

Experimentelle Raumkognitions- forschung im SFB/TR8: Verhalten, Berechnung, Implementierung

Markus Knauff

Warum?



- Grundlagenforschung
- Psychologische Fakten für die Entwicklung benutzungsfreundlicher räumlicher Assistenzsysteme. Solche Systeme müssen sein:
 - verhaltensangepasst
 - berechnungsadäquat
 - hirngerecht

„Verhaltenangepasstheit“ – ein Beispiel aus MAPSPACE



VR Laboratory



© MPI Tübingen

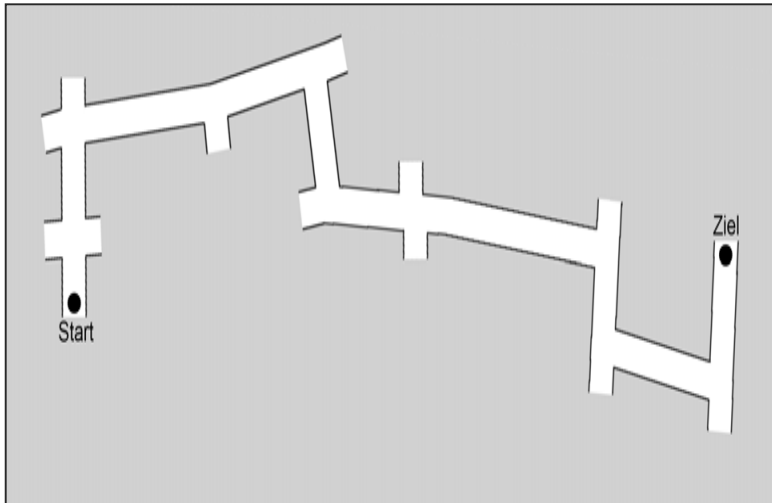
Tübingen - virtuell



Tübingen - real



Karten und Wegbeschreibungen



Laufe gerade aus.
An der 2. Kreuzung
biegst Du rechts ab.

Wieder an der 2.
Möglichkeit rechts
abbiegen.

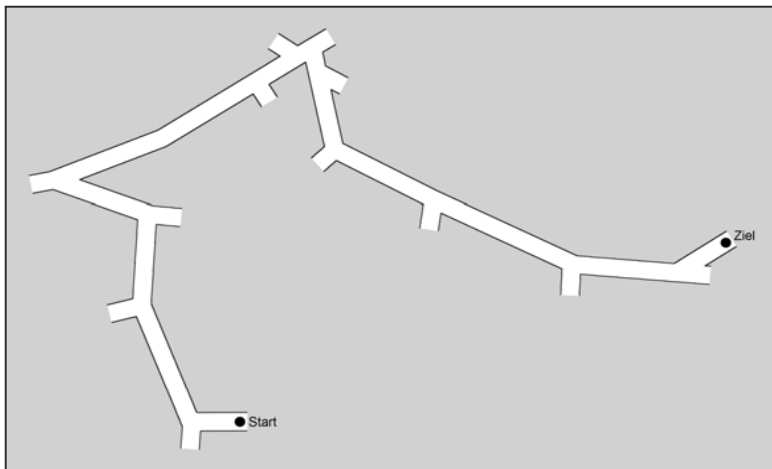
Dann wieder links
abbiegen.

Dann die 2. rechts
nehmen.

Die 1. links abbiegen.

Wieder links.

Da ist Dein Ziel.

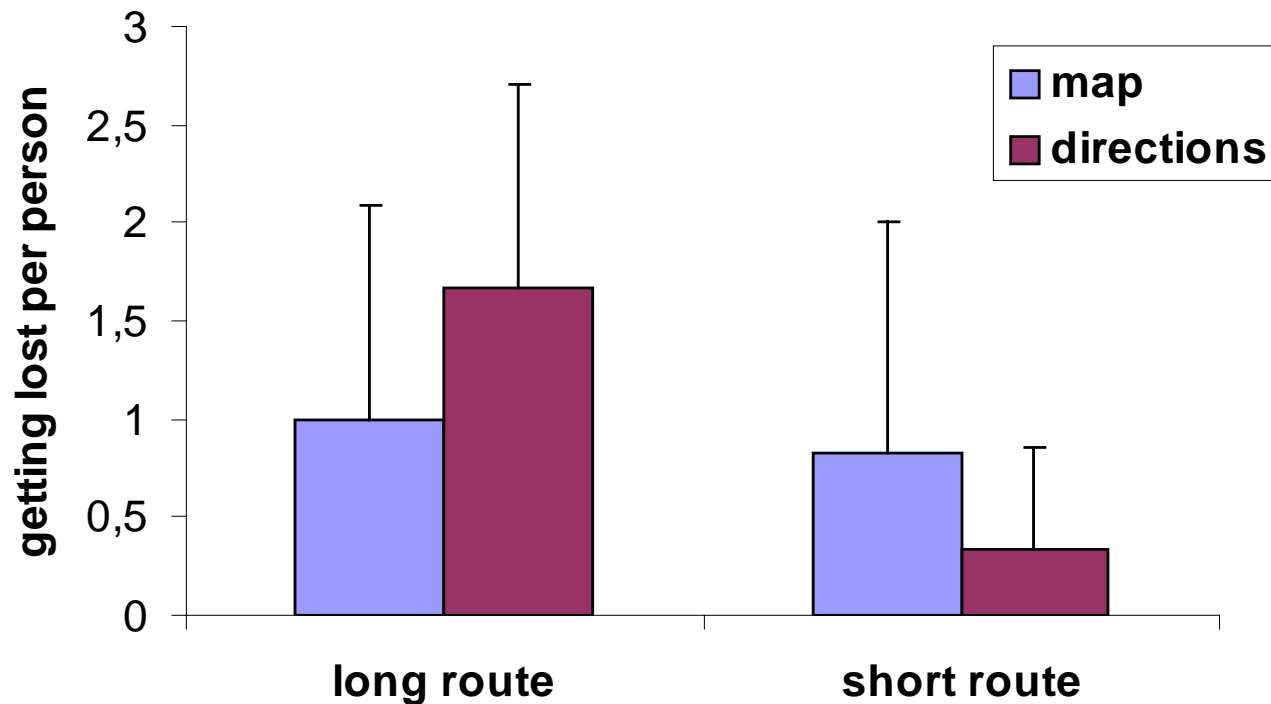


Überraschung!



	map	directions
time [min]	5.3 (1.8)	4.9 (1.6)
stops	1.3 (1.4)	0.9 (0.8)
getting lost	0.9 (1.1)	1 (1)
need instructions	0.3 (0.7)	0.3 (0.5)

Eine Interaktion



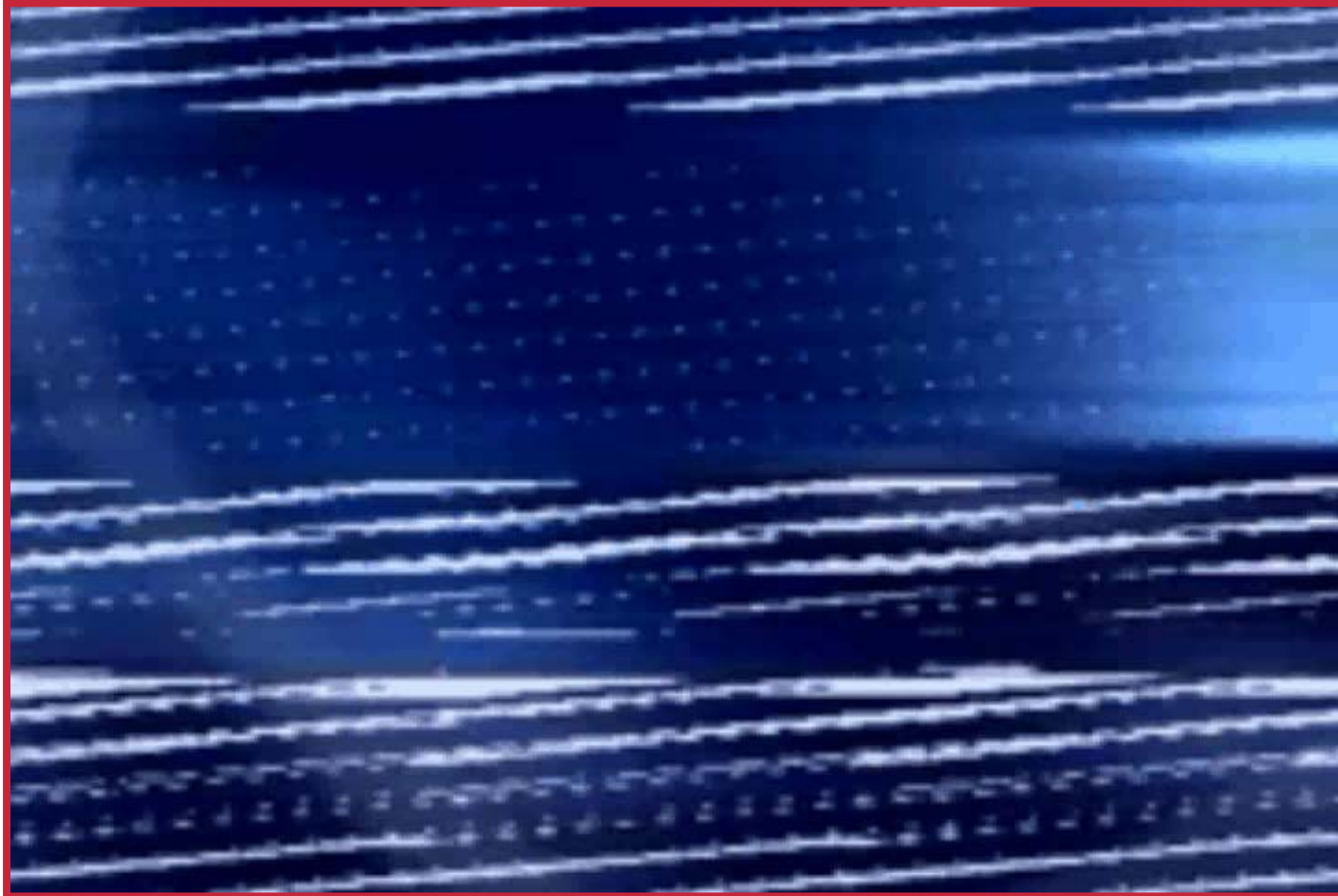
- On the long route subjects with directions lose their way more often, on the short route those with map

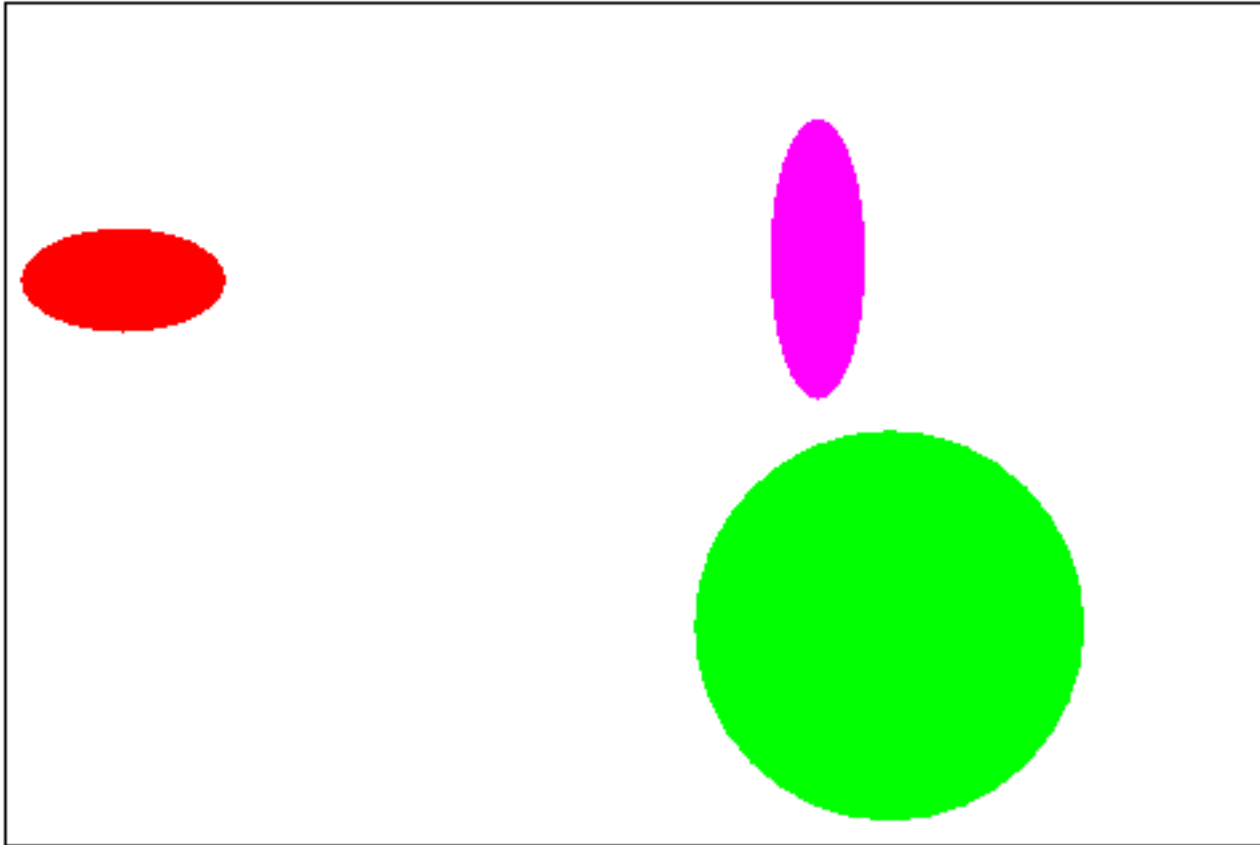
Karte benutzen oder nach dem Weg fragen?



- Karten helfen bei der Navigation im fremden Umgebungen
- Sprachliche Wegbeschreibungen sind in aller Regel aber ebenso nützlich
- Lange Wege werden besser mit der Karte gefunden, kurze besser Anhand von Wegbeschreibungen
- „Verhaltensmaße“ helfen bei der Entwicklung technischer räumlicher Assistenzsysteme

„Berechnungsadäquatheit“ – ein Beispiel aus LOGOPACE





Im psychologischen Labor



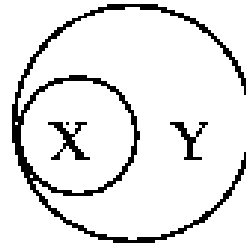
Räumliche Relationen – der Regions Connection Calculus



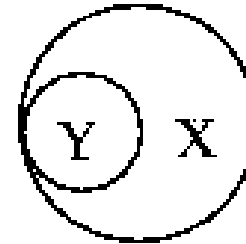
X DC Y



X EC Y



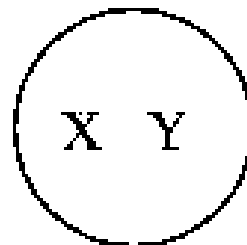
X TPP Y



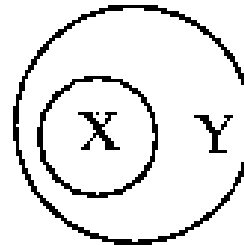
X TPP[~] Y



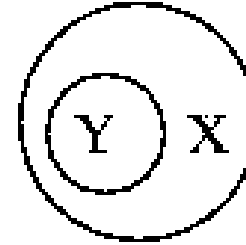
X PO Y



X EQ Y



X NTPP Y



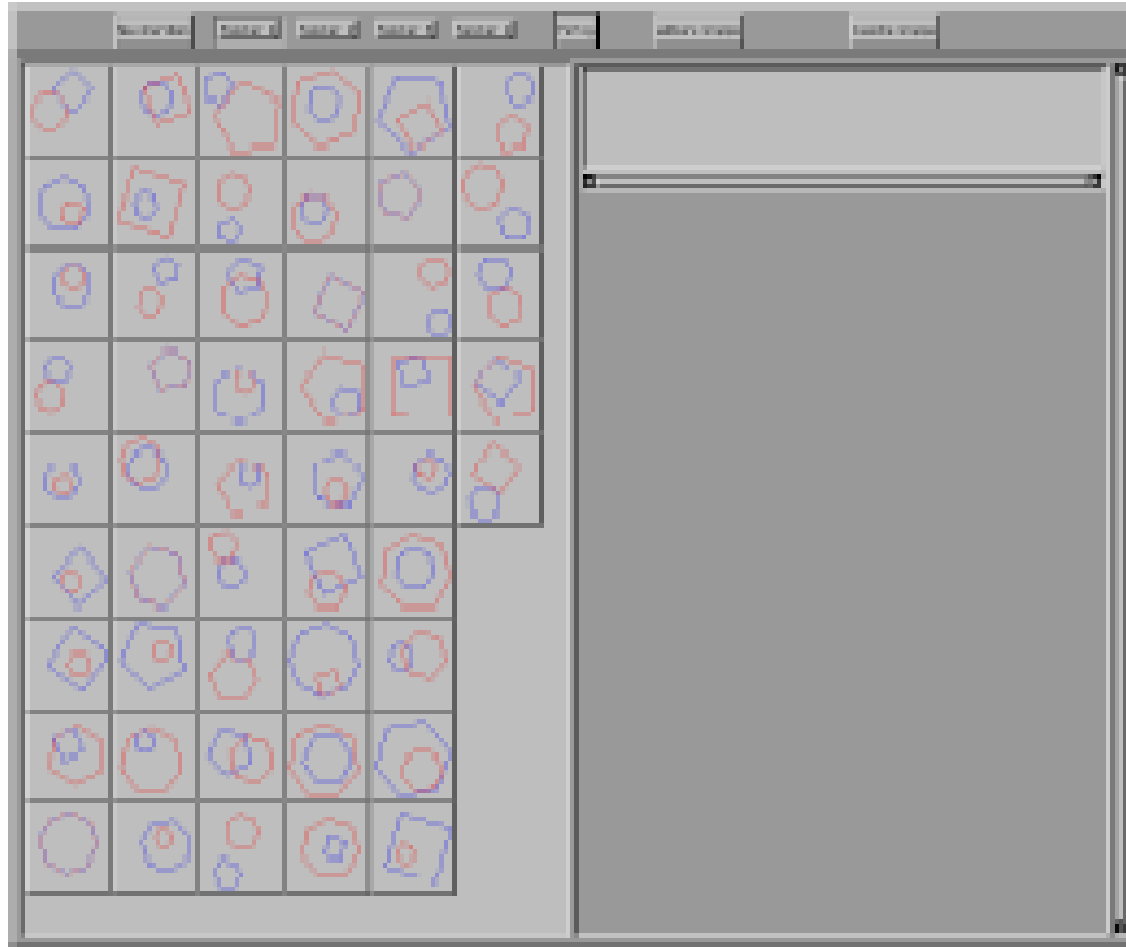
X NTPP[~] Y

Zeitliche Relationen – Intervall Relationen nach Allen



Relation	Converse	Name	Pictorial Example
$I \prec J$	$J \succ I$	before/after	
$I m J$	$J m \sim I$	meets	
$I o J$	$J o \sim I$	overlaps	
$I d J$	$J d \sim I$	during	
$I s J$	$J s \sim I$	starts	
$I f J$	$J f \sim I$	finishes	
$I = J$	$J = I$	equals	

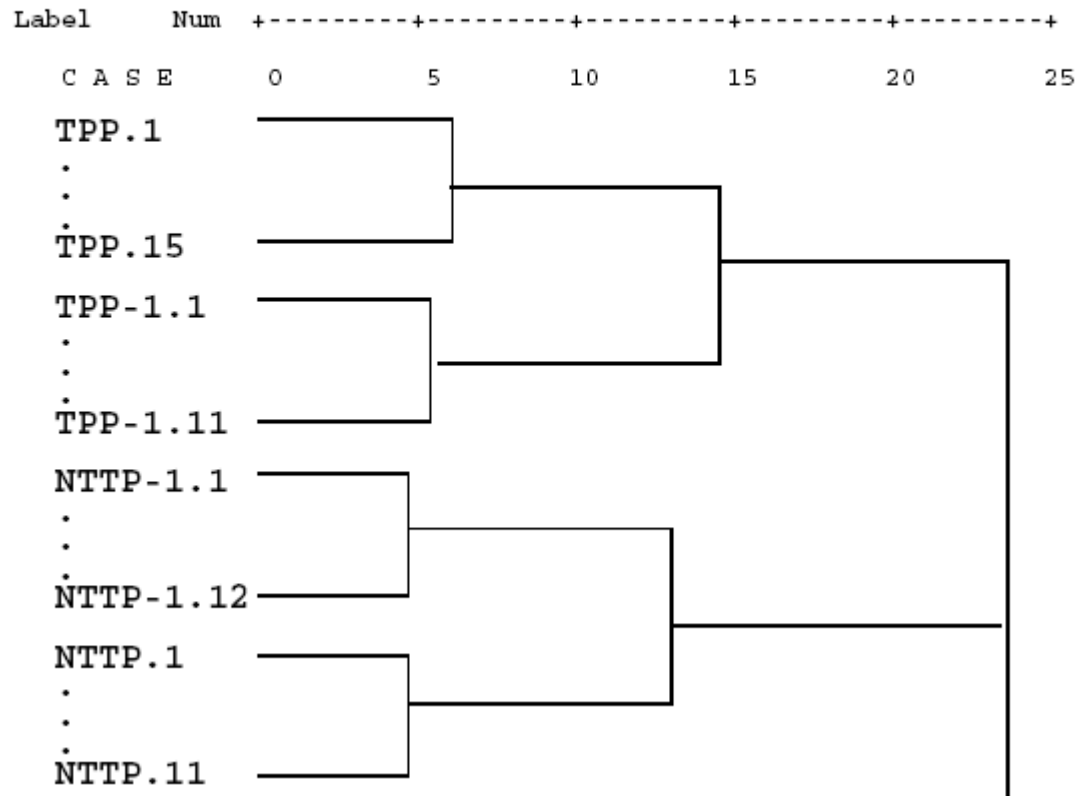
Ein Werkzeug für experimenteller Untersuchungen



Wenn sprachlich nicht beschreiben werden muss ...



Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)
Rescaled Distance Cluster Combine



Sprachliche Beschreibungen ...

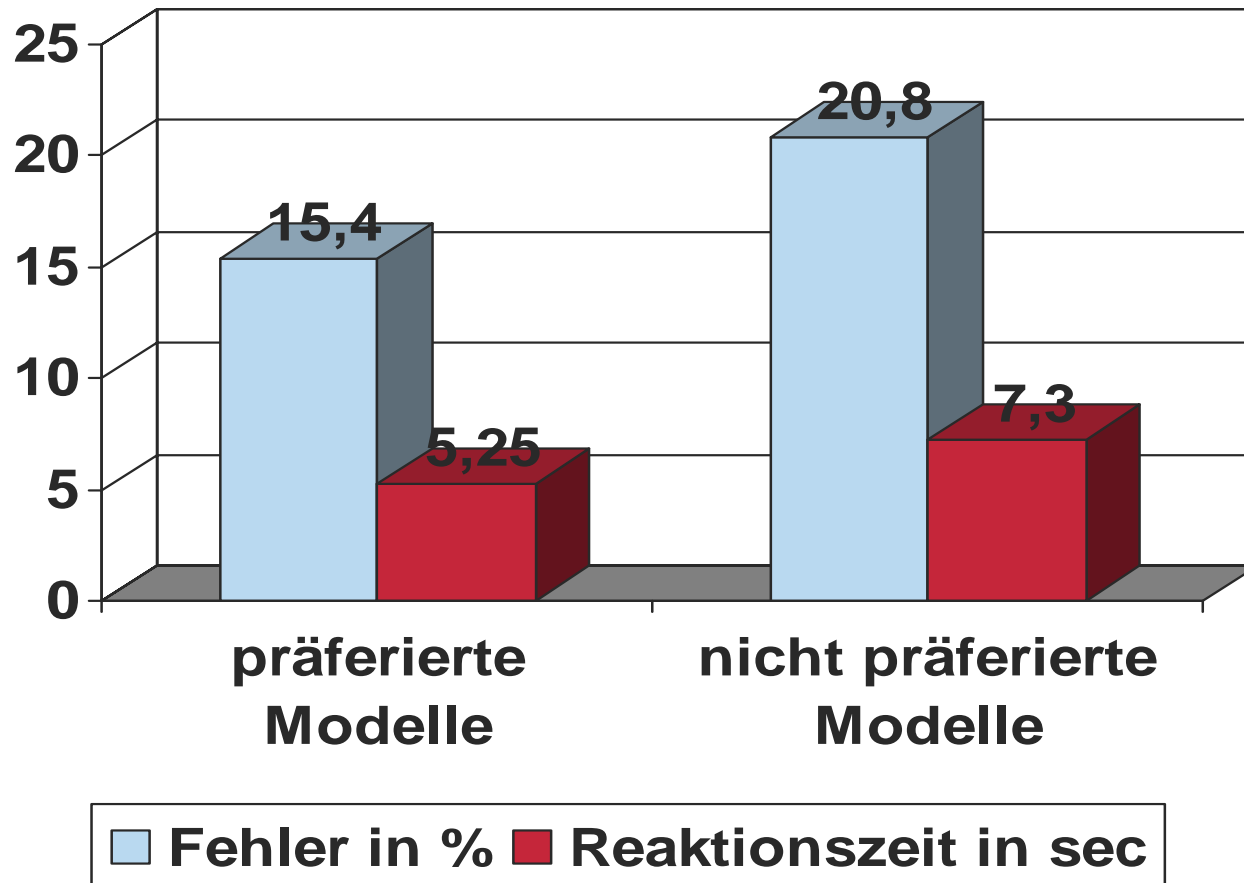


Table 1: Categorization of subjects' verbalization of their groupings

Informational content	Frequency*
Topology (T)	62.1%
Orientation (O)	0%
Metric (M)	0%
T + O	14.1%
T + M	19.2%
O + M	0%
T + O + M	0%
Other	4.6%

*. n=390 (195 verbalizations were judged by two raters)

Präferierte Lösungen

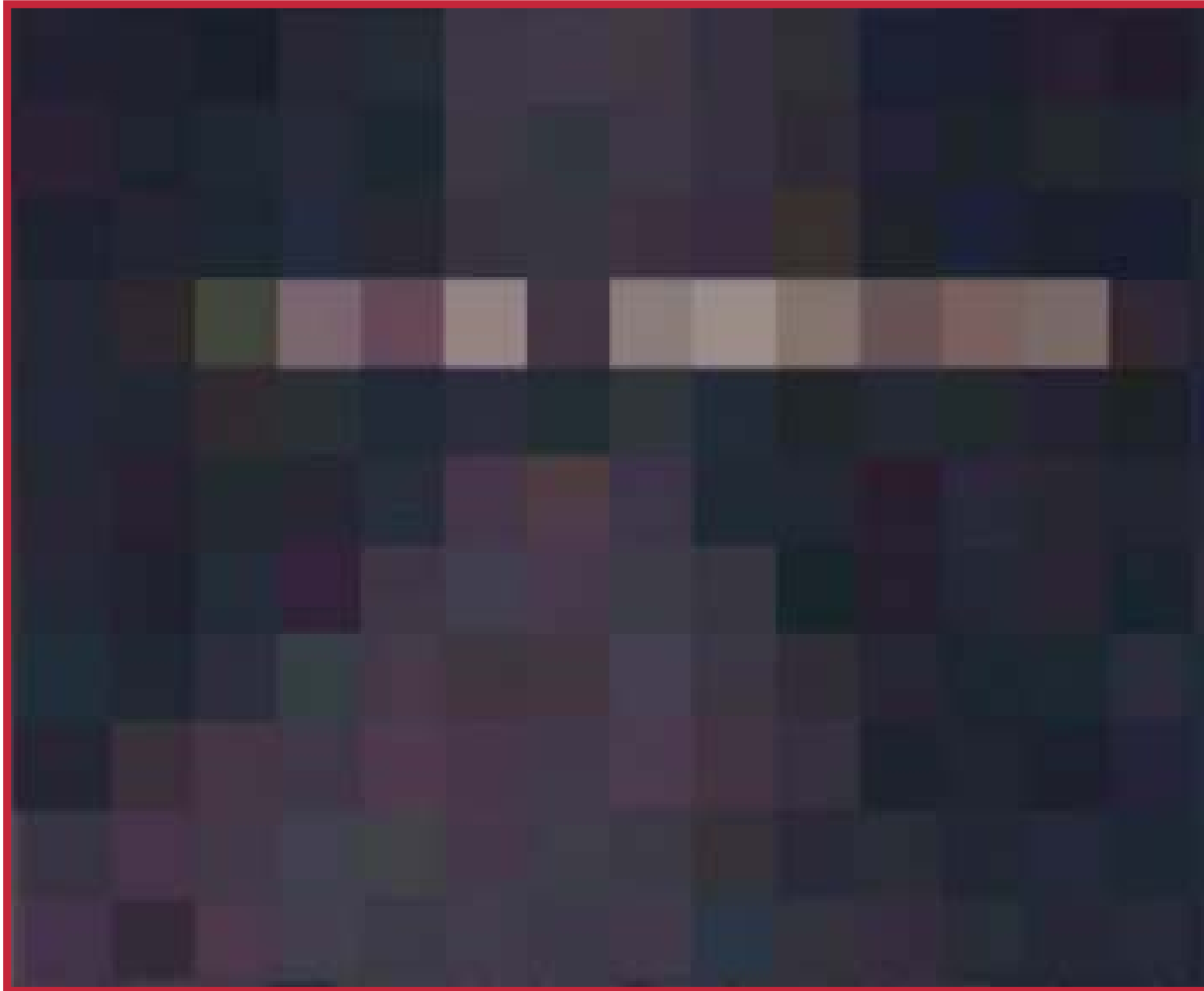


Topologie und Anordnung

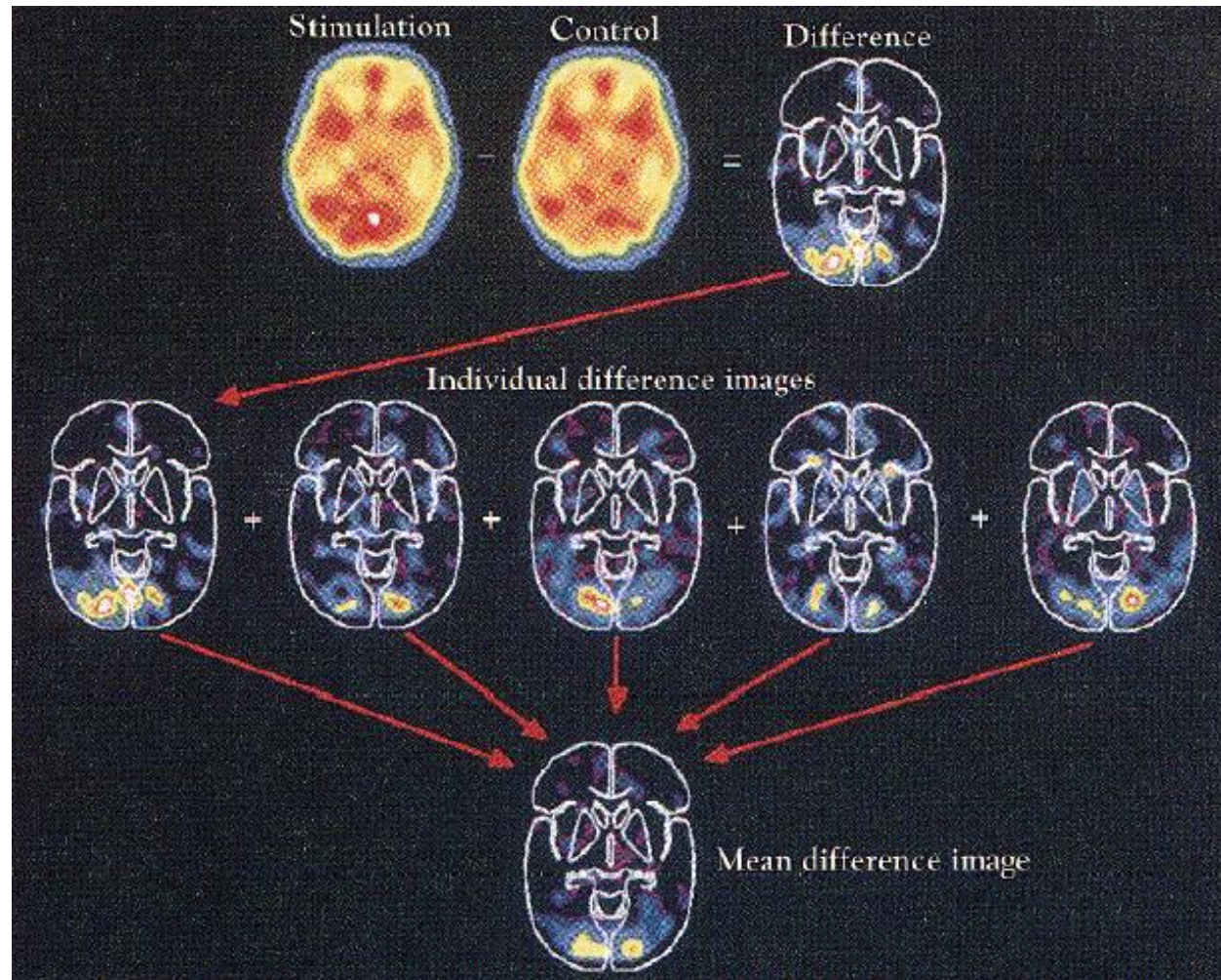


- Topologische Information spielt auch beim mentalen räumlichen Problemlösen eine wichtige Rolle
- Große Berechnungskomplexität wird oft “kognitiv reduziert“, indem nicht alle möglichen Lösungen „berechnet“ werden
- Mithilfe experimenteller Methoden, können die mentale Berechnungsprozesse untersucht werden

„Hirngerechttheit“ – ein Beispiel aus BACKSPACE



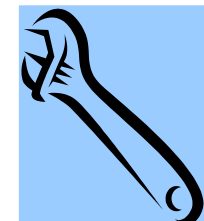
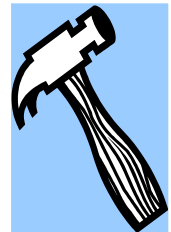
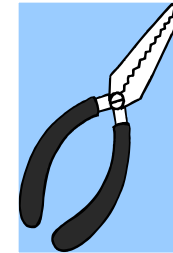
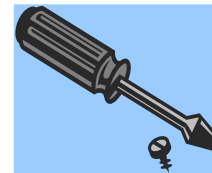
Der Weg zu den Bildern ...



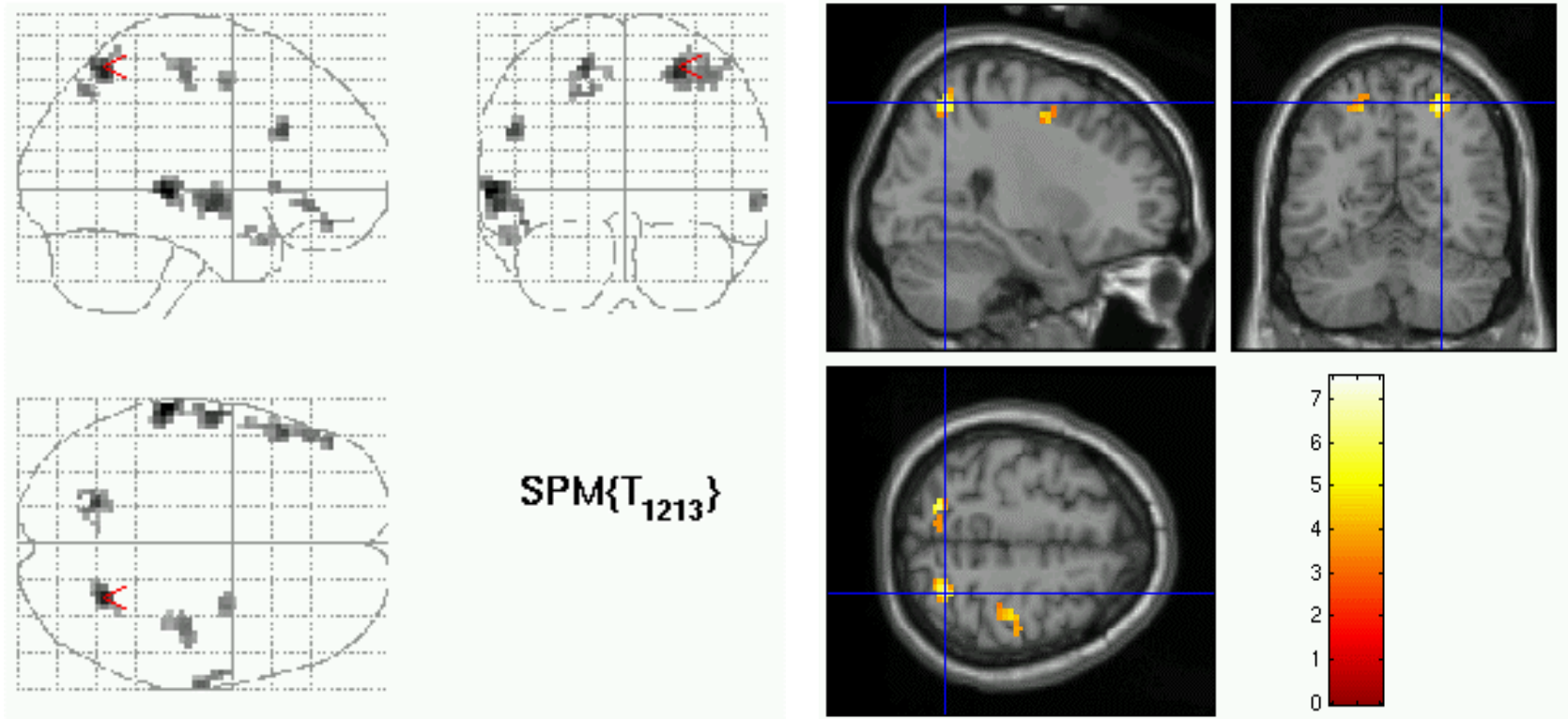
Schließen mit räumlichen Relationen



Der Hammer liegt rechts von der Zange.
Der Schraubenzieher liegt links von der Zange.
Die Säge liegt vor dem Schraubenzieher.
Der Schraubenschlüssel liegt vor der Zange.
Wie liegen Schraubenschlüssel und Säge zueinander?

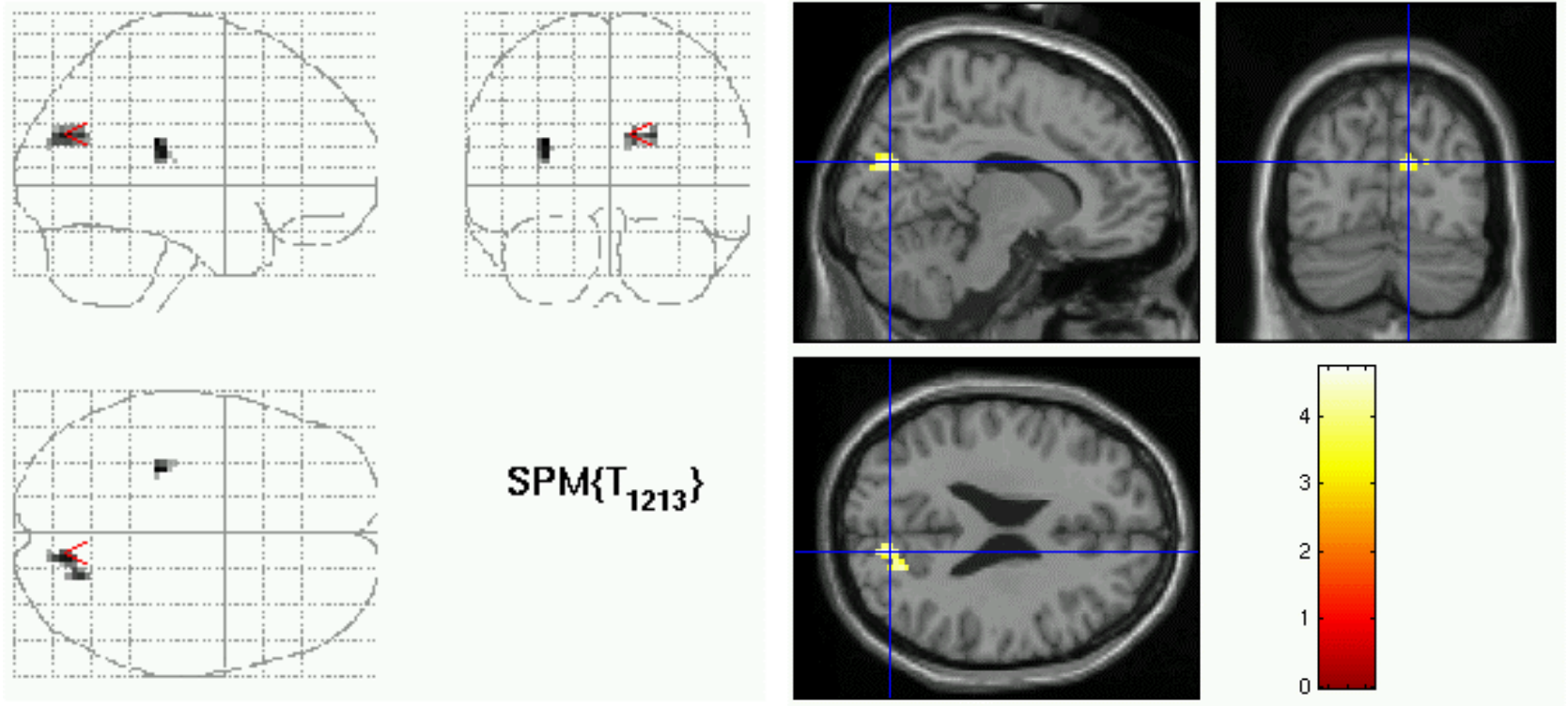


Räumliche Hirnregionen: fast immer aktiv?



Kontrast: Alle Probleme vs. baseline ($p < .001$)

Visuelle Hirnregionen: manchmal aktiv?



Kontrast: Visuelle Probleme vs. alle anderen Probleme ($p < .001$)

Was im Gehirn passiert



- Die neuronalen Prozesse beim räumlichen Denken können mithilfe bildgebender Verfahren sichtbar gemacht werden. Sie zeigen, dass
 - rein „logische“, „sprachbasierte“ Prozesse kaum eine Rolle spielen
 - visuell-räumliche, „mentale Simulationen“ (oft) die Grundlage räumlicher Inferenzen sind

Take-home-messages



- Modularität ist nicht immer gegeben; verschiedene Aufgaben werden in den selben kognitiven Systemen gelöst. Visuell-räumliche Systeme spielen dabei eine große Rolle.
- Das Verständnis mentalen, räumlichen Problemlösens hilft technische Systeme benutzungsfreundlicher zu gestalten
- „kognitive Adäquatheit“ muss experimentell getestet werden und kann sich auf verschiedene Ebenen der Informationsverarbeitung beziehen

Besten Dank an



H. H. Bülthoff (Tübingen)

J. D. Cohen (Princeton)

T. Fangmeier (Freiburg)

C. Freksa (Bremen)

M. W. Greenlee (Regensburg)

P. N. Johnson-Laird (Princeton)

G. Jahn (Freiburg, Tübingen)

J. Kassubek (Ulm)

A. Klippel (Bremen)

K. Marko (Freiburg)

T. Meilinger (Freiburg, Tübingen)

B. Nebel (Freiburg)

J. Spreer (Freiburg)

G. Strube (Freiburg)

M. Ragni (Freiburg)

R. Rauh (Leipzig)

C. C. Ruff (London)

C. Schlieder (Bamberg)

M. Schumacher (Freiburg)

V. Sloutsky (Ohio)

T. Weigel (Freiburg)

Publikationen online: www.tuebingen.mpg.de/~knauff