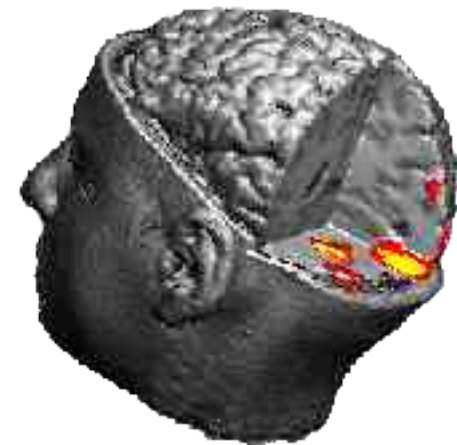


Studie

„Funktionelle Magnetresonanztomographie bei Aktivierung des Arbeitsgedächtnisses“

(M. Spitzer; Sektion Experimentelle Psychopathologie; Heidelberg 1996)

- Ziel: Untersuchung der Funktion des Arbeitsgedächtnisses mittels fMRT
- Methode: Aktivierung des AG durch Buchstabenparadigma in einer Aktivations- und einer Kontrollbedingung



- Das AG (nach Baddeley):
 - „The term working memory implies a system for the temporary holding and manipulation of information during the performance of a range of cognitive tasks such as comprehension, learning and reasoning“:
 - Das AG ist charakterisiert durch knappe Kapazität und schnellen Verfall von aktiven Inhalten
- Das AG (nach tierexperimentellen Untersuchungen):
 - sitzt im frontalen Kortex, oder noch besser: im „dorsolateralen präfrontalen Kortex“
 - Dies konnte durch PET-Studien am Menschen auch für dessen Spezies bestätigt werden.
- Diese Studie will mit fMRT nachweisen, dass Verarbeitung und Manipulation von Gedächtnisinhalten in den o.g. Arealen stattfindet.
 - aufgrund dieser Fragestellung wurden auch nur diese Areale, bzw. dessen Aktivierung, erfasst und ausgewertet. Eventuell aufgetretene Effekte in anderen Arealen werden hier explizit nicht berichtet.

- Die Stimuli (hier: Buchstaben) wurden mittels eines projizierten Bildes, welches die VP über einen Spiegels in der Kopfspule wahrnimmt präsentiert.
- Je ein Testlauf

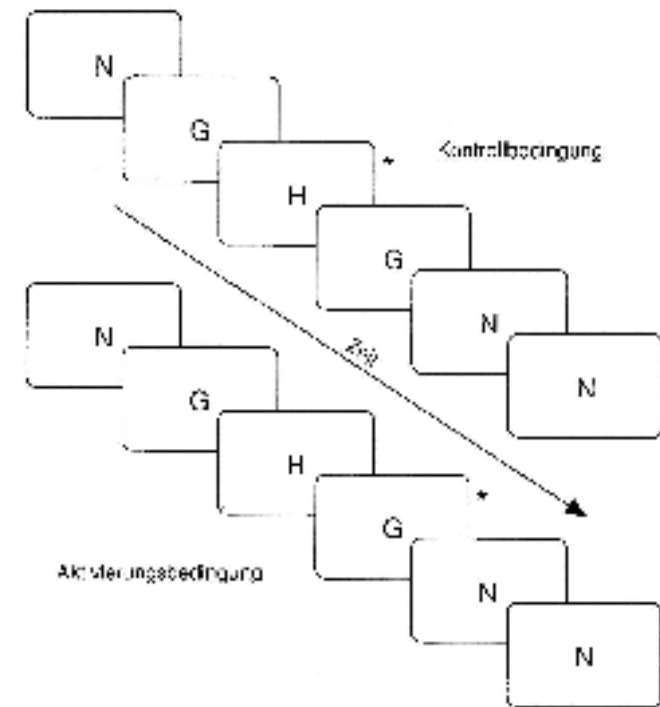
- Testmaterial:
 - Nur Großbuchstaben, kein Q,X,Y,Z
 - Keine Vokale
 - Präsentation für je 0,5s; Interstimulusintervall 2,5s
 - damit ergibt sich eine zeitliche Auflösung der verwendeten fMRT von – mindestens 3,0 sek.
 - Reaktion über Tastendruck, keine ja/nein-Entscheidung verlangt, lediglich Reaktion auf diskriminierenden Reiz
 - Gemittelte Dauer eines Durchgangs (eine Liste): 6min
 - Ein Experiment: 6 mal 6 min-Listen nacheinander, abwechselnd in der Kontroll- und der Aktivierungsbedingung
 - Experiment wurde von den VPn als anstrengend empfunden, was sich allerdings nicht in einer erhöhten Fehlerrate niedergeschlagen hat.

Das verwendete „Buchstabenparadigma“:

Eine 2-back-Aufgabe als Aktivierungsbedingung sowie eine einfache Kontrollbedingung, welche automatisiert werden kann

- Aktivierungsbedingung:
 - Reaktion auf jeden Buchstaben, der identisch mit dem jeweils vorletzten Buchstaben ist
 - erfordert kontinuierliches Update der Inhalte des AG

- Kontrollbedingung:
 - Reaktion auf eine vorher bestimmten Buchstaben



Zur neurofunktionalen Bildgebung:

- T1-gewichtete Spin-Echo-Aufnahmen in sagittaler Schnittführung zur Abbildung der Anatomie (hohe räumliche Auflösung)
- 8 Schichten, senkrecht zur Sagittalen und ausgehend vom Frontalpol, auf welche die Aktivitätsmuster später abgebildet werden
- Gesamtmeßzeit für eine VP: 70 min!
- Korrekturverfahren für die Störungen (Bewegungsartefakte), die durch die lange Dauer und der damit verbundenen Bewegung der VPn einhergehen
- Detektion aktivierter Kortexareale:
 - Verstärkung durch den Stimulus wird mit Mittelwerten aus der Kontrollbedingung verglichen und nach - „bestandenem“ - Wilcoxon-Signifikanztest in der Bildmatrix aufgenommen und farblich markiert
 - Rauschen: Es wurden nur Areale als *aktiv* markiert, welche sich in unmittelbarer Nachbarschaft von einer bestimmten Anzahl ebenfalls aktiver Bereiche befanden

Ergebnisse:

- Vpn erkannten nahezu 100%-ig alle Zielreize in der Kontroll- sowie der Aktivierungsbedingung
- Gering höhere Erkennungsleistung in der Kontrollbedingung zeigt, daß in der Aktivierungsbedingung eine Extra-Leistung vollbracht werden muß
 - Allerdings: Von 16 VPn konnten nur die Daten von 9 VPn verwertet werden, da trotz den angeführten Korrekturverfahren das Rauschen in den Daten zu hoch war
- Durch die Aktivierungsbedingung war ein Signalanstieg zwischen 1 und 4 % von der Kontroll- zu der Aktivierungsbedingung zu verzeichnen
 - Hauptsächlich im dorsolateralen präfrontalen Kortex; bzw. den Brodmannschen Arealen 9, 46 und 10
 - Keine Lateralisierung der kortikalen Aktivierung

- Spitzers Untersuchung als Reproduktion eines Experimentes von Cohen (1994) mit den selben Ergebnissen, aber – nach Spitzer – weniger Mängeln in der Methode

- Vorteile der Vorgehensweise gegenüber anderen Verfahren (z.B. dem von Cohen) durch:
 - a) Einfachheit: bisher waren sehr komplexe experimentelle Prozeduren (Tower-of-Hanoi-Test) nötig, zu denen keine gesicherte Kontrollbedingung existiert. Ebenso war eine komplexe Reaktion bei zutreffender Diskriminierungsbedingung nötig, was die Arbeit mit der MRT erschwert und starkes Rauschen in den Daten verursacht
 - b) Gute Interpretierbarkeit: Bisher verwendete Verfahren bestehen - „unfreiwillig“ - aus mehreren Komponenten (perzeptive, kognitive, emotionale, motorische), die bei zutreffender Diskriminierungsbedingung allesamt zum Tragen kommen und somit das Ergebnis nicht mehr ausschließlich auf einen Aspekt – wie z.B. den Kognitiven – zurückzuführen ist.

- D'Esposito (2001): präfrontaler Kortex ebenfalls bedeutendes Areal für exekutive Kontrollprozesse
 - Hier spielt dann auch Baddley (1993) mit ein, dessen Arbeitsgedächtnismodell Kontrollprozesse explizit mit einschließt
- Studien zum „anterioren Cingulum“ (Überwachungssystem) deuten ebenfalls bei erhöhtem Konfliktniveau auf eine gesteigerte Aktivierung des präfrontalen Kortex (Cohen et al., 2000).
- Inzwischen existieren Möglichkeiten der Erfassung von Blickbewegungsdaten während der fMRT (möglich durch ein neues Faseroptiksystem nach Kimming et al.)
- Anscheinend herrscht Einigkeit darüber, daß der präfrontale Kortex eine bedeutende Rolle bei der Aufrechterhaltung von Gedächtnisinhalten einnimmt, ob er sich allerdings in funktionelle Untereinheiten unterteilen läßt, wird kontrovers diskutiert.

- MRT des Arbeitsgedächtnisses bei objektbezogenen und räumlichen Aufgaben (G. Leinsinger; Klinikum der LMU; München 2001)
 - Material & Methode: Tests mit Zahlen, Positionen und Formen von Objekten; jeweils vier Blöcke Gedächtnisaufgabe gegen eine Kontrollaufgabe; hier: T2*-gewichtete Auswertung; Korrektur der Bewegungsartefakte
 - Ergebnisse:
 - Bei Gedächtnisaufgabe bilaterale Aktivierung in der Gyrus frontalis medius
 - Bei der räumlichen Aufgabe: zusätzlich starke Aktivierung der Parietallappen
 - keine räumliche Verlagerung des Schwerpunktes der Aktivierung bei verschiedenen Aufgaben
- Henrik Walter, Ulm (Universitäts-Klinikum, Abteilung Psychiatrie III; Ulm)
 - Schwerpunkt fMRT mit drei Themen:
 1. Gedächtnisfunktionen und exekutive Kontrolle (Therapy-ausgerichtete Forschungen im klinischen Bereich)
 2. Interaktion von Kognition und Emotion (Information, die unter einem positiven emotionalen Kontext gespeichert wird, wird besser erinnert)
 3. Handlungskontrolle (*„Hauptthema ist die Gehirnaktivität während des simulierten Autofahren. In einer ersten Studie konnten wir nachweisen, dass beim simulierten Autofahren durch eine leere Stadt das Gehirn des Fahrers deutlich weniger aktiv ist als das Gehirn des Beifahrers.“* (Walter, Vetter, Grothe et al., 2001))

- fMRT ist ein bewährtes Verfahren zur Aufdeckung von Aktivitätsmustern
 - besitzt eine sehr hohe räumliche Auflösung und eine vergleichsweise akzeptable bis gute zeitliche Auflösung
 - Durchführung relativ unkompliziert, aber teuer
 - bisher keine nachweisbaren organischen Schäden durch die starken Magnetfelder
- aber:
 - die Subtraktionsmethode zur Erstellung der Aktivitäts-Maps eliminiert Aktivität, die in der Kontroll- und der Aktivierungsbedingung entsteht – selbst, wenn die betreffenden Areale nicht die selben Funktionen erfüllen
 - der genaue Zeitverlauf der hämodynamischen Ereignisse ist noch nicht vollständig erforscht

- Baddeley, A.D, Gathercole, S. E.: *Working memory and language*. Hove: Erlbaum 1993; S. 4ff.
- Cohen, J. D., Forman, T. S., Casey, B. J., Servan-Schreiber, D., Noll, D. C.: *Activation of the prefrontal Cortex in a nonspatial working memory task with functional MRI*. *Human Brain Map* 1 1994; S. 293-304.
- D'Esposito, M.: Funktionale neuroimaging of working memory. In: Cabeza R. & Kingstone A. *Handbook of functional neuroimaging of cognition*. MIT Cambridge, MA, 2001; S. 293-327.
- Kimmig, H., Greenlee, M.W., Huethe, F., & Mergner, T. MR-Eyetracker: *A new method for eye movement recording in functional magnetic resonance imaging (fMRI)*. *Experimental Brain Research*, 126, 1999; S. 443-449.
- Leinsinger, G., Kathmann, N., Heiss, D., Born, C., Meisenzahl, E., Möller, H. J., Hahn, K.: *Funktionelle MRT des Arbeitsgedächtnisses bei objektbezogenen und räumlichen Aufgaben*.
http://www.thieme.de/abstracts/roefo/abstracts2001/daten/vo43_5.html; Stand: 17.06.2003, 1 Seite.
- Spitzer, M., Krammer, T., Bellemann M. E., Gückel, F., Georgi, M., Gass, A., Brix, G.: *Funktionelle Magnetresonanztomographie bei Aktivierung des Arbeitsgedächtnisses*. Fortschr. Röntgenstr. 165,1, Georg Thieme Verlag Stuttgart 1996.
- Walter, H., Vetter, S.C., Grothe, J. Wunderlich, A.P., Hahn, S., Spitzer, M., 2001: *The neural correlates of driving*. *Neuroreport* 12, 1763-67.
- Walter, H. et al.: *fMRI. Arbeitsgruppe: Emotion, Kognition und Handlungskontrolle*.
<http://www.uni-ulm.de/klinik/psychiatrie3/fmri.html>; Stand: 17.06.2003, 4 Seiten.