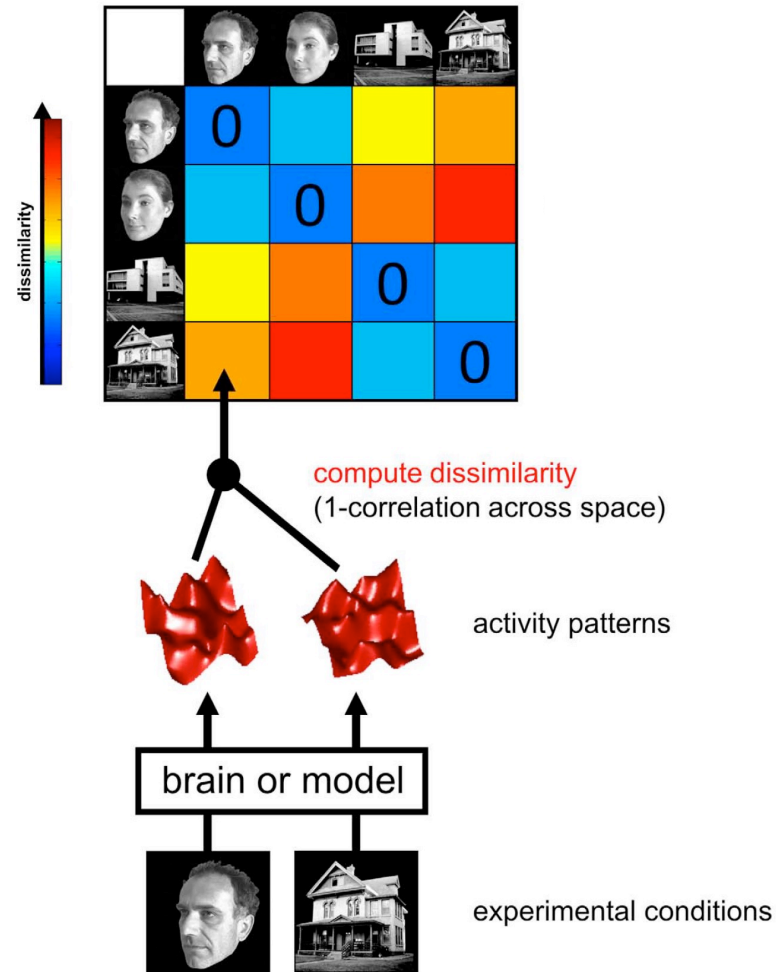


2. Lokalisierung von Information

Beispiel: Wo im Gehirn werden Emotionen modalitätsunabhängig repräsentiert?



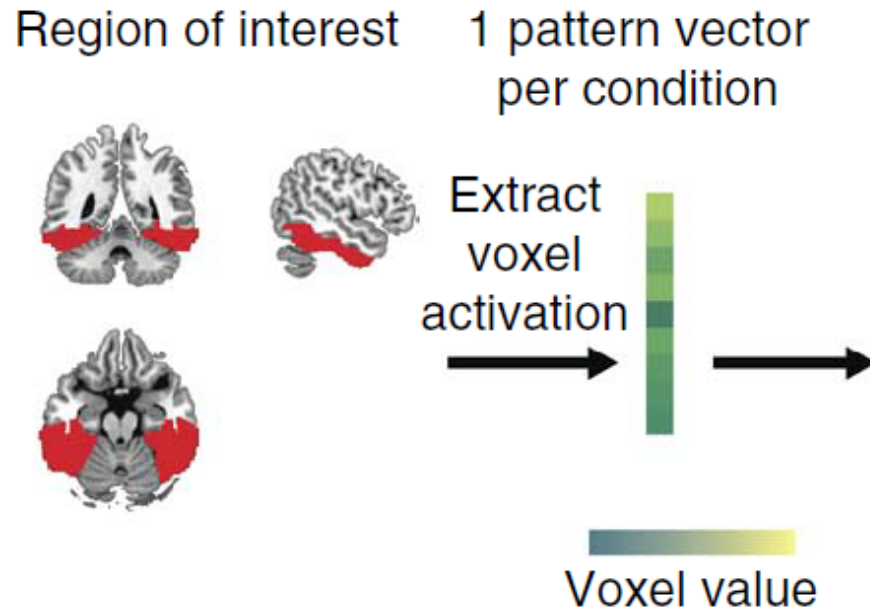
SIMILARITY



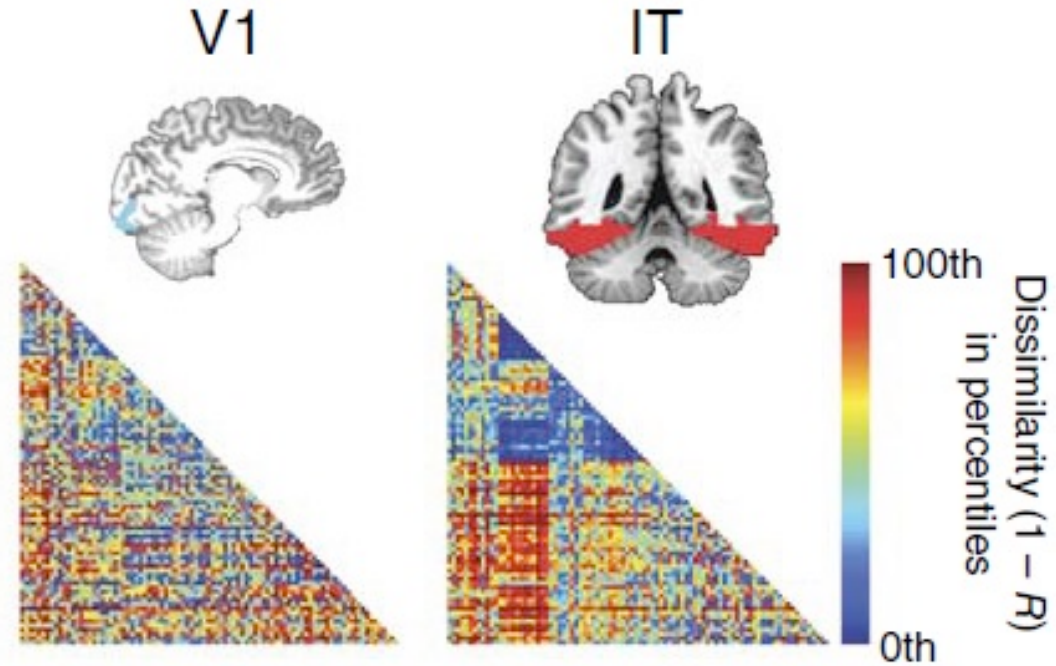
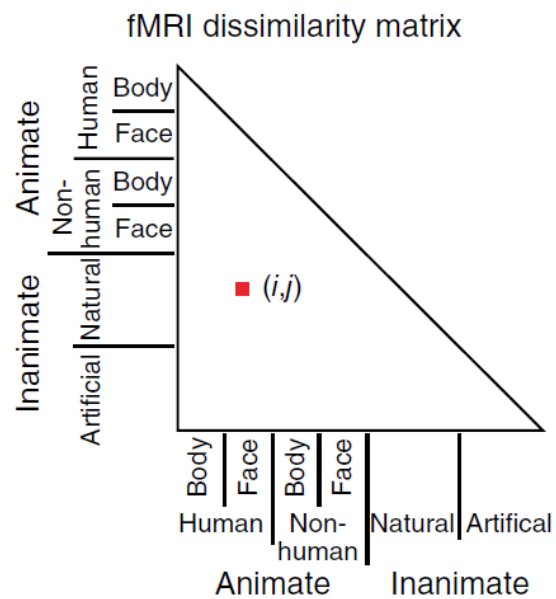
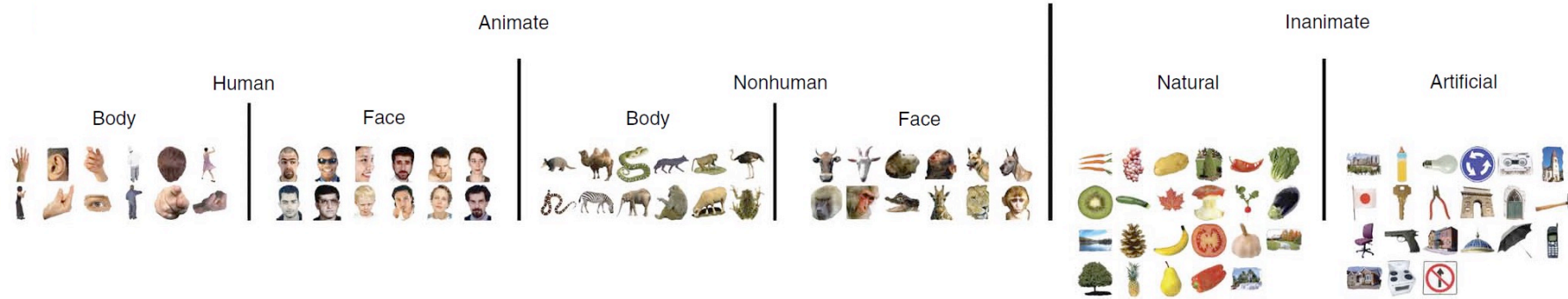
Kriegeskorte, Mur, Bandettini, 2008, *Front System Neurosci*

Kriegeskorte, Kievit, 2013, *Trends Cogn Sci*

Cichy, Pantazis, Oliva, 2014, *Nat Neurosci*

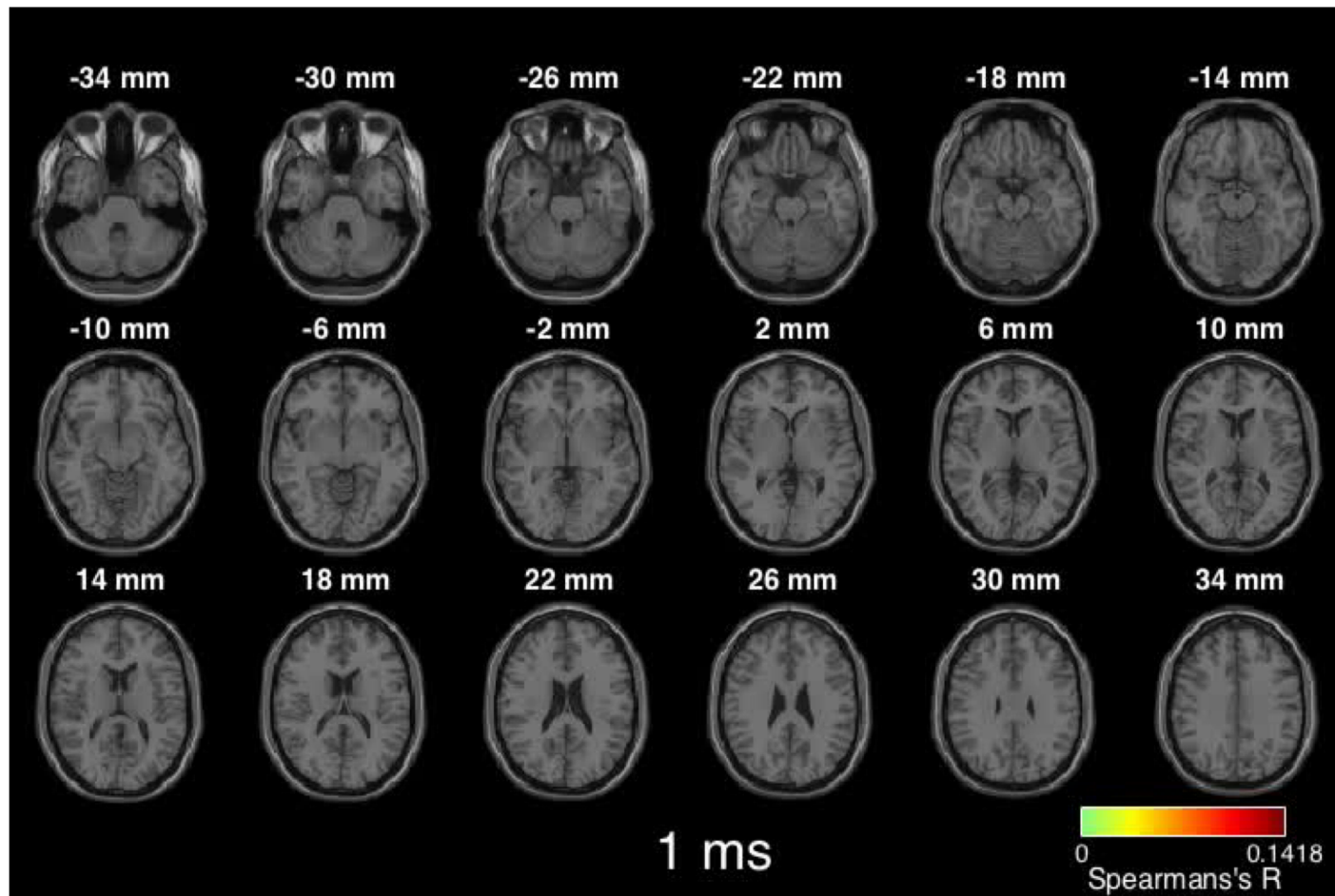


Kriegeskorte, Mur, Bandettini, 2008, *Front System Neurosci*
Kriegeskorte, Kievit, 2013, *Trends Cogn Sci*
Cichy, Pantazis, Oliva, 2014, *Nat Neurosci*

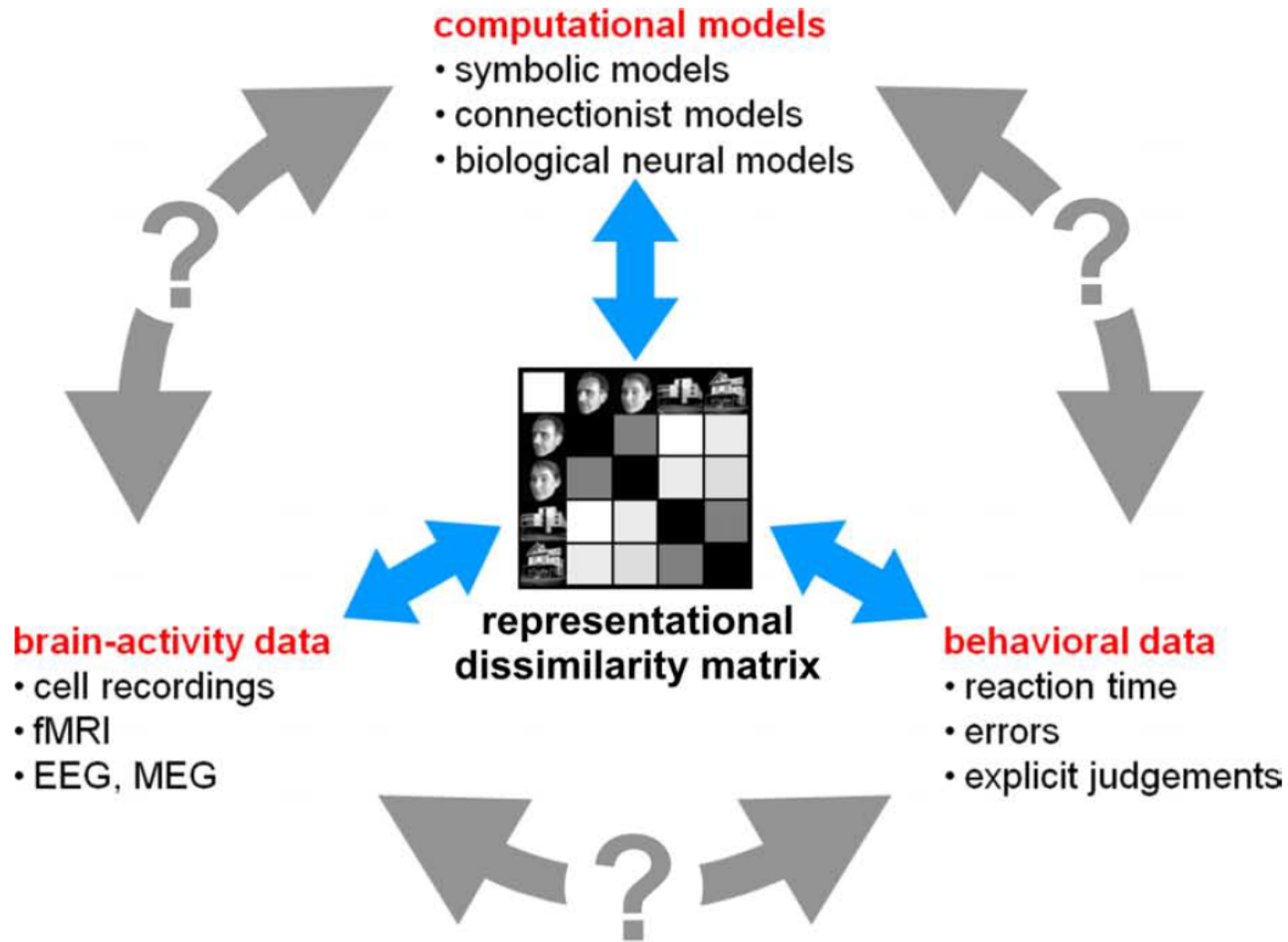


Kombination von MEG und fMRI

Ziel: Hohe räumliche und zeitliche Auflösung



Cichy 2016,
Cerebral Cortex



Princeton MVPA-Toolbox (Norman & Co)

- Vorteile: Viele Möglichkeiten, viele Classifier implementiert
- Nachteile: Erweiterung benötigt Programmierkenntnisse, Princeton MVPA wird nicht mehr upgedatet

PyMVPA (Norman, Hanke & Co)

- Vorteile: Vielseitigstes Instrument, keine Matlablizenz nötig (da Python), aktives Forum
- Nachteile: Viel Programmiererfahrung, um diese Vielseitigkeit zu nutzen, SPM benutzt Matlab

PRoNTo (Mourao-Miranda & Co)

- Vorteile: Leichter Einstieg auch für Anfänger durch GUI, SPM-Interface
- Nachteile: Kein Searchlight, rudimentäre Feature Selection, ...

TDT (The Decoding Toolbox) (Hebart, Görger, Haynes)

- Vorteile: SPM-Schnittstelle, einfach zu programmieren, einfach zu erweitern, schnell
- Nachteile: aktuell limitiert auf SPM, Matlablizenz nötig

Danke euch für die Aufmerksamkeit!

**Danke an Martin Hebart und Jan Mehnert für
Vorlagen und Anregungen zu den Folien!**

Fragen?