

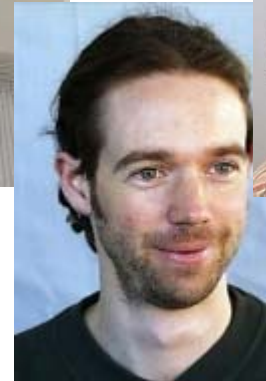
Orientierung im Raum mit Karten – Wie Menschen ihren Weg von A nach B finden

Tobias Meilinger



Prof. Dr. Heinrich H. Bülthoff
Max Planck Institute for Biological Cybernetics
Cognition and Action in Virtual Environments

Danke!





Überblick

- Das Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik
- Wie viel Information brauchen wir, um unser Ziel zu erreichen?
- Wie speichern wir Information über Routen?

MPI für biologische Kybernetik

Grundlagenforschung

zur biologischen
Informationsverarbeitung

Wie funktioniert unser Gehirn?

Psychophysik

Menschliche Psychophysik und
Mensch-Maschine-Schnittstelle

Wahrnehmungs und
Handlungsexperimente in
virtuellen Realitäten

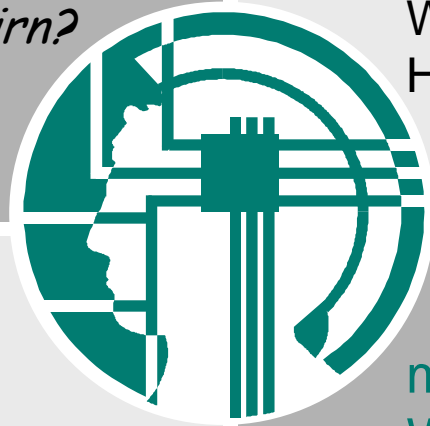
Neurophysiologie

Physiologie kognitiver Systeme

Multielektroden-Aufzeichnung und
funktionelle Kernspintomographie
(fMRI)

Empirische Inferenz für maschinelles Lernen und Wahrnehmung

statistische Lerntheorie,
angewandt auf Daten vom
visuellen System, Robotik und
Neurophysiologie



Abteilung Psychophysik

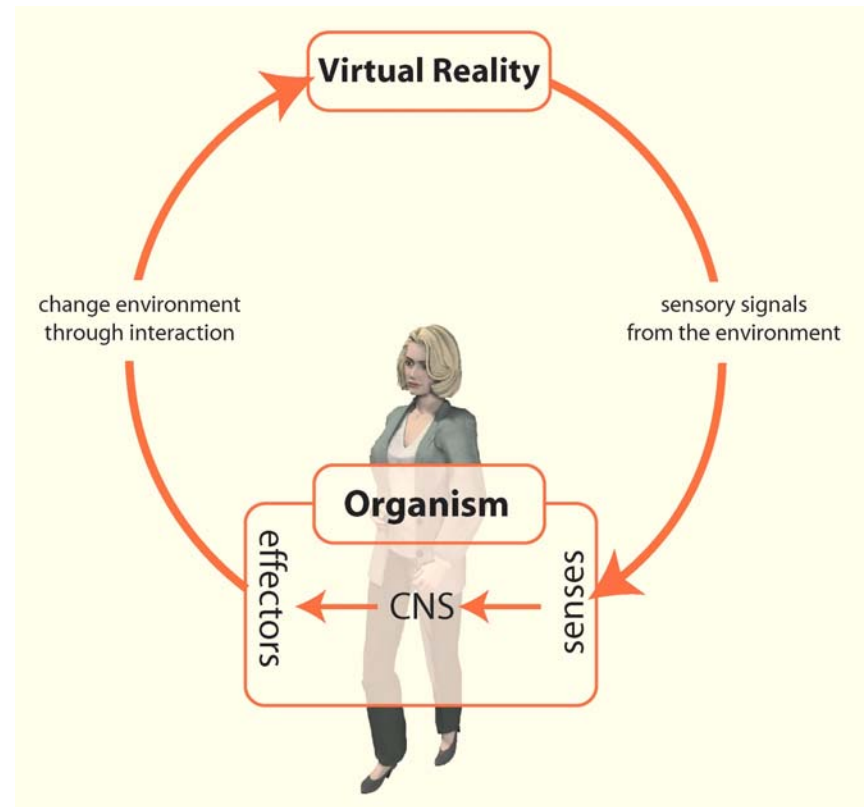
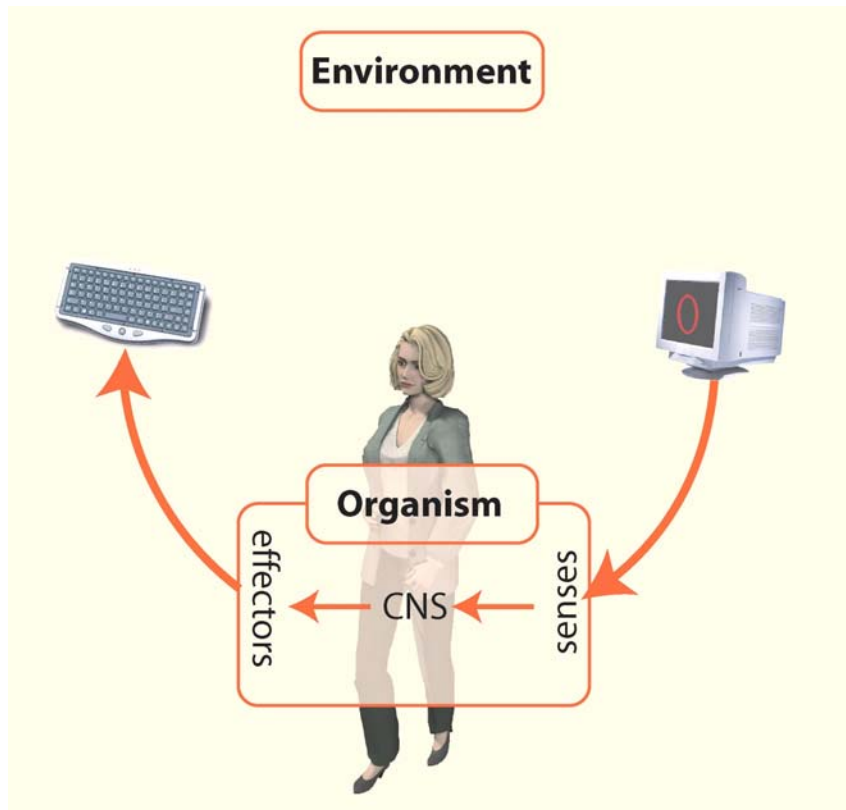
Menschliche Psychophysik in natürlichen Umgebungen

Computer Graphik

natürliche und kontrollierte Reize

Virtuelle Realität

geschlossener Wahrnehmungs-
Handlungs-Kreis

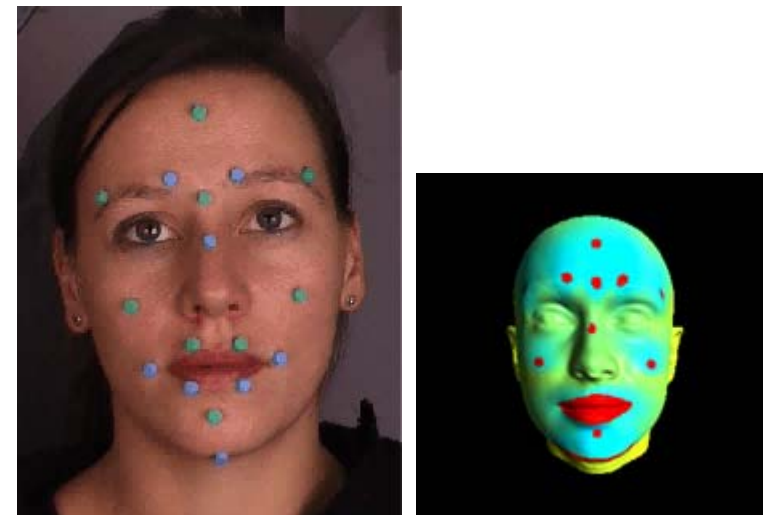
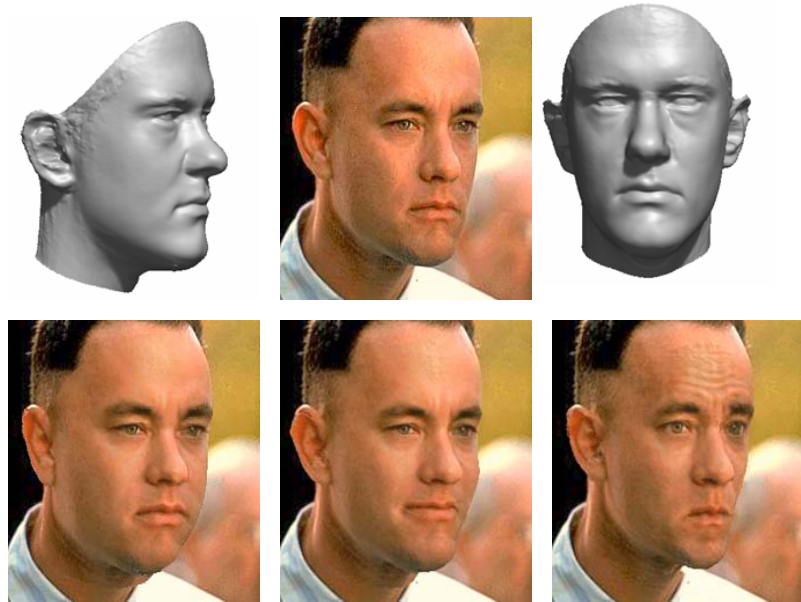


Objekterkennung

Wiedererkennen von

- Objekten, Szenen und Gesichtern
- Kategorisierungsvorgänge

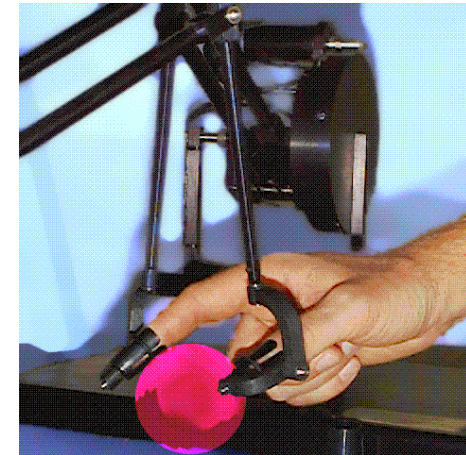
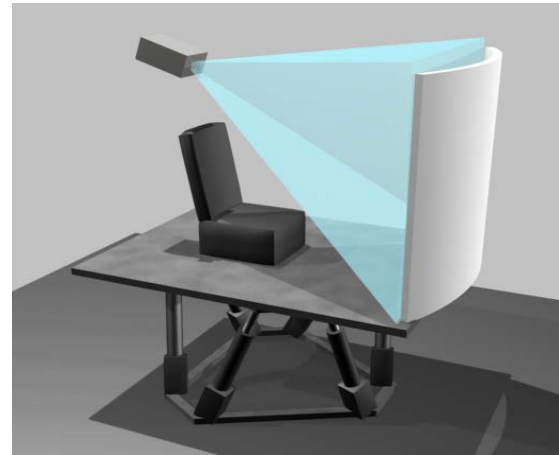
Wie sind Objekte in unserem Gehirn repräsentiert - bildbasiert oder als Strukturbeschreibung? (Bülthoff et al., Cerebral Cortex, 1995)



Multimodale Wahrnehmung

Sensorintegration

- visuell-vestibular
- visuell-auditorisch
- visuell-haptisch



Wie wird die Information unterschiedlicher Sinne im Hirn integriert?

Das Gehirn kombiniert Sinnesdaten in statistisch optimaler Art und Weise (Ernst et al., Nat. Neurosci., 2000; Nature, 2002; Science, 2002)

Raumkognition

Wie orientieren wir uns?

- Wie nehmen wir unsere Umwelt wahr?
- Wie speichern wir sie ab?
- Welche Prozesse ermöglichen Orientierung?



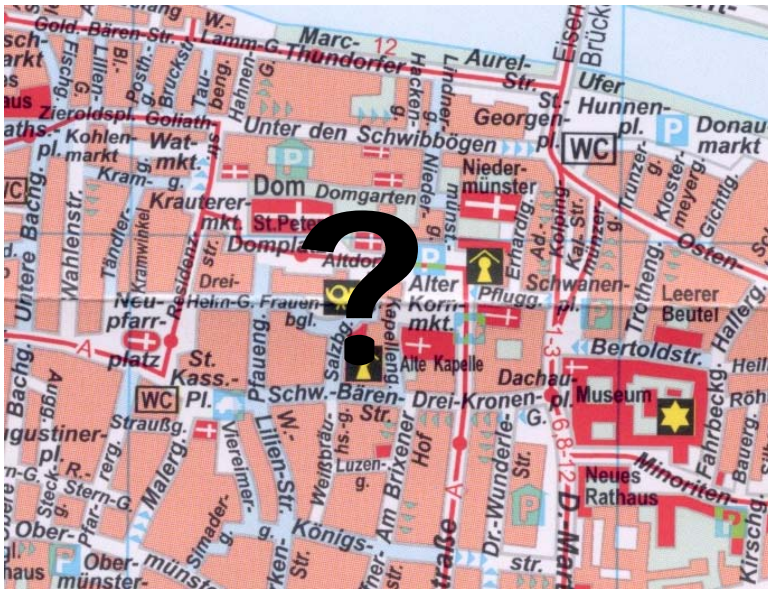


Wie viel Information brauchen wir? Schematische Karten in Wegfindung und Reorientierung

Meilinger, Hölscher, Büchner & Brösamle (in press). How Much Information Do You Need? Schematic Maps in Wayfinding and Self Localisation. *Spatial Cognition VI*.

Reorientierung vs. Wegfindung

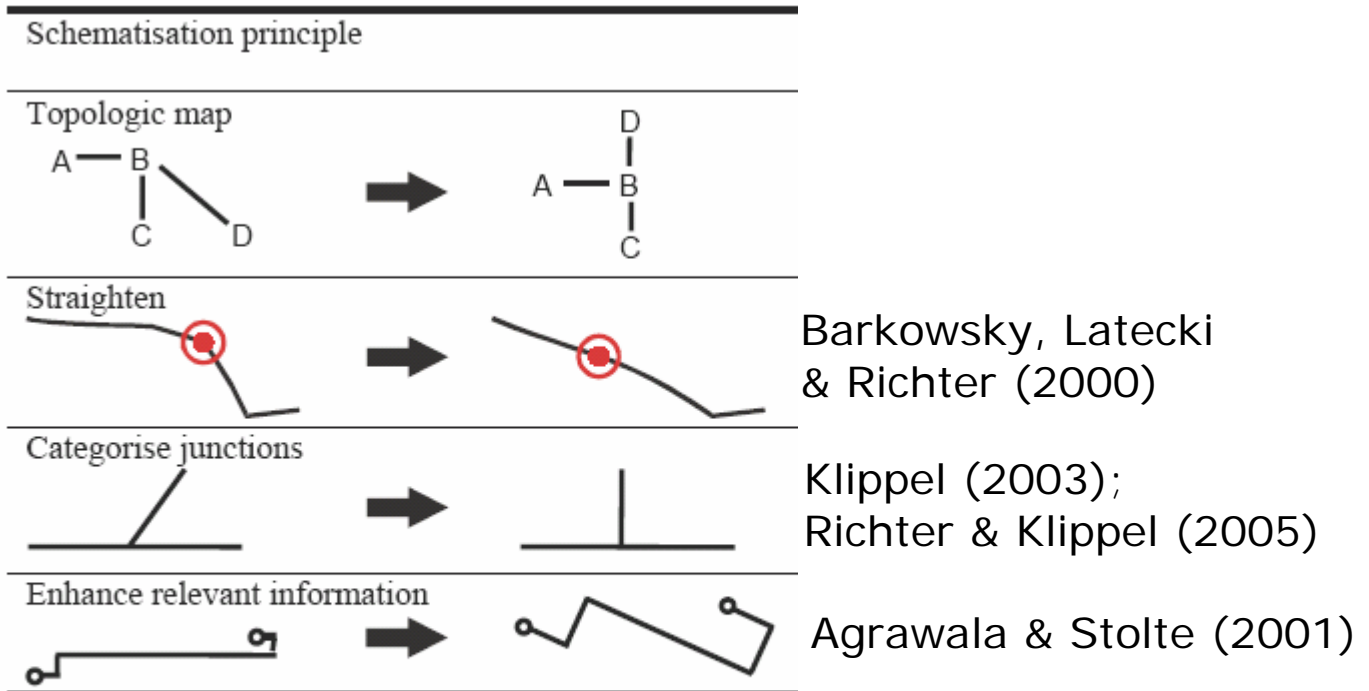
Wo bin ich



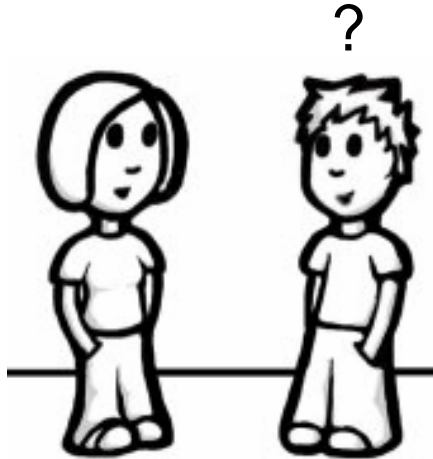
Wie komme ich da hin?



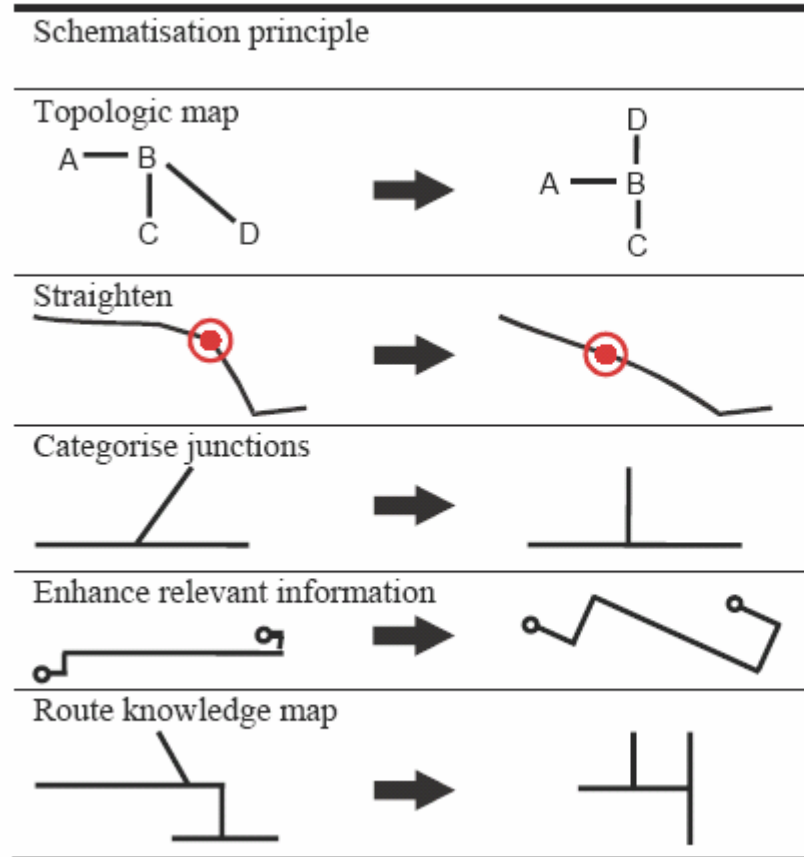
Wie kann eine Karte schematisiert werden?



Routenwissen und Überblickswissen



Routenwissenkarte



Wie viel Routen- und Überblicksinformation steckt in den Karten?

| Schematisation principle | | Survey information | Route information |
|------------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Topologic map | | incorrect | incorrect |
| Straighten | | rather correct | correct |
| Categorise junctions | | rather incorrect | correct |
| Enhance relevant information | | start & goal correct | correct |
| Route knowledge map | | incorrect | correct |



Wegfindung mit Karten – ein Modell

Schritte der Kartennutzung (in Anlehnung an Passini, 1992):

- Planen (vgl. Scaife & Rogers, 1996)
- Transformieren und Einprägen (vgl. Levine, Jankovic & Palij, 1982; Shelton & McNamara, 2004)
- Fortbewegen und Fortschritt überprüfen

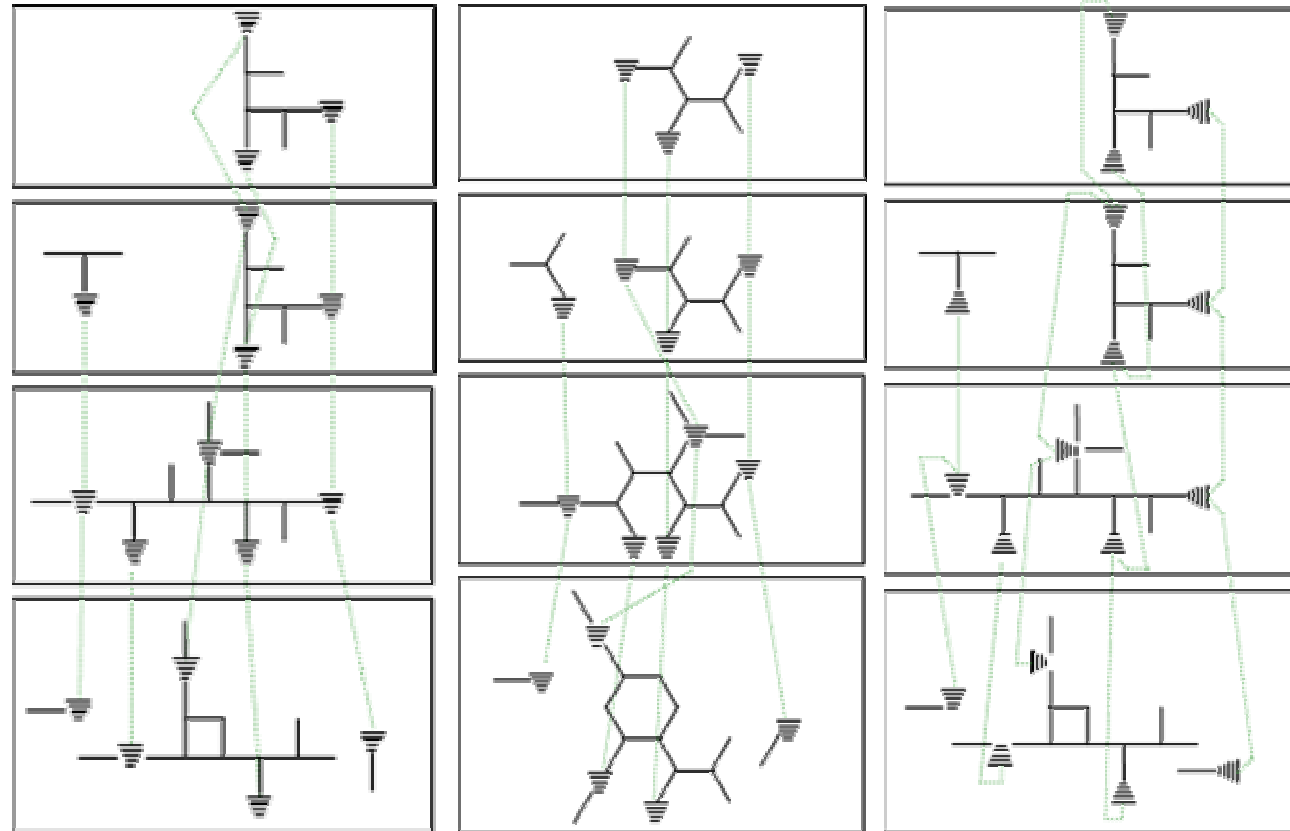
Der Test – Orientierung in einem komplexen Gebäude



Ein Grundriss und 3 schematisierte Karten



Grundriss



mehrdeutige Schemakarten

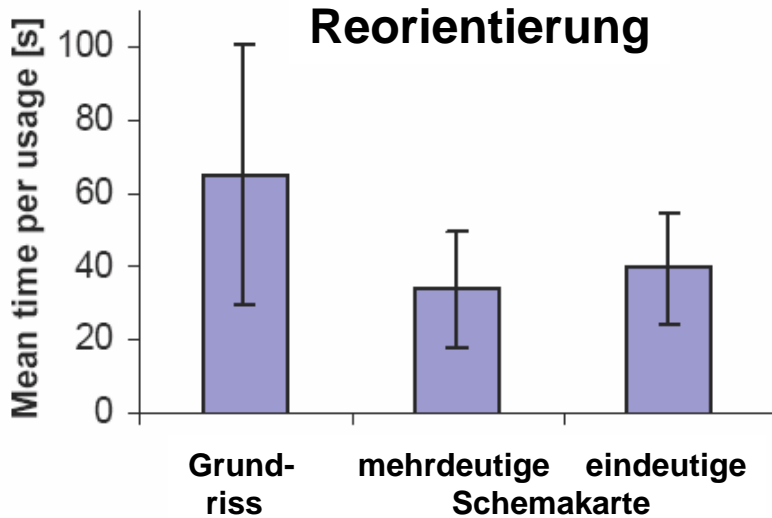
eindeutige Schemakarte



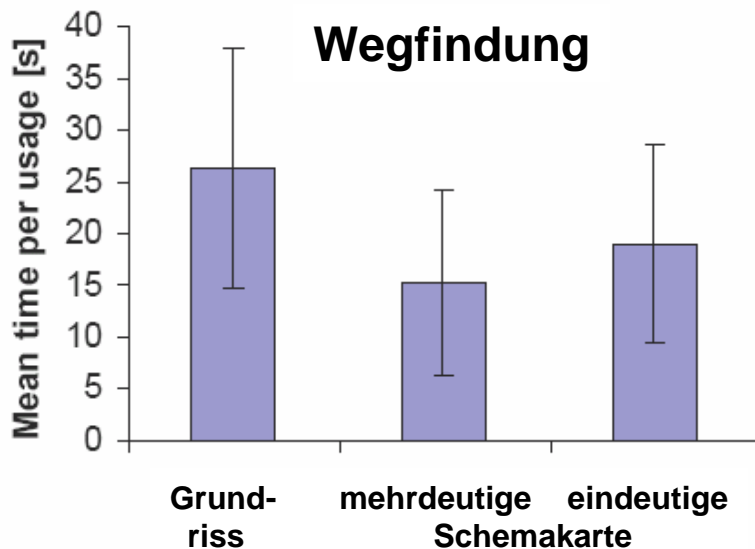
Die Erwartungen

- Die eindeutige Schemakarte enthält nur Routeninformation. Das ist genau ausreichend. Trotz deutlich weniger Information als im Grundriss sollten die Probanden zumindest gleich gut ihr Ziel erreichen.
- Der Grundriss zeigt die Geometrie der Gänge und des Hauses. Geometrie war wichtig in Experimenten zur Reorientierung (Überblick in Wang & Spelke, 2002). Probanden mit Grundriss sollten besser sein als Probanden mit einer Schemakarte.
- Die Schemakarten enthalten weniger Information. Probanden sollten weniger Zeit mit Ihnen verbringen.

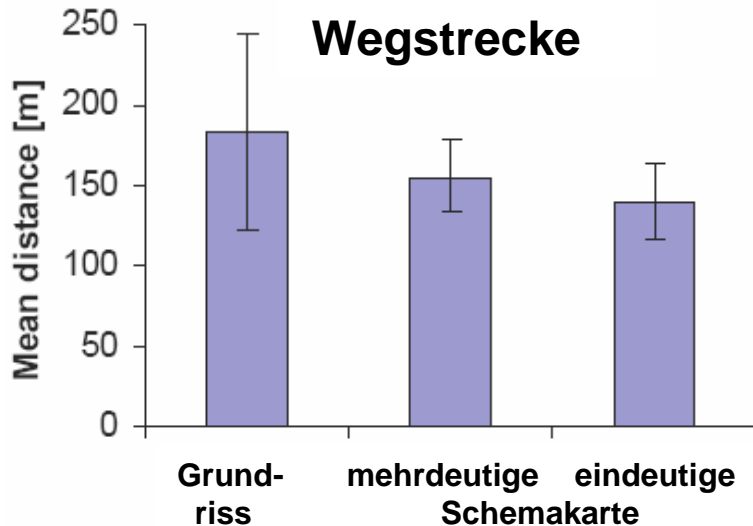
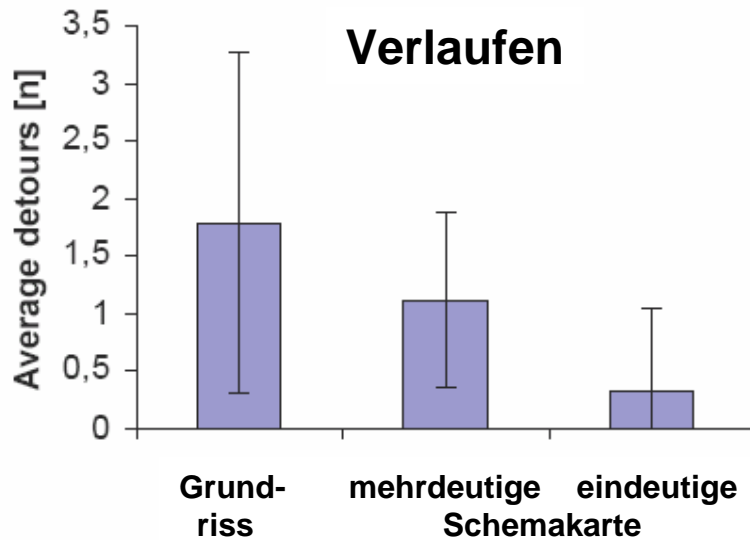
Die Ergebnisse – Wie lange Karte benutzt?



- Die Probanden schauen kürzer auf die schematisierten Karten
- Interpretation: Sie nehmen von den schematisierten Karten weniger Information auf ODER sie nehmen die gleiche Information schneller auf



Ergebnisse - Wegfindung



- Bei der langen Aufgabe finden die Probanden mit der eindeutigen Schemakarte besser zum Ziel
- Interpretation: Routeninformation ist ausreichend. Mehr Information kann sogar zu schlechterer Leistung führen



Ergebnisse - Reorientierung

- Keine Unterschiede zwischen Grundriss und schematischer Karte gefunden
- Interpretation: Alle Probanden reorientieren sich eher an der Netzwerkstruktur als an lokaler Geometrie (z.B. Gangform). Dies verringert vermutlich die Anzahl möglicher Alternativen, die geprüft werden müssen.



Zusammenfassung

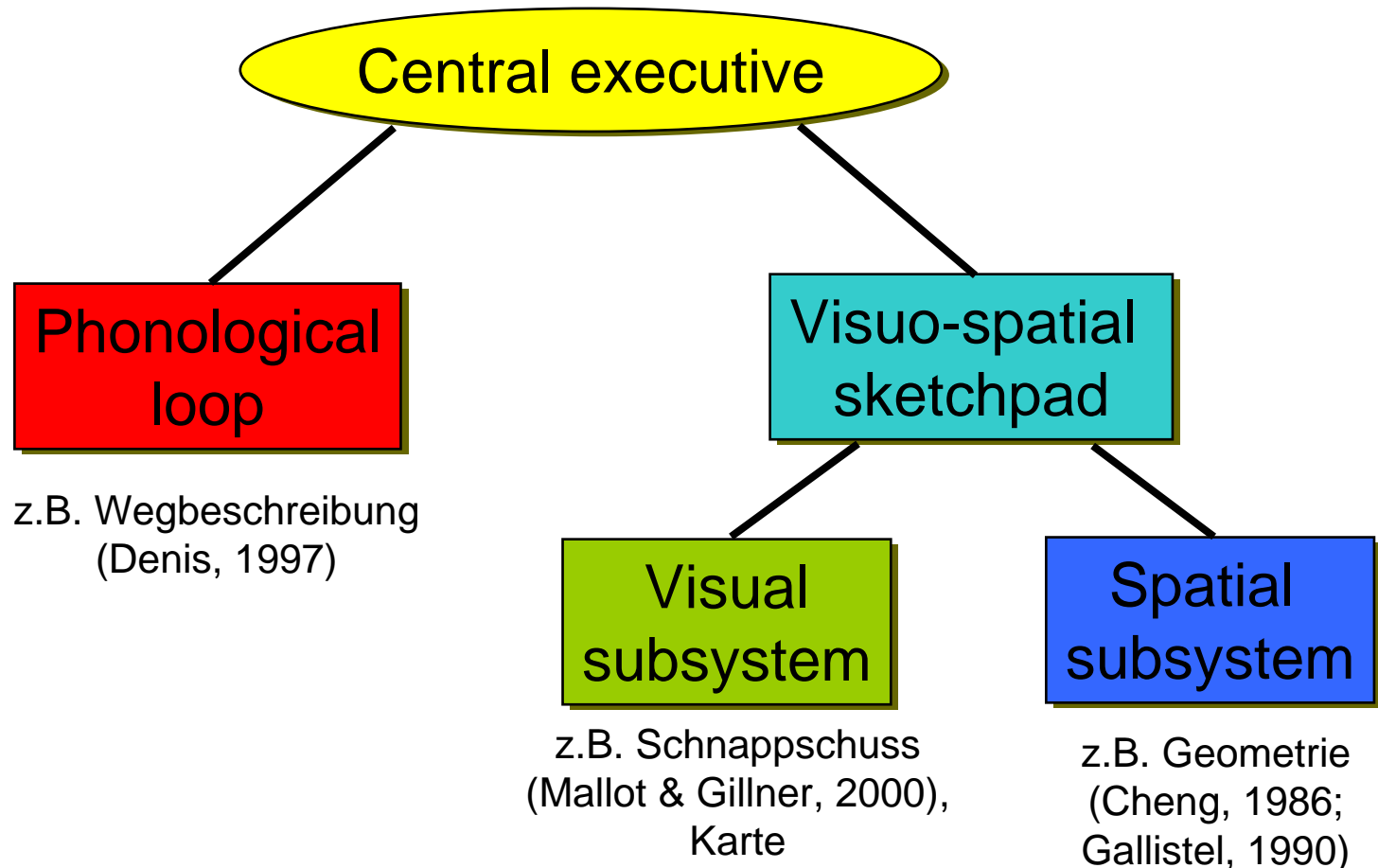
- Weniger Information in schematisierten Karten kann zu besserer Wegfindungsleistung führen
- Routenwissen ist ausschlaggebend
- Die Interaktion mit schematisierten Karten erfolgt schneller
- In komplexen Umwelten wie Gebäuden verwenden Menschen vermutlich Knotenpunkte um ihre Position (wieder) zu finden



Wie speichern wir Informationen über unsere Umwelt ab?

Meilinger, Knauff & Bühlhoff (submitted). Working memory in wayfinding - a dual task experiment in a virtual city. *Cognitive Science*

Arbeitsgedächtnissysteme beim Wegfinden



Virtual Tübingen



Versuchsaufbau



Nebenaufgaben

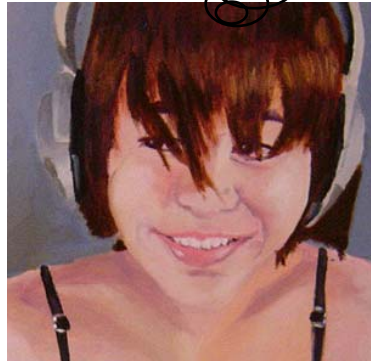
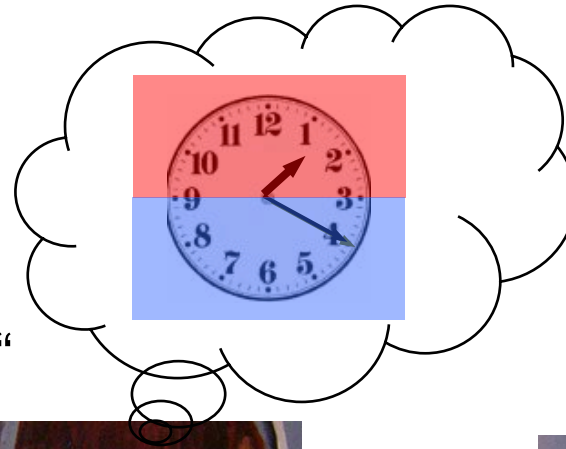
verbal

„Montag“
„Mintag“

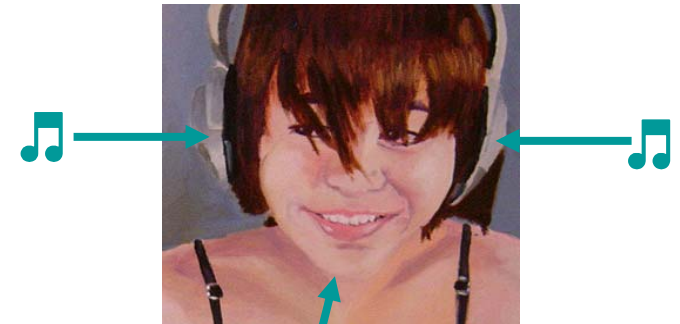


visuell

„1:20“



räumlich





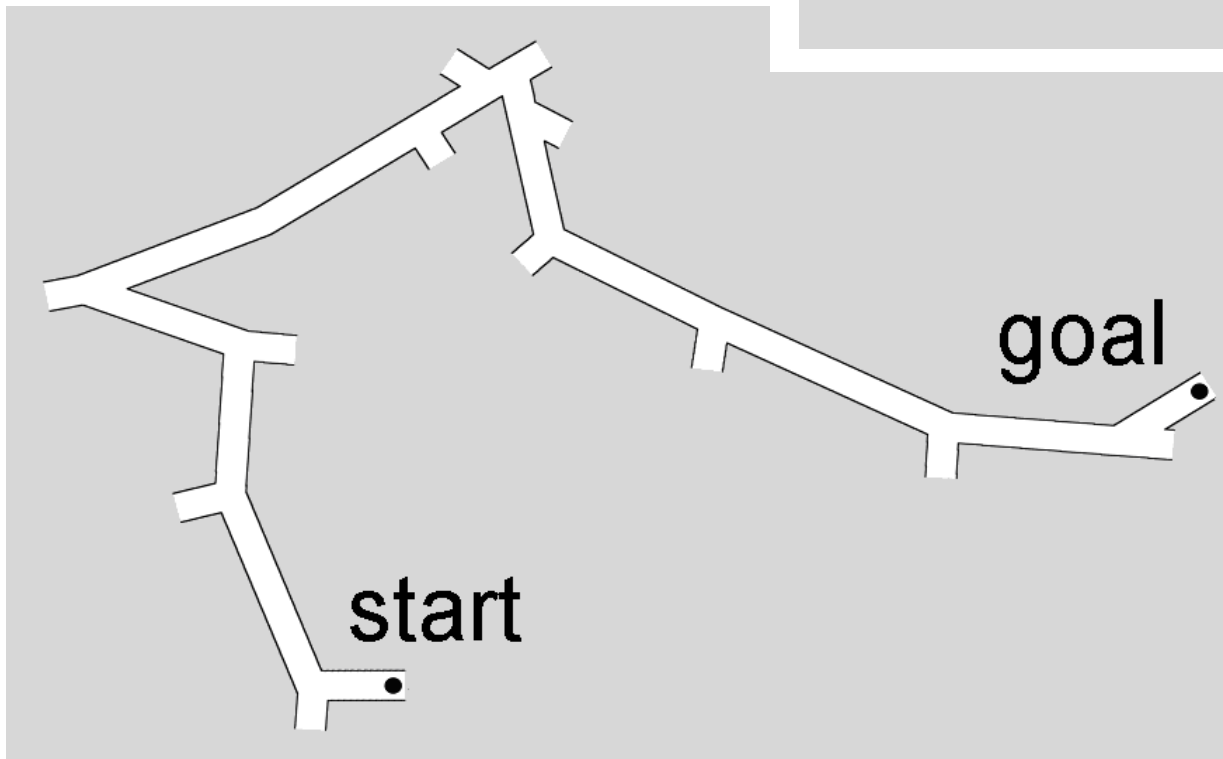
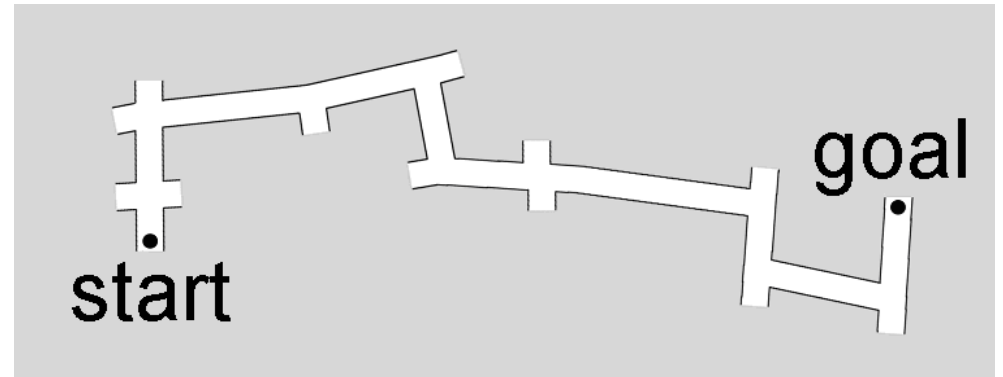
Probanden

| Nebenaufgaben | Verbal | Visuell | Räumlich | Keine |
|---------------|--------|---------|----------|-------|
| Probanden | 6 | 6 | 6 | 6 |

- 12 Männer, 12 Frauen
- Alter: $M = 24$, $SD = 4$
- hauptsächlich Studenten
- waren nie zuvor in Tübingen
- alle sprechend fließend Deutsch
- 2 weitere Probanden konnten wegen Übelkeit nicht ausgewertet werden

Routen

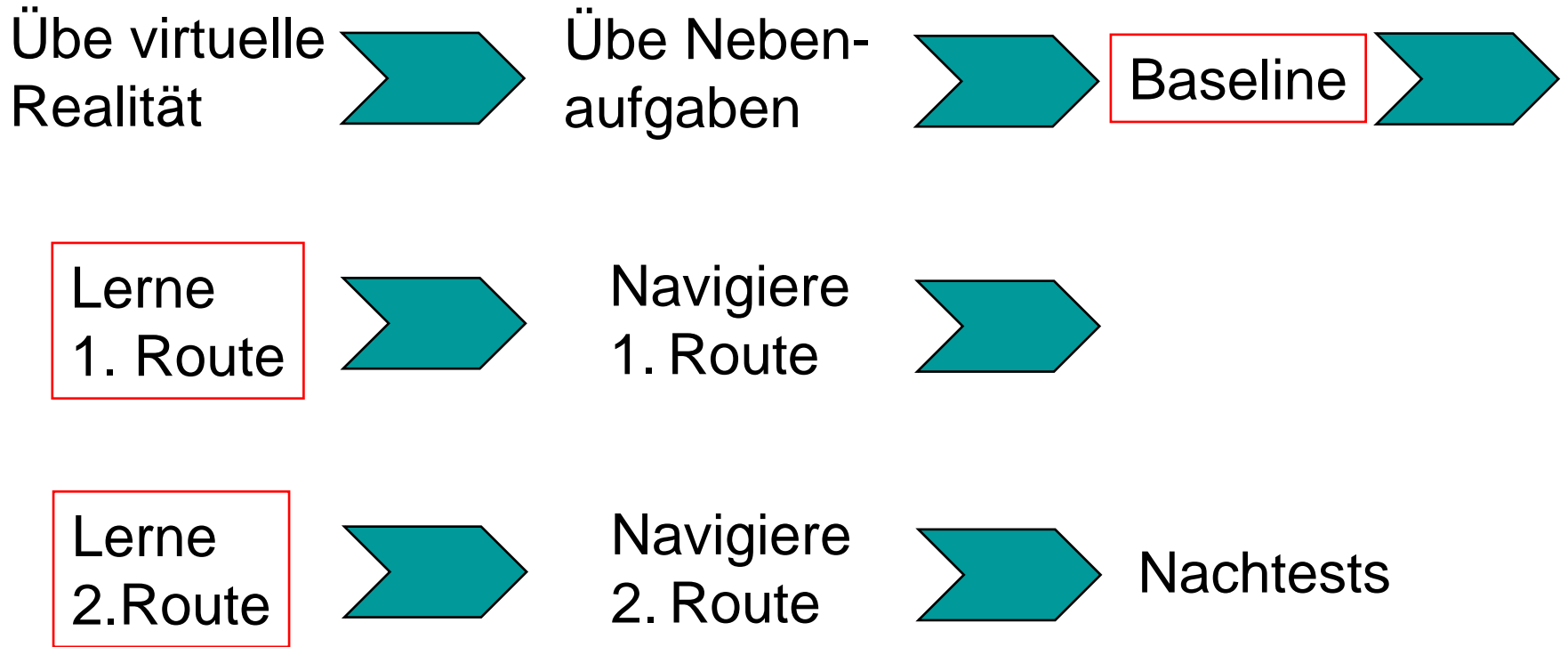
kurze Route



lange Route

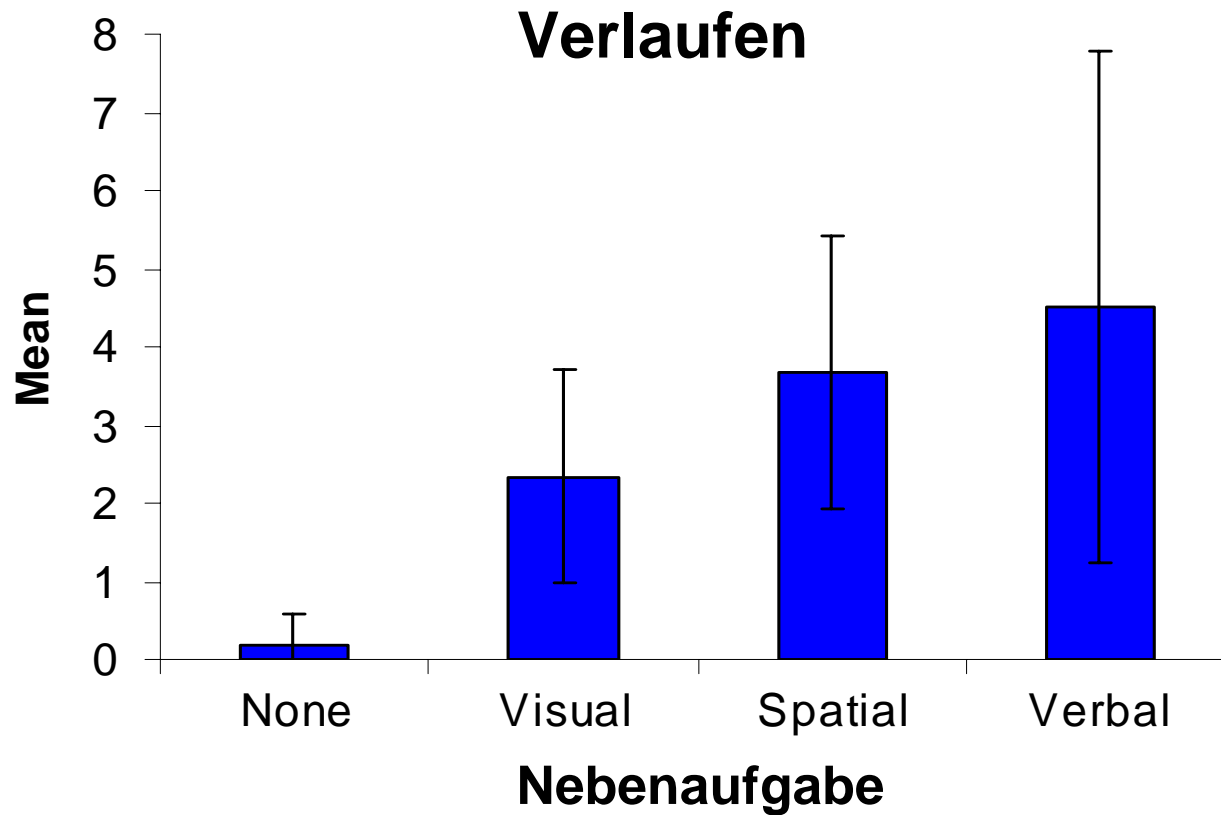


Ablauf



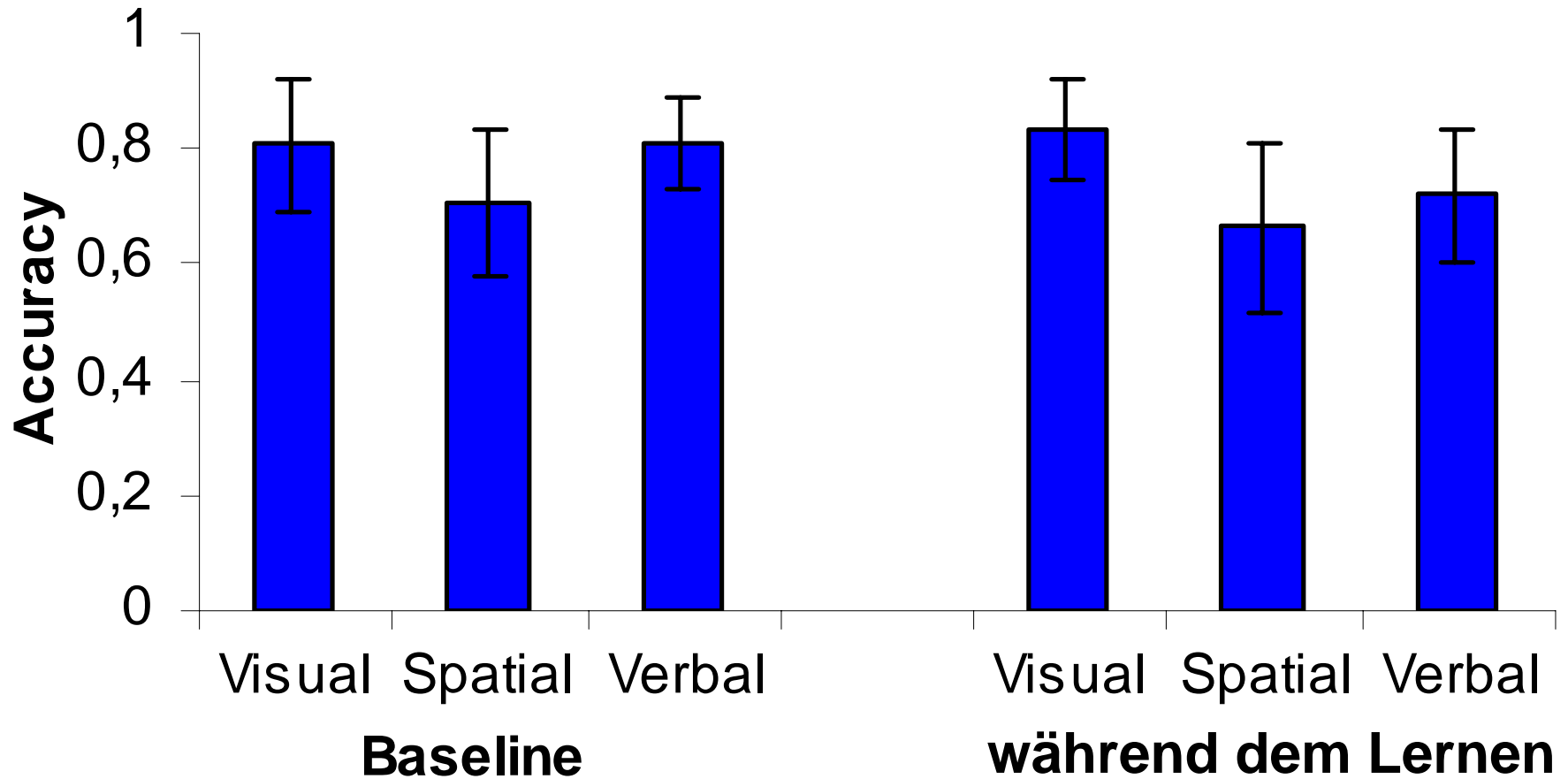
 Leistung in Nebenaufgabe gemessen

Wegfindungsleistung





Leistung in den Nebenaufgaben



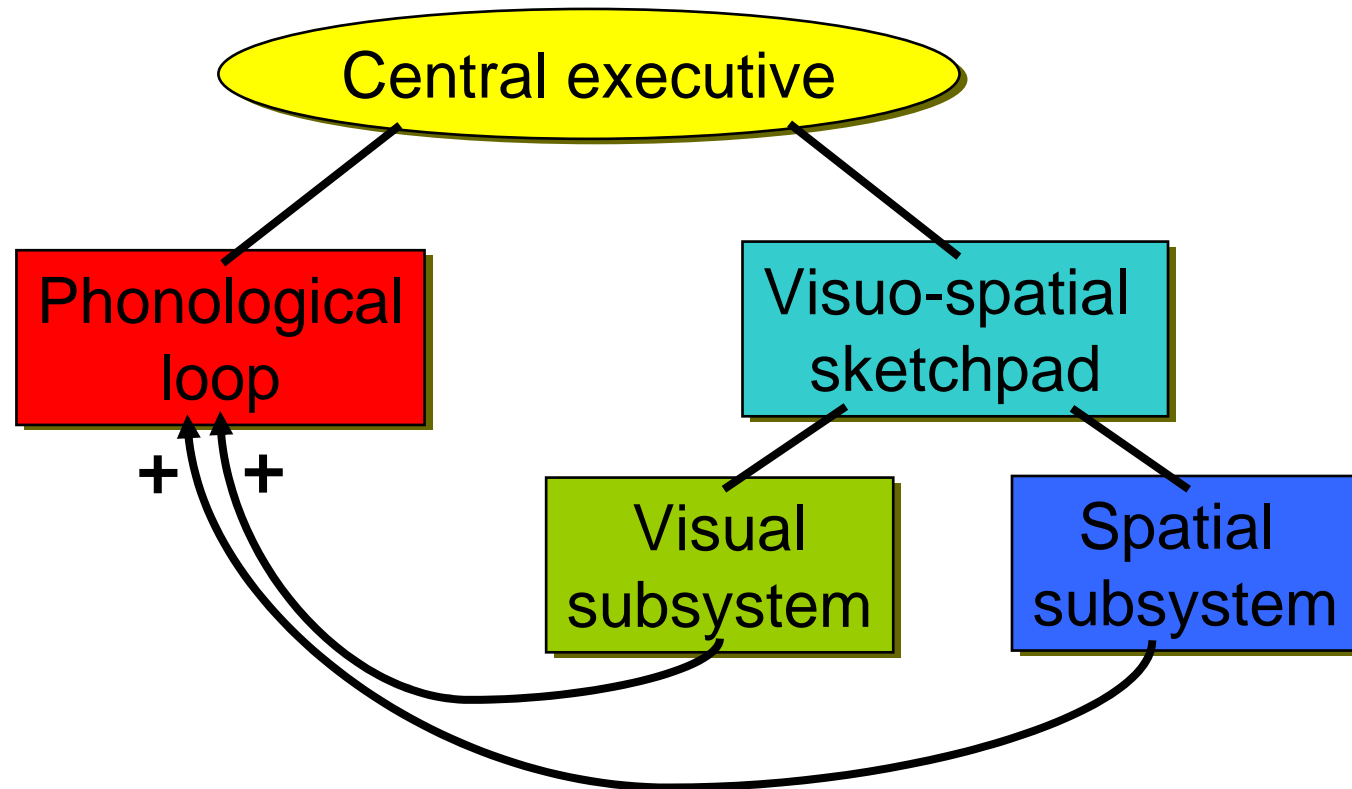


Zusammenfassung

- Die räumliche und die verbale Nebenaufgabe interferierten mit dem Erlernen von Wegen
- Die Ergebnisse kommen nicht durch einen trade-off zwischen Erst- und Nebenaufgabe zustande
- Interpretation: Menschen speichern Routen aus ihrer Umgebung in verbaler und räumlicher Form

Die „Dual coding theory for spatial orientation“

- Speichere visuelle oder räumliche Umweltinformation zusätzlich in verbaler Form





Ausblick

- Am Max-Planck Institut für biologische Kybernetik wird unter anderem Forschung zu Fragen der Raumorientierung, optischer Fluss, vestibularer Wahrnehmung, Eigenbewegungswahrnehmung, multimodaler Integration und Hubschraubersteuerung gemacht
- Dabei kommen viele Methoden aus der Computer Grafik und virtuellen Realität zum Einsatz
- Für gemeinsame Projekte oder Interesse an der Nutzung unserer Einrichtungen sind wir immer offen!



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!