

Unterschiede der cerebralen Aktivierung während der Beobachtung von optokinetischen Computerreizen und Videos von Tieren: Eine funktionelle Kernspinstudie

Stefanie Böttger

Städt. Klinikum München GmbH - Klinikum München Harlaching
Interdisziplinäres Neurozentrum - Klinik für Neurologie



Tagung „Tiergestützte Intervention im Fokus der Wissenschaften“
Dresden, 07.09.2012

Forschungsschritte

1. Systematische Verhaltensbeobachtung und Dokumentation
2. Kumulative Einzelfallstudien
3. Gezielte Literaturrecherche
4. fMRI-Studie
5. Zusammenfassung

Forschungsschritte

1. **Systematische Verhaltensbeobachtung und Dokumentation**
2. **Kumulative Einzelfallstudien**
3. **Gezielte Literaturrechersche**
4. **fMRI-Studie**
5. **Zusammenfassung**

Neglect

Wahrnehmungs- bzw. aufmerksamkeitsbedingte Vernachlässigung meist der linken Raum- bzw. Körperhälfte nach rechtsseitiger Hirnschädigung, die keine motorischen oder sensorischen Ursachen hat, in den Modalitäten:

- **Visuell (Sehen)**
- **Taktil-motorisch (Bewegung)**
- **Akustisch (Hören)**
- **Somatosensibel (Körperwahrnehmung)**

- **Meist multimodal**
- **Fehlendes Störungsbewusstsein (Anosognosie)**
-> Erschwerung des Reha-Verlaufs!



Therapie des Neglect

Fallbeispiel: Multimodaler Neglect nach Mediainfarkt rechts

Förderung der visuellen, taktil-motorischen und somato-sensiblen Exploration

Videobeispiele:

**Leitlinienorientiertes
Explorationstraining
(Memory-Tafel)**

**Tiergestütztes
Explorationstraining
(Kaninchen)**

Forschungsschritte

1. Systematische Verhaltensbeobachtung und Dokumentation
2. Kumulative Einzelfallstudien
3. Gezielte Literaturrecherche
4. fMRI-Studie
5. Zusammenfassung

Explorationstraining: cross - over - Design

Patienten

- 3 Patienten mit linksseitigem Neglect

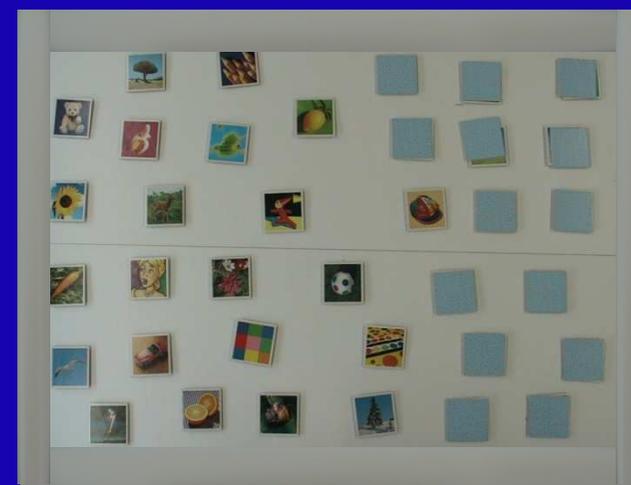
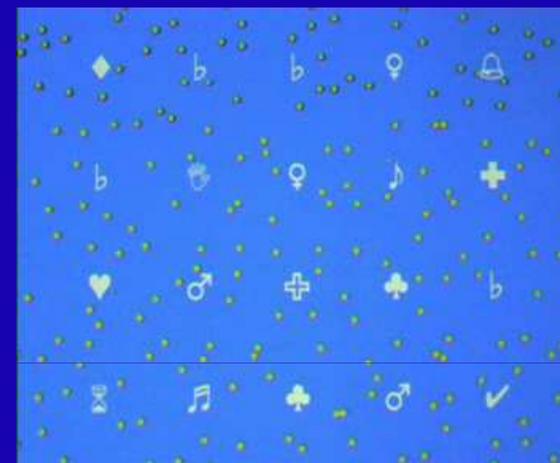
Therapeutische Verfahren

- 3 Sitzungen pro Woche über 3 Wochen
- Tiergestützte Therapie und optokinetische Stimulation wochenweise wechselnd

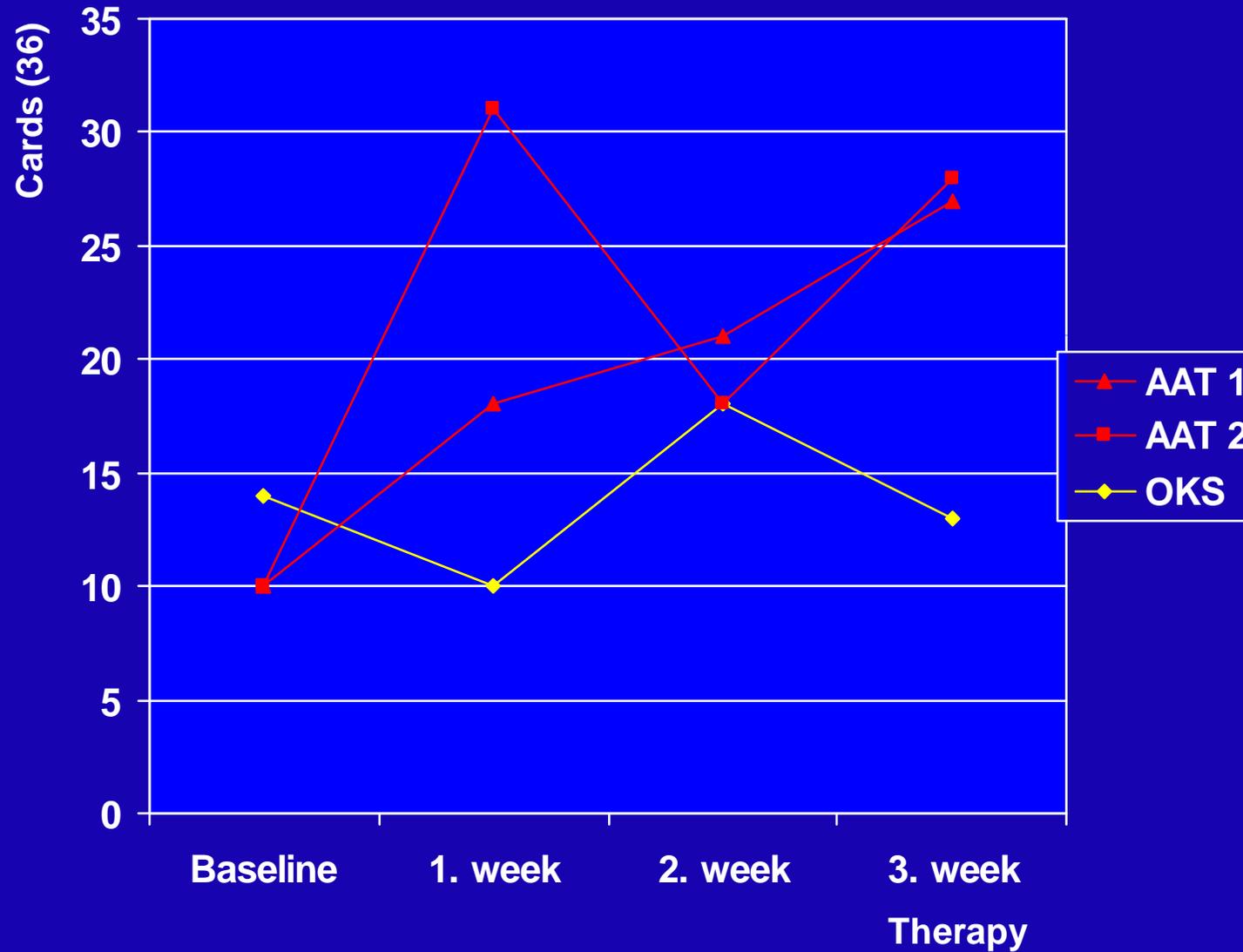
Effektivitätsparameter

- Tischtest: 90 x 60 cm, 36 Bilder

Böttger 2008



Ergebnisse: Tischtest



Ergebnisse: Alltagsfertigkeiten

	AAT – OKS – AAT (n = 2)		OKS – AAT – OKS (n = 1)	
	Baseline	3. Woche	Baseline	3. Woche
Lesen	Zeilenende	bis zum linken Rand		
Rechnen	rechte Seite	bis zum linken Rand		
Schreiben	rechtes Viertel	rechte Hälfte		
Explor. im Raum	rechte Seite	zur linken Seite	rechte Seite	rechte Seite
ADL	ab hängig	teilweise unabhängig	abhängig	abhängig
Störungsbewusstsein	fehlend	teilweise	fehlend	fehlend
Konzentration	schwer. Defizit	30 Minuten	schwer. Defizit	schwer. Defizit

Böttger 2008

Forschungsschritte

1. Systematische Verhaltensbeobachtung und Dokumentation
2. Kumulative Einzelfallstudien
3. Gezielte Literaturrecherche
4. fMRI-Studie
5. Zusammenfassung

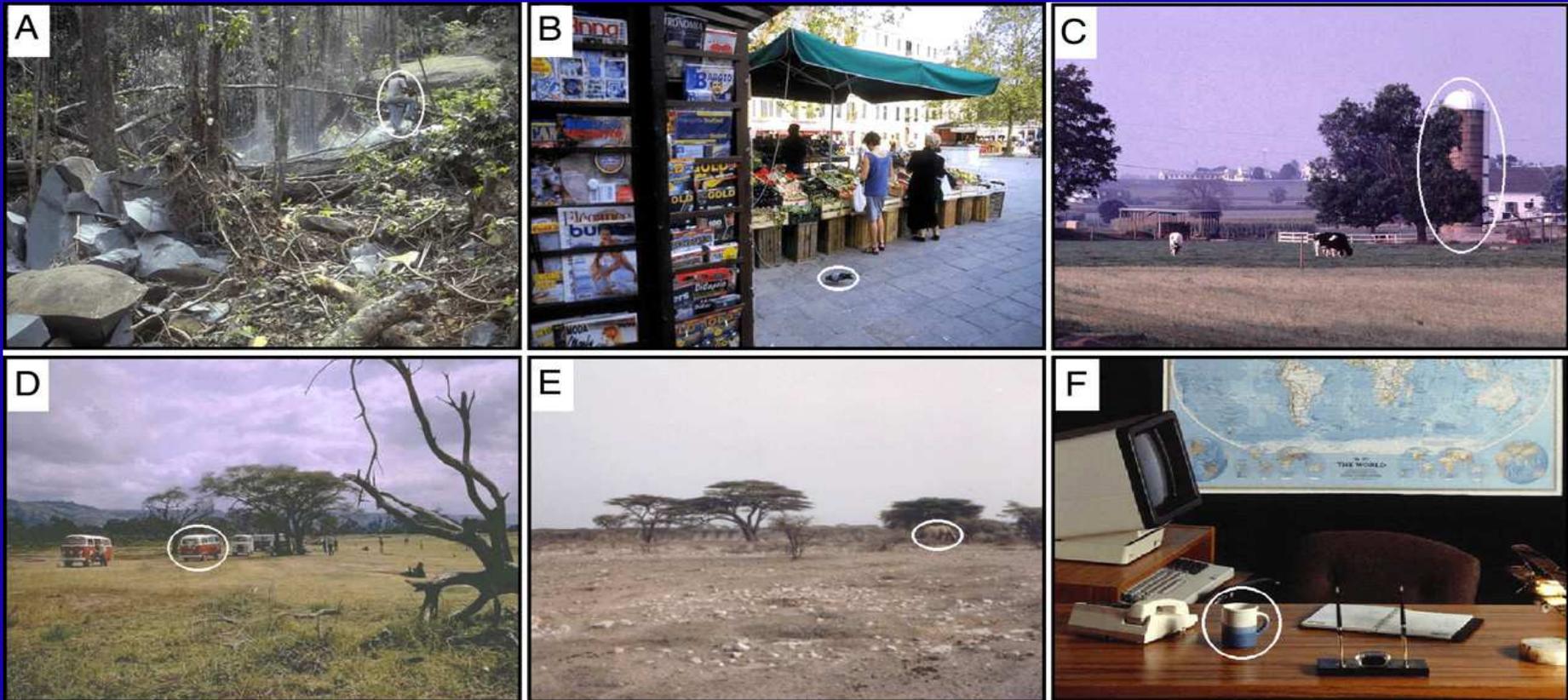
Spontane visuelle Aufmerksamkeit

- **Animate monitoring hypothesis**
 - Höhere spontane Aufmerksamkeit für Lebewesen als für unbelebte Objekte unabhängig von deren aktuellen Nützlichkeit
 - Anzestral bedingt: Entwicklung während der Evolution zur Sicherung von Überleben und Arterhaltung
- **Expertise hypothesis**
 - Höhere spontane Aufmerksamkeit für aufgabenrelevante Objekte als für aufgabenirrelevante Reize unabhängig von deren Lebendigkeit
 - Empirisch bedingt: Entwicklung während der Ontogenese zur Verbesserung von Aufgabenperformanz

New et al 2007, Rees 2008

Beispiele

Mensch, **Elephant: 100 %**, Taube: 91 %, Silo: 76 %, **Minivan: 72 %**, Tasse: 67 %



New J. et.al. PNAS 2007;104:16598-16603

Forschungsschritte

1. Systematische Verhaltensbeobachtung und Dokumentation
2. Kumulative Einzelfallstudien
3. Gezielte Literaturrechersche
4. **fMRI-Studie**
5. Zusammenfassung

BRAIN RESEARCH 1354 (2010) 132–139



ELSEVIER

available at www.sciencedirect.com



www.elsevier.com/locate/brainres

**BRAIN
RESEARCH**

Research Report

Differences in cerebral activation during perception of optokinetic computer stimuli and video clips of living animals: An fMRI study

Stefanie Böttger^{a,}, Roman Haberl^a, Mario Prosiegel^b, Heinrich Audebert^c,
Bastian Rumberg^d, Michael Forsting^d, Elke R. Gizewski^d*

Fragestellung

- **Ziel der aktuellen fMRI-Pilotstudie**
Untersuchung von cerebralen Aktivierungsmustern bei gesunden Probanden während der Beobachtung von anzeustralen Reizen (Videos von realen Tieren) im Vergleich mit modernen Reizen (optokinetische Computerreize).
- **Hypothese**
Verstärkung der cerebralen Aktivierung während der Beobachtung von Videos mit bewegten Tieren im Vergleich mit optokinetischen Computerreizen.

Allgemeine Methoden I

• Probanden

- 3 Männer, 9 Frauen; Alter 32 – 47 Jahre; mittlerer bis hoher Bildungsstand
- Keine neurologischen oder psychiatrischen Erkrankungen
- Neutrale bis positive Einstellung gegenüber Tieren und PCs (Fragebogen)

• Experimentelles Design

- Entspannte Beobachtung der Reize
- Material: farbige Photos und stumme Videos
 - * Hunde und Kaninchen
 - * optokinetische Stimulation (Neglecttraining)
- Standard-Block-Design:
3 Experimente, jeweils alternierend 8 aktive und 8 Kontrollbedingungen a 31 sec,
zufällige Reihenfolge.



Allgemeine Methoden II

- **Bildgebung**

- 1,5 Tesla-Gerät, Epi-Sequenzen (schnelle T2* gewichtete Sequenzen)
- Projektion über Beamer in den Scanner-Raum, über Spiegel in das Kernspin

- **Statistik**

- Gruppenvergleiche mit SPM (one-sample und paired t-Tests, $p < 0.001$)
- Zuweisung lokaler Maxima zu anatomischen Strukturen und Brodmann-Arealen nach Talairach-Atlas und Software.

Experiment 1 und 2: Methoden

- **Experiment 1**
Optokinetische Computerreize = aktive Bedingung vs.
statische Computerreize = Kontrollbedingung
-> **bewegungsabhängige Aktivierung Computer**
- **Experiment 2**
Bewegte Tiere = aktive Bedingung vs.
nicht-bewegte Tiere = Kontrollbedingung
-> **bewegungsabhängige Aktivierung Tiere**

ROIs (Regions Of Interest):

Occipitale, temporale, parietale, frontale und limbische Areale

Experiment 1 und 2: Ergebnisse

Table 1 – Activated areas whilst observing moving stimuli compared with static stimuli in the computer and animal tasks, analyzed using the one-sample t-test.

Condition	Gray matter	Side	BA	Talairach coordinates (mm)	z-Value
Computer: moving stimuli versus static stimuli; one-sample t-test (P<0.05 corrected)	Striate area	L	17	-8; -90; -12	4.96
	Occipital	R	19	26; -78; -12	6.36
	Inferior temporal	R	37	50; -68; -2	5.81
	Inferior temporal	L	37	-44; -70; -6	5.37
	Middle temporal	R	37	50; -64; 20	5.73
	Parietooccipital transition zone	R	19/39	26; -76; 38	4.56
	Parietooccipital transition zone	L	19/39	-26; -84; 38	4.83
	Parietooccipital transition zone	L	19/39	-38; -80; 18	7.70
	Superior parietal lobule	R	7	16; -66; 60	6.03
	Animal: moving stimuli versus static stimuli; one-sample t-test (P<0.05 corrected)	Occipital	R	18	28; -92; 8
Occipital		R	18	22; -88; -12	14.87
Occipital		L	18	-32; -92; 10	7.16
Occipital		L	18	-20; -90; -8	6.85
Fusiform		R		50; -52; -18	9.18
Fusiform		L		-42; -50; -20	8.14
Parietooccipital transition zone		R	19/39	26; -82; 42	10.29
Parietooccipital transition zone		L	19/39	-18; -80; 42	9.51
Superior parietal lobule		R	7	24; -52; 68	5.21
Superior parietal lobule		L	7	-16; -60; 70	5.30
Middle frontal		R	6	38; 0; 56	8.56
Inferior frontal		R	9	46; 10; 22	7.78
Medial orbital		R	11	22; 36; -18	5.24

R = right, L = left, BA = Brodmann area, and z-values of local activity peaks.

Experiment 3: Methoden

- **Experiment 3**

Bewegte Tierreize = aktive Bedingung vs.
optokinetische Computerreize = Kontrollbedingung

- **Experiment 3A**

ROIs: nur die aktivierte Areale in den ersten beiden Experimenten

-> **Bewegungsabhängige Aktivierung Tier vs. Computer**

- **Experimente 3B/C**

ROIs: alle occipitale, temporale, parietale, frontale und limbische Areale

-> **Objekt- und bewegungsabhängige Aktivierung Tier vs. Computer**

Experimente 3A, 3B, 3C: Ergebnisse

Table 2 – Activated areas whilst comparing moving stimuli in the animal and computer tasks, analyzed by the one-sample t-test and paired t-test.

Condition	Gray matter	Side	BA	Talairach coordinates (mm)	z-Value
A. Animal stimuli versus computer stimuli: one-sample t-test (P<0.001 uncorrected)	Occipital	L	19	-32; -86; -8	6.11
	Inferior temporal	R	37	50; -78; -4	7.03
	Inferior temporal	R	37	48; -70; -16	4.36
	Middle temporal	R	37	50; -78; 12	7.03
	Middle temporal	L	37	-38; -70; 16	7.31
	Superior temporal	R	22	52; -36; 16	8.53
	Superior temporal	L	22	-52; -60; 22	7.23
	Superior temporal	L	22	-52; -46; 10	6.19
	Parietal operculum	R	40	50; -36; 30	7.01
	Straight gyrus	L	11	-4; 38; -20	4.99
B. Computer stimuli versus animal stimuli: paired t-test (P<0.001 uncorrected)	Frontal operculum, insula	R	44	48; 0; 6	3.36
	Frontal operculum, insula	L	44	-52; 6; 8	3.92
C. Animal stimuli versus computer stimuli: paired t-test (P<0.001 uncorrected)	Inferior temporal	R	20	42; -40; -24	6.60
	Inferior temporal	L	20/21	-40; -46; -24	8.25
	Middle temporal	R	37	46; -66; 2	7.33
	Middle temporal	R	21	52; 0; -32	6.62
	Middle temporal	L	37	-48; -72; 6	7.77
	Superior temporal	R	22	64; -40; 12	5.37
	Superior parietal lobule	R	7	28; -48; 52	6.84
	Dorsal putamen	L		-20; -4; 10	5.15
Amygdala	R	28	26; -2; -18	4.25	

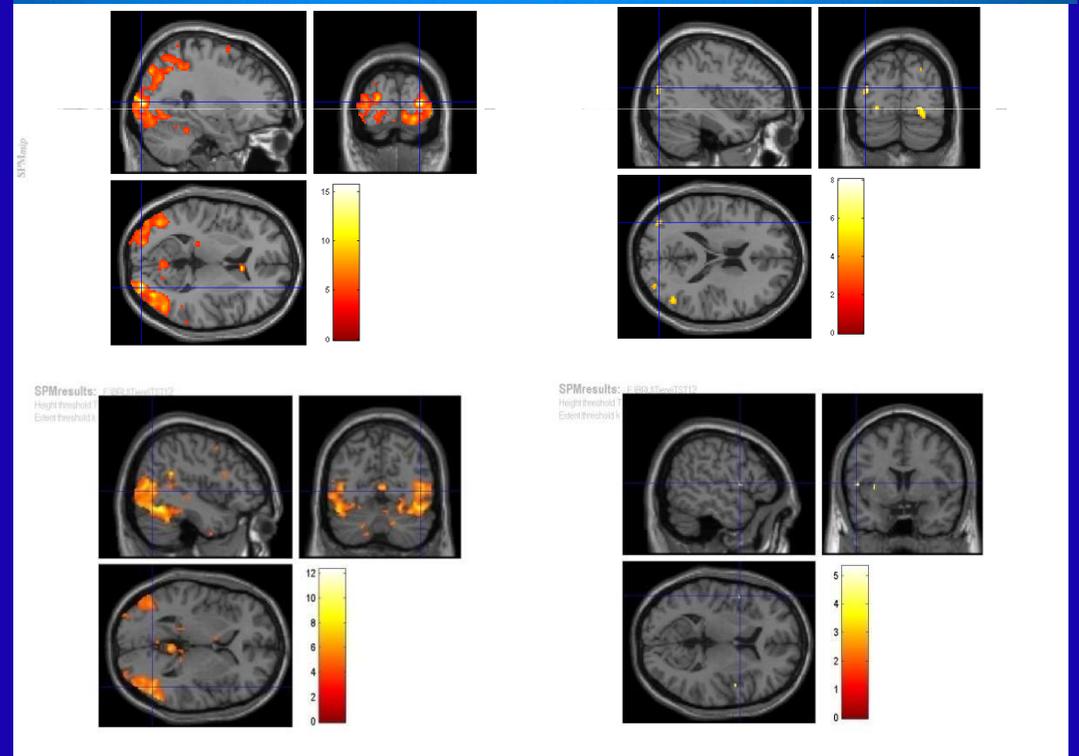
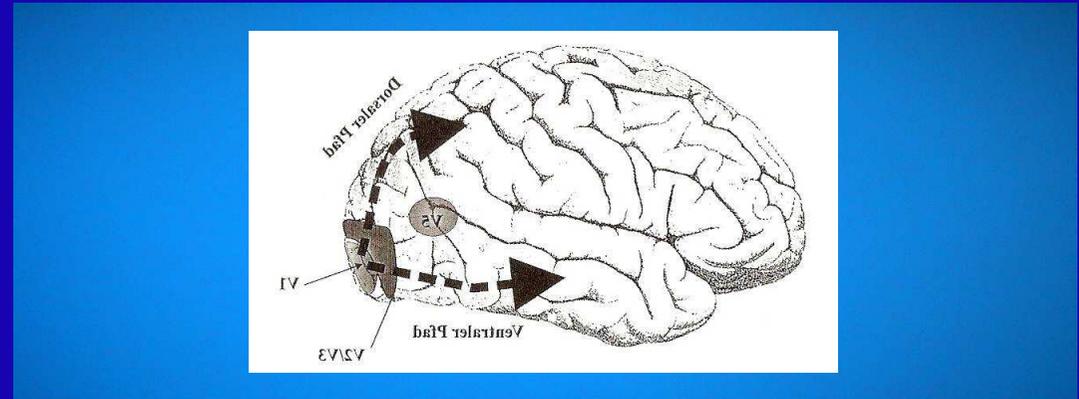
R = right, L = left, BA = Bordmann area, and z-values of local activity peaks.

Bewegte Tiere vs. optokinetische Computerreize

Neuronale Aktivierung
abhängig von:

Bewegung
(Exp. 3A)

Objekt-Bewegung
(Exp. 3C)



Tier

Computer

Bewegungsabhängige Effekte (3A): Bewegte Tierreize vs. optokinetische Computerreize

Aktiviertete Areale

Mittlere temporale Gyri
bds.

Obere temporale Gyri
bds.

G. supramarginalis re.

G. rectus li.
(Verbindung mit dem
posterioren parietalen
Cortex)

Neuropsychologische Funktion

Visuelle Wahrnehmung von Bewegung
im dreidimensionalen Raum

Visuelle Wahrnehmung von
biologischer Bewegung

Aufmerksamkeit im Raum

Integration von räumlicher
Aufmerksamkeit und
motivationalen Informationen,
affektiver Wert von Reizen
und subjektives Wohlbefinden

fMRI-Literatur

Cornette et al 1998

Jokisch et al 2004,
Saygin 2007

Malhotra et al 2009,
Pery & Zeki 2000

Mohanty et al 2008

Kringelbach & Rolls
2004

Objekt- und bewegungsabhängige Effekte (3C): Bewegte Tierreize vs. optokinetische Computerreize

Aktiviertete Areale

Unterer und mittlerer occipito-temporaler Pfad
incl. G. fusiformis, re. > li.

Oberer temporaler Gyrus/Sulcus re.
(Verbindung mit Amygdala)

Amygdala re.
(Verbindung mit frühen visuellen Arealen)

Putamen li.
(efferente Projektionen von mesolimbischen dopaminergen Neuronen)

Neuropsychologische Funktion

Erkennen von Lebewesen,
Integration von Form und Bewegung
(dynamische Objekterkennung)

Analyse von biologischer Bewegung
nach emotionaler und sozialer Relevanz

Visuell induzierte Emotion,
z.B. Gesichtsausdruck, Mimik
spontane Aufmerksamkeit

Wahrnehmung angenehmer Bilder,
Initiierung spontaner Bewegung,
angenehme Aktivitäten, Belohnungs-
erfahrung, incentive Motivation

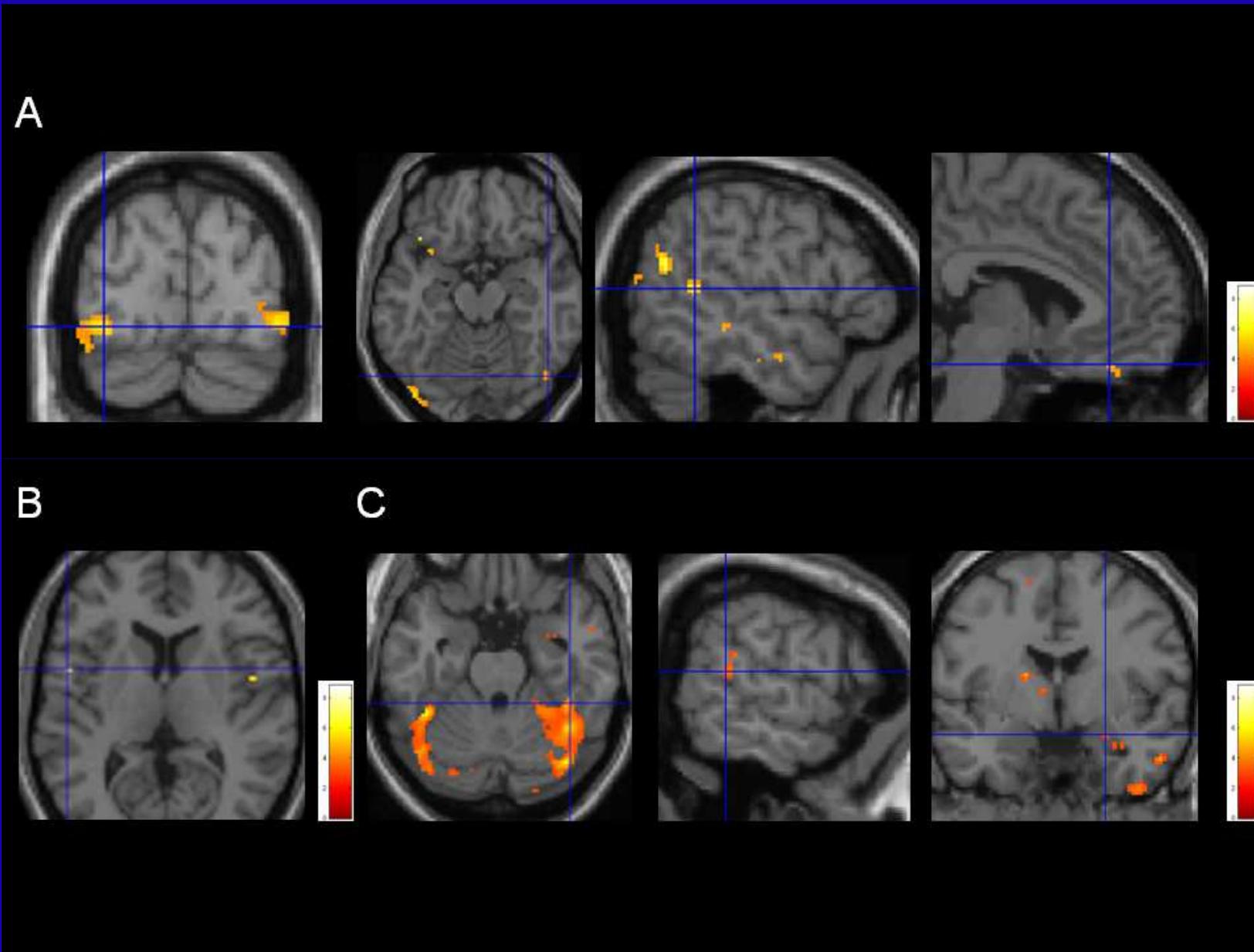
Literatur

Chan et al 2004,
Sarkheil et al 2008

Jokisch et al 2004,
Saygin 2007
Sato et al 2004

Phan et al 2002,
Winston et al 2003,
Costafreda et al 2008

Rolls 2000,
Schmidt et al 2008



Forschungsschritte

1. Systematische Verhaltensbeobachtung und Dokumentation
2. Kumulative Einzelfallstudien
3. Gezielte Literaturrechersche
4. fMRI-Studie
5. Zusammenfassung

Parallele Studienergebnisse

- **Verhaltensbeobachtung, kumulative Einzelfallstudien – Frühreha-Patienten (Böttger 2008):**
Deutliche Verbesserung der Wahrnehmung der betroffenen Seite in der tiergestützten Therapie vs. Computertraining
- **Verhaltensebene – gesunde Probanden (New et al 2007):**
Erhöhung der spontanen visuellen Aufmerksamkeit für Lebewesen vs. unbelebte Objekte
- **Cerebrale Funktionsebene – gesunde Probanden (Böttger et al 2010):**
Erhöhung der cerebralen Aktivierung in einem **visuo-attentional-motivationalem Netzwerk** bei der Wahrnehmung von Tieren vs. Computerreizen.

Relevanz für die Neurorehabilitation

Therapie des Neglect

- Neglect assoziiert mit Anosognosie, Auto-Aktivierungs-Defizit, Verlust der expliziten Anstrengungsfähigkeit und selbstinitiierten Verhaltens
- Kompensation der Minussymptomatik durch Erhöhung der spontanen visuellen Aufmerksamkeit und incentiven Motivation
- Übertragung herkömmlicher in tiergestützte Übungen mit dem Ziel bestmöglicher neuronaler Aktivierung

Einschränkung und Ausblick

- Vergleichbarkeit der cerebralen Aktivierungsmuster bei gesunden Probanden und Schlaganfall-Patienten?
 - Korrelation der cerebralen Aktivierungsmuster bei Schlaganfallpatienten mit Verbesserung des Wahrnehmungsverhaltens?
 - Bedeutung der Emotion?
Studiendesign zum Vergleich emotional relevanter vs. neutraler Reize mit Lichtpunktpräsentation (Saygin 2007)
- > **Relevanz der Kombination von Grundlagenforschung und klinischer Forschung für die tiergestützte Therapie in der Schlaganfall-Rehabilitation**
Hummel & Cohen 2005

Danke
für Ihre Aufmerksamkeit!

