



Von Hirnprozessen zum Lernen



Prof. Dr. Lutz Jäncke

Universität Zürich

Lehrstuhl für Neuropsychologie

E-Mail: l.jaencke@psychologie.uzh.ch



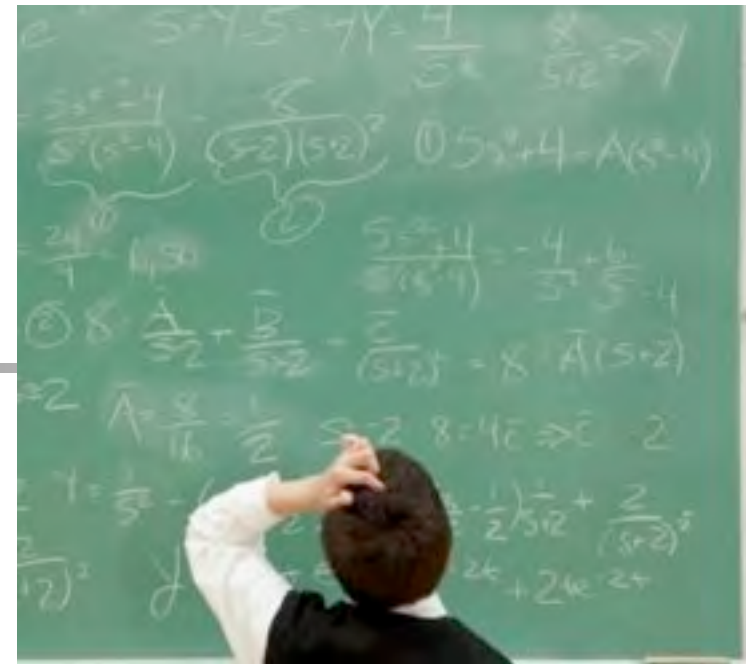
Gliederung

- **Prolog**
- Anatomie und Plastizität
- Reifung - Anatomie und Funktion
- Selbstdisziplin oder IQ ?
- Gedächtnis, Lernen und das Gehirn
- Unterschiedliche Arten des Lernens
- Kann man „Intelligenz“ lernen
- **Epilog**



Gliederung

- **Prolog**
- Anatomie und Plastizität
- Reifung - Anatomie und Funktion
- Selbstdisziplin oder IQ ?
- Gedächtnis, Lernen und das Gehirn
- Unterschiedliche Arten des Lernens
- Kann man „Intelligenz“ lernen
- **Epilog**





Mythen

- Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr!
 - Biologie - Ethologie
 - trifft für viele Nichtsäuger zu
 - Primat und Mensch ?????

- Man kann **nur** eine zweite Sprache lernen, wenn man die erste Sprache beherrscht!
 - Chomsky
 - praktische Umsetzung gescheitert





Leistungen des Menschen

- 6000 Sprachen
 - 20.000 Dialekte
- Verschiedene ökologische Nischen
 - Grönland, Urwald, Wüste, Grossstadt, Weltraum
- Ausgewöhnliche Leistungen
 - fliegen, schwimmen, fahren etc.
- Selbstvernichtung, Verdoppeln etc.

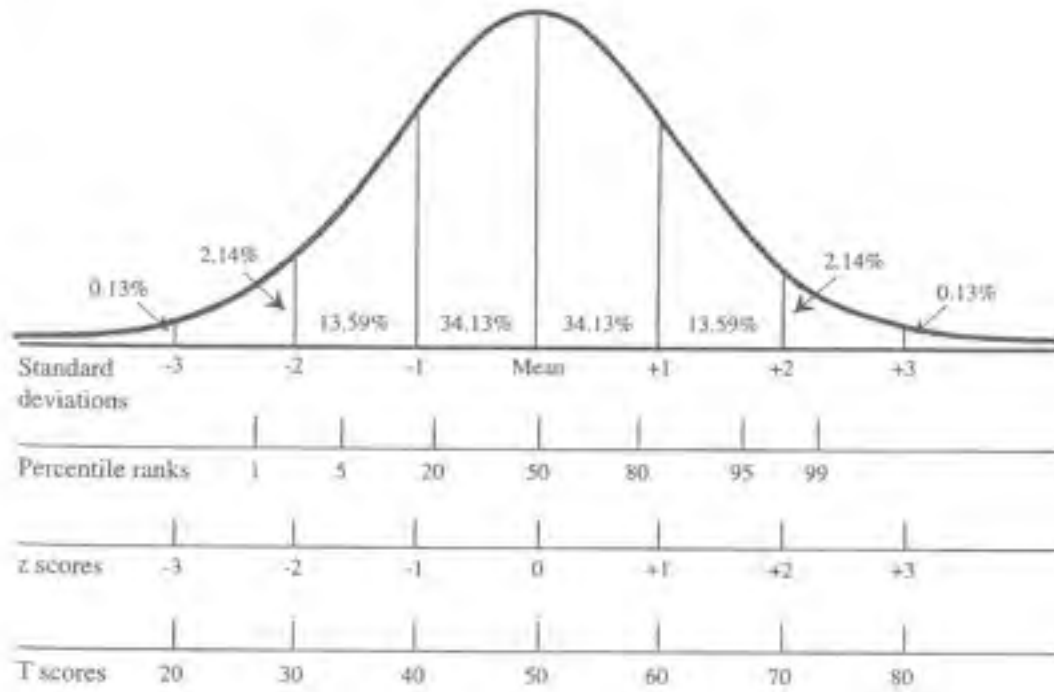


Homo sapiens "Lucy"





Intelligenzverteilung



IQ	Intelligenzgrad	Anteil
ab 140	genial	1,0%
130-139	hochbegabt	1,1%
120-129	talentiert	10,4%
110-119	intelligent	18,0%
90-109	normal begabt	48,0%
70-85	lernbehindert	
unter 70	geistig behindert	



Gene und IQ

Intra-Paar-Korrelationen

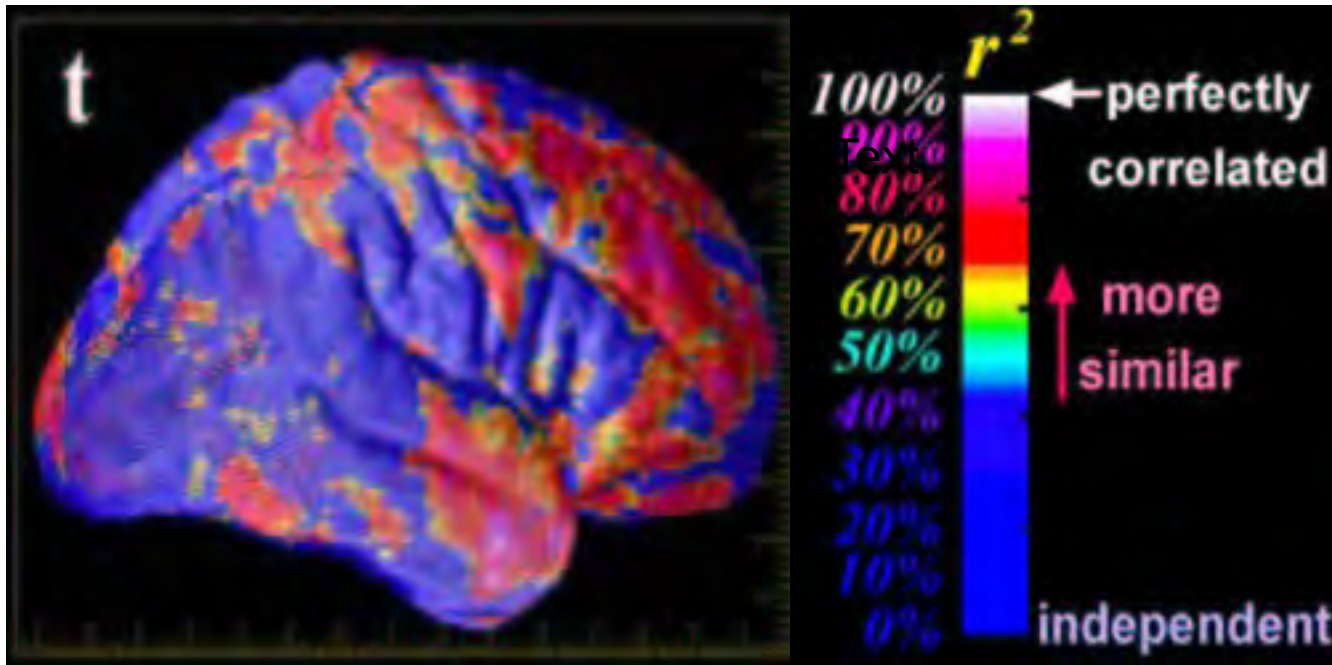
Familien-Paare	gemeinsam aufgewachsen	getrennt aufgewachsen
Eineiige Zwillinge	0.86 (74%)	0.72 (52%)
zweieiige Zwillinge	0.60 (36%)	0.52 (25%)
biologische Geschwister	0.47 (22%)	0.24 (6%)
biol. Eltern-Kind	0.42 (20%)	0.22 (6%)
Stiefgeschwister	0.31 (10%)	-
adoptierte Geschwister	0.34 (10%)	-
apdoptierte Eltern und Kinder	0.19 (4%)	-
unrelated siblings	0.26 (6%)	-

Bouchard & McGue, 1981; Pedersen et al., 1985; Segal 2000



Genetischer Einfluss auf die Dichte der grauen Substanz

Dichte grauer Substanz



← genetisch perfekt abhängig

← genetisch unabhängig



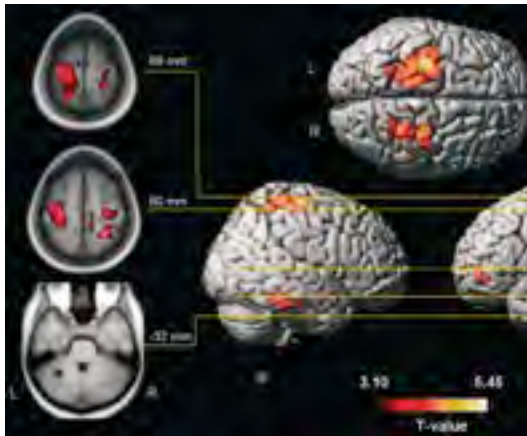
Gliederung

- **Prolog**
- Anatomie und Plastizität
- Reifung - Anatomie und Funktion
- Selbstdisziplin oder IQ ?
- Gedächtnis, Lernen und das Gehirn
- Unterschiedliche Arten des Lernens
- Kann man „Intelligenz“ lernen
- **Epilog**





Musiker als ein Modell der funktionellen Plastizität



Grössere Dichte der grauen Substanz



Volumenveränderungen

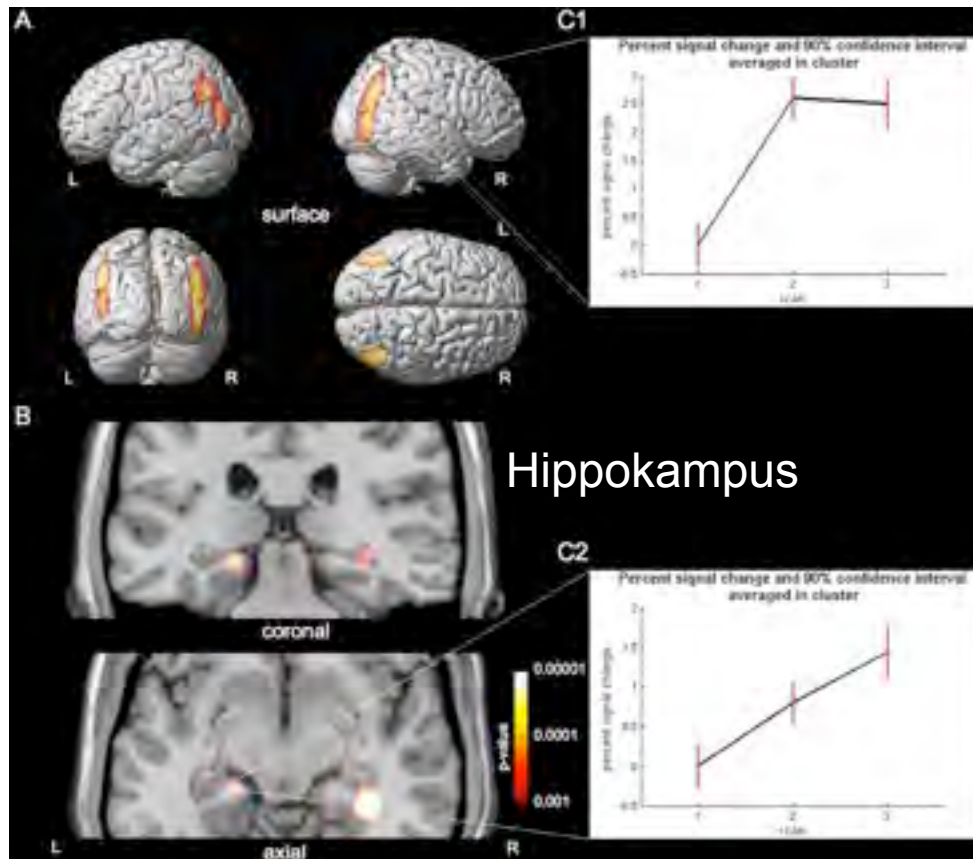


Professionelle Musiker beginnen oft sehr früh mit intensivem Musiktraining

Während ihres Berufslebens investieren sie mehrere Stunden pro Woche in Musiktraining



Hirne wie Knetmasse



38 Medizinstudenten vor und nach Medizinexamen. Lernzeit von 3 Monaten.

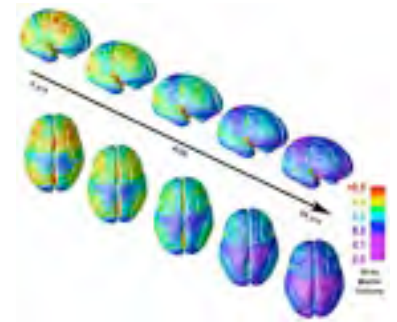
Bei 27 Medizinstudenten 2 Monate nach 2. Messung weitere Hirnuntersuchung.

Deaganski et al. 2006



Gliederung

- **Prolog**
- Anatomie und Plastizität
- Reifung - Anatomie und Funktion
- Selbstdisziplin oder IQ ?
- Gedächtnis, Lernen und das Gehirn
- Unterschiedliche Arten des Lernens
- Kann man „Intelligenz“ lernen
- **Epilog**

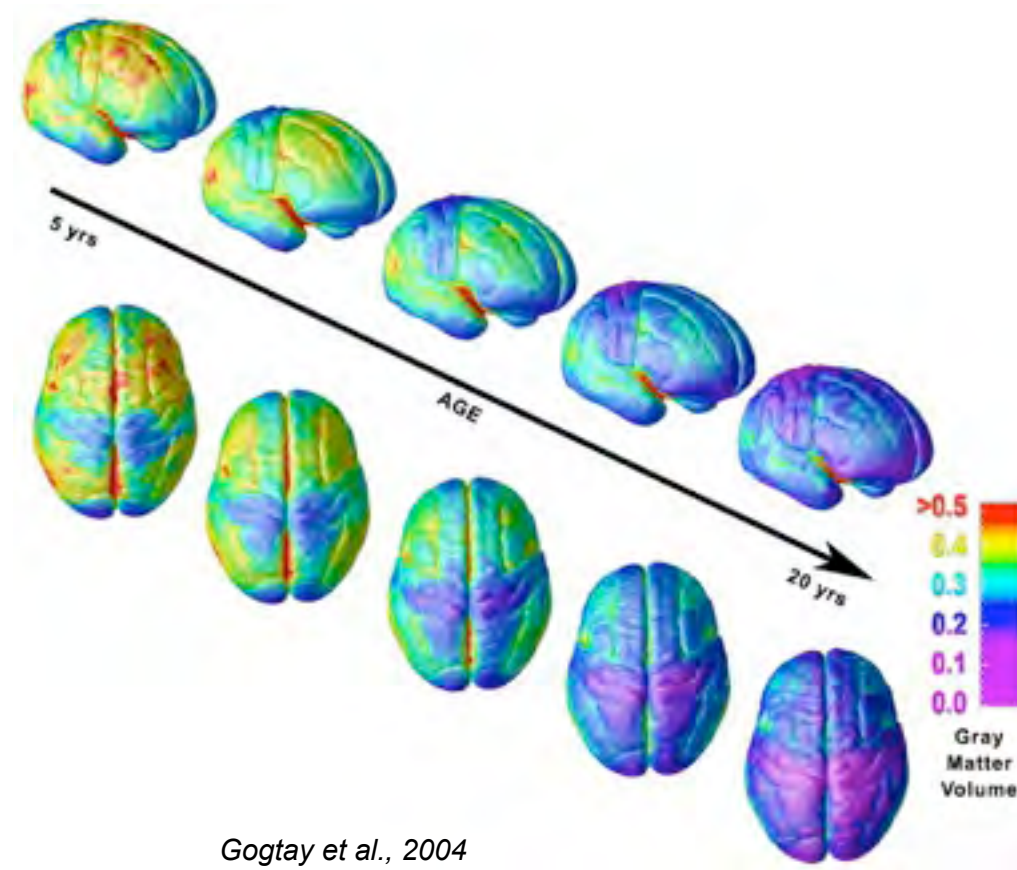




Neue Methode

Gogtay et al., 2004

N=13 alle 2 Jahre gemessen (MRI)



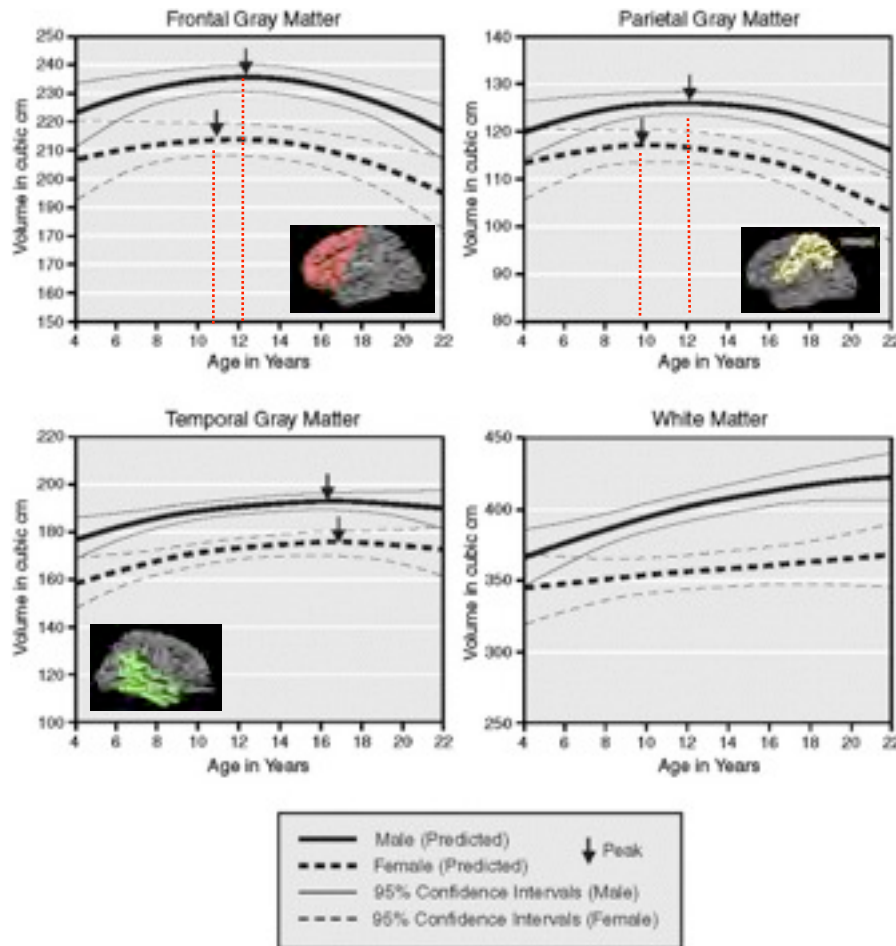
Gogtay et al., 2004

- Zunahme der grauen Substanz bis zur Pubertät
- Abnahme der grauen Substanz nach der Pubertät
- Reduktion der grauen Substanz
- Verlust von GM in den entwicklungsgeschichtlich „alten“ Hirngebieten zuerst, dann die „jüngeren“ Hirngebiet
- dorsaler Frontalkortex die letzte Struktur, die reift



Graue und Weisse Substanz

NIH-Studie (570 Kinder) - Lenroot & Giedd, 2006



- bis zur Pubertät Volumenzunahmen, dann Abnahmen
- regional unterschiedliche Verläufe
- Wahrscheinlich erfahrungsbedingter Abbau (*Pruning*) der grauen Substanz

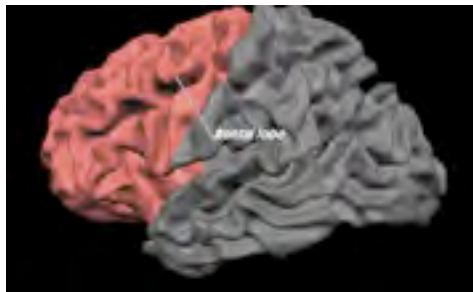


Die Lebensleiter





Exekutive Funktionen

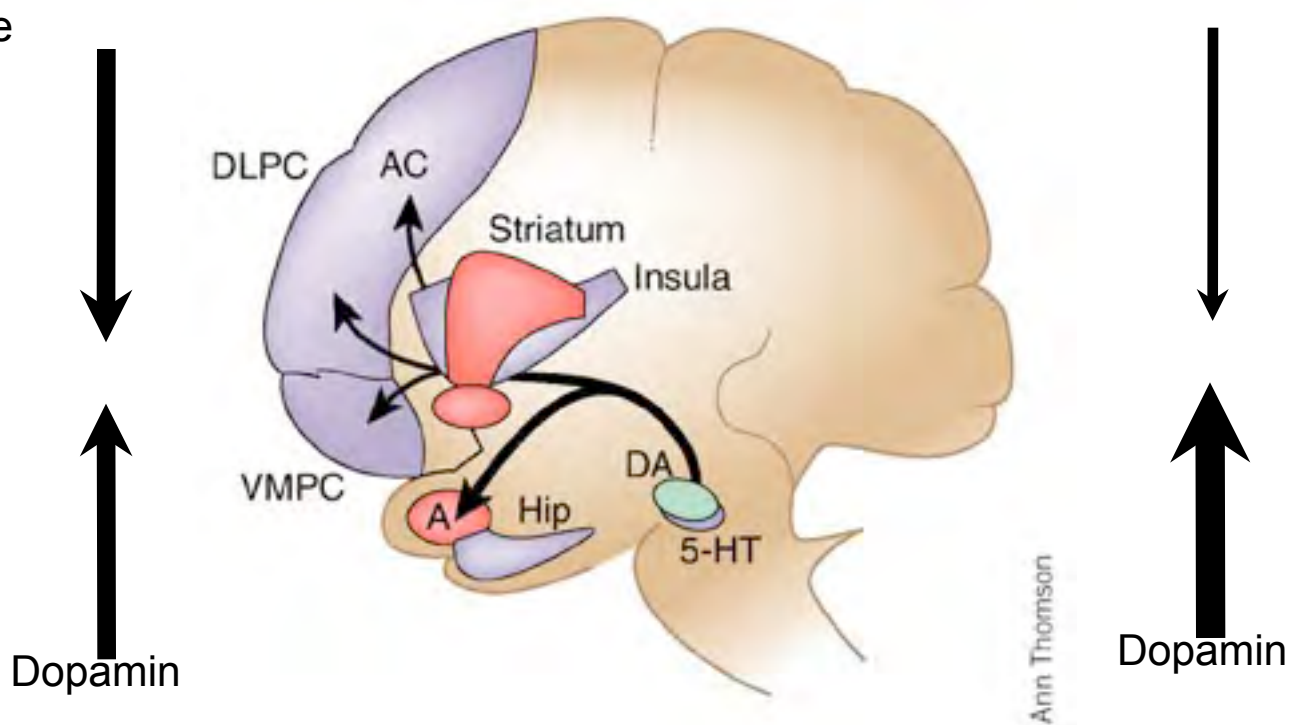


- Aufmerksamkeit
- Filtern - Hemmung
- Arbeitsgedächtnis
- Selbstkontrolle - Selbstdisziplin
- Emotionskontrolle
- Motivation
- Sprachfunktionen
- Planung
- motorische Kontrolle



Impulskontrollsystem

Erwachsene
normal

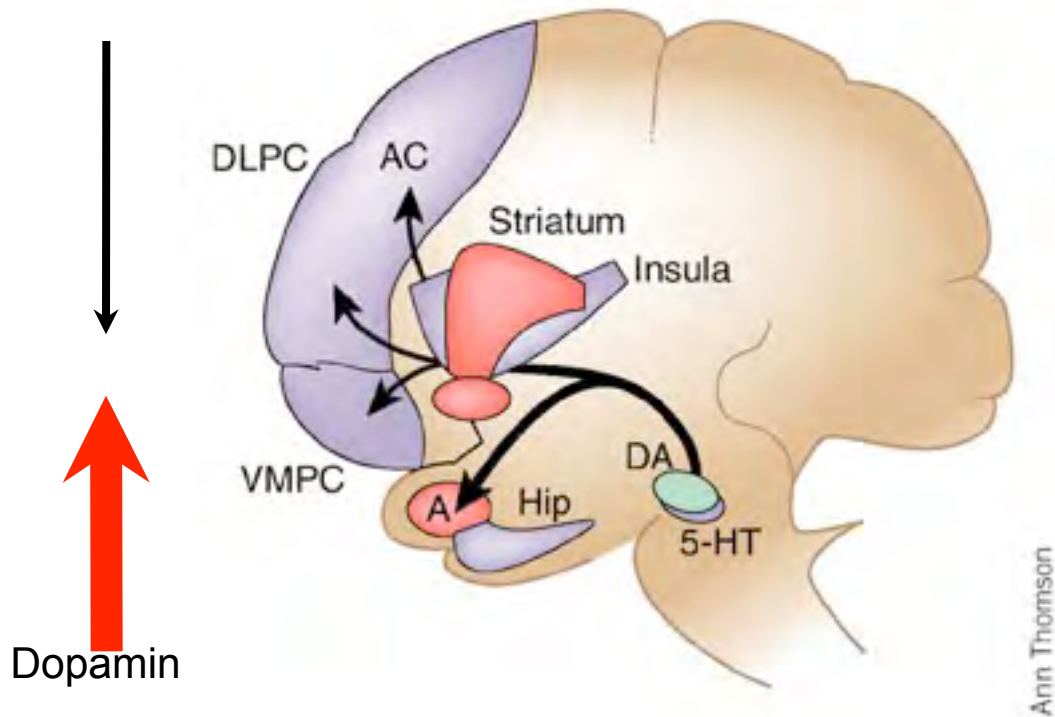


Jugendliche
normal

Bechara, 2006



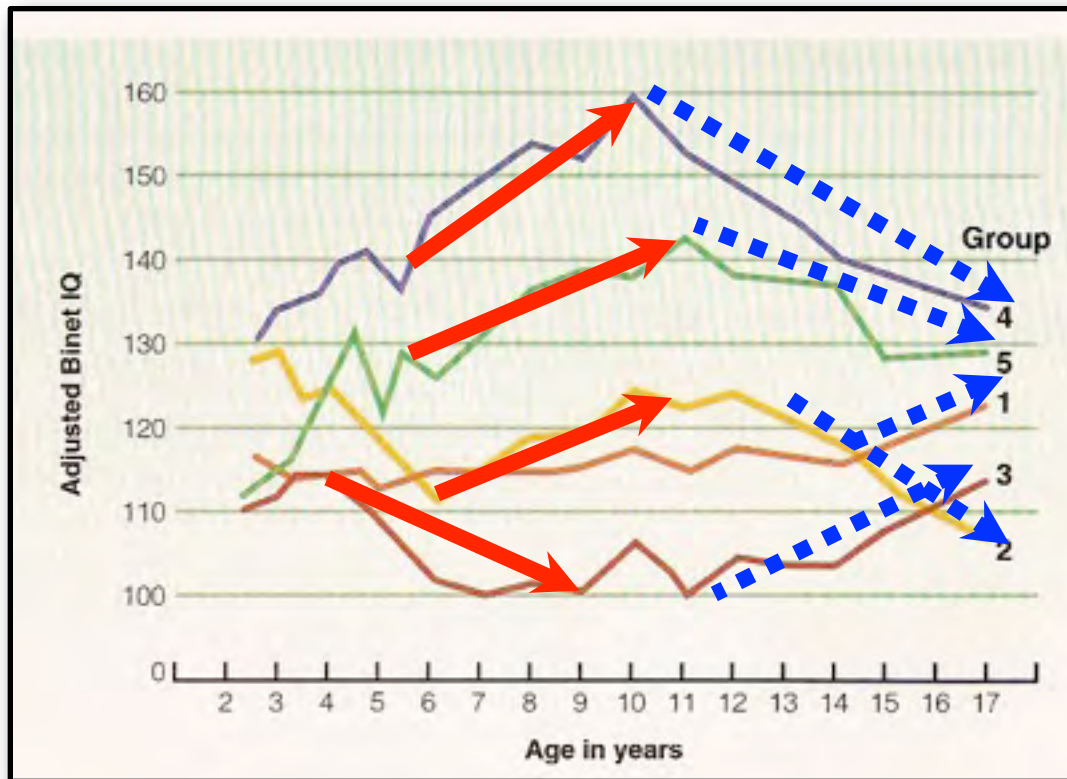
Impulskontrollsystem



Bechara, 2006



Entwicklung IQ



Die Entwicklungsverläufe des IQs sind nicht bei allen Jugendlichen gleich. Strutt et al. (1975) konnten mindestens **4 unterschiedliche** Typen herausarbeiten.

McCall et al., 1973



Flanker-Aufgabe

kongruent

SSSSS

HHHHH

inkongruent

SSHSS

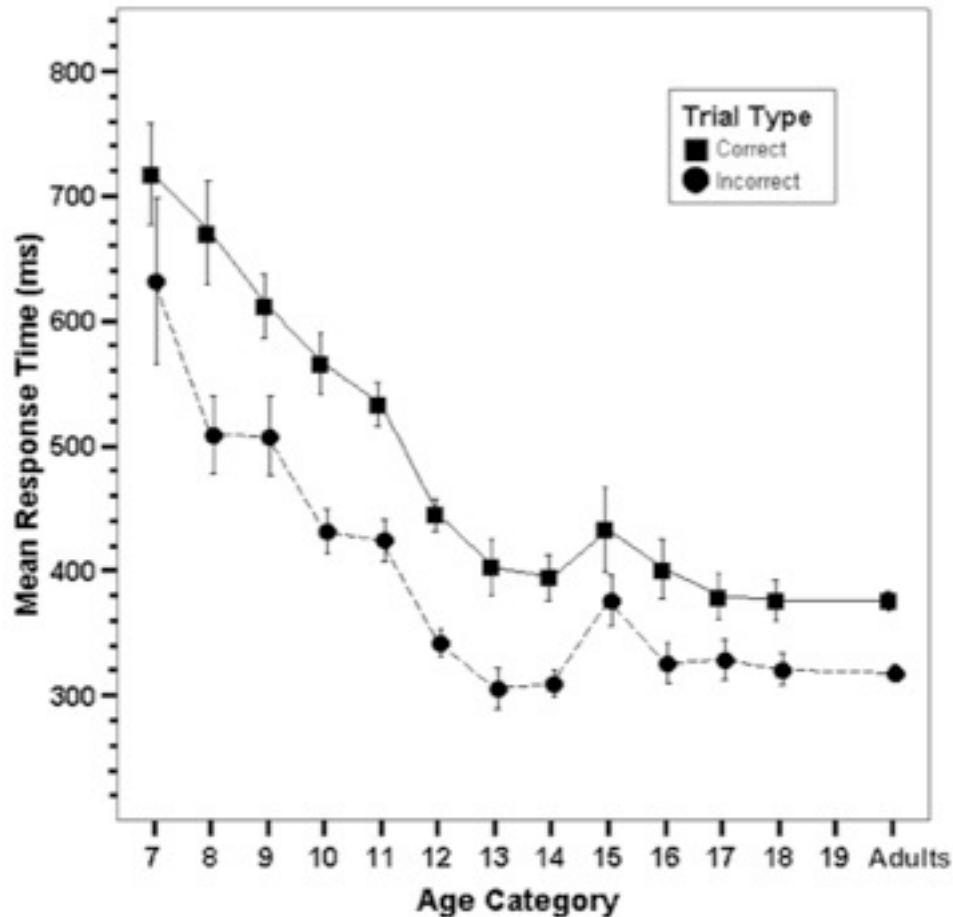
HSHHH

- Aufgabe:
 - drücke eine Reaktionstaste, wenn in der Mitte ein **S** erscheint
 - in anderer Bedingung ist das **H** der Zielreiz
 - getestet wird die **Ablenkbarkeit**



Reaktionszeiten

Flanker-Aufgabe

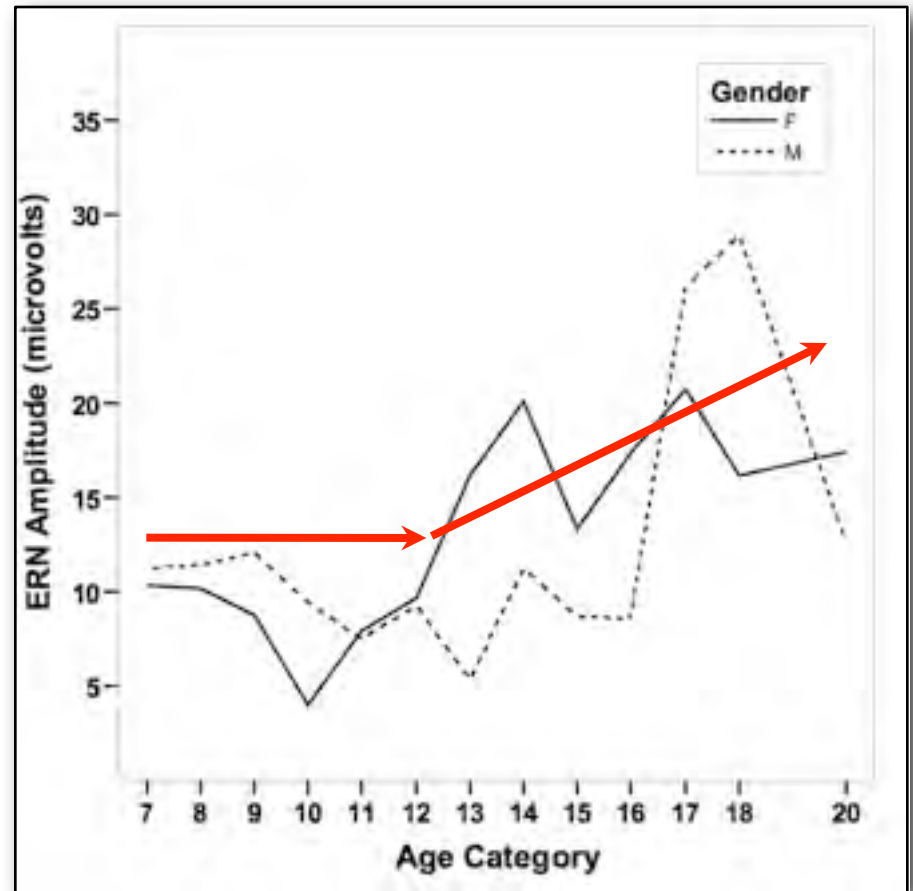
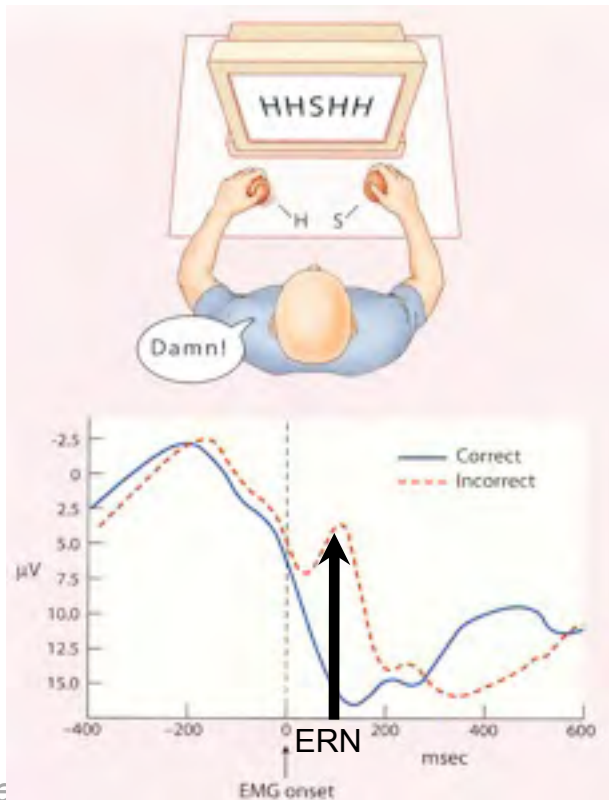


Je jünger, desto stärker sind die Kinder durch **Ablenkreize** abgelenkt!



Fehlerverarbeitung - EEG

Error-Related-Negativity ERN





Gliederung

- **Prolog**
- Anatomie und Plastizität
- Reifung - Anatomie und Funktion
- Selbstdisziplin oder IQ ?
- Gedächtnis, Lernen und das Gehirn
- Unterschiedliche Arten des Lernens
- Kann man „Intelligenz“ lernen
- **Epilog**





Die Rolle der Motivation und Selbstdisziplin





IQ oder Selbstdisziplin ?

Intercorrelations Between Academic-Performance Indicators and Composite Self-Discipline Score and IQ

Academic-performance variable	Study 1 (N = 140)	Study 2 (N = 164)		Two-tailed <i>p</i> of difference between the IQ and self-discipline correlations
	Self-discipline	Self-discipline	IQ	
First-marking-period GPA	.52***	.66***	.34***	<.001
Final GPA	.55***	.67***	.32***	<.001
Spring achievement test	.29**	.43***	.36***	n.s.
Selection to high school	.42***	.56***	.26**	<.001
School absences	-.17*	-.26**	-.07	.06
Homework hours	—	.35***	-.09	<.001
Television hours	—	-.33***	-.06	.01
Time of day homework is begun	—	-.26**	.18*	<.001

Note. GPA = grade point average.

p* < .05. *p* < .01. ****p* < .001.

Duckworth and Seligman, 2006, Psychological Science



Wie entsteht Leistung ?

Leistung = Bereitschaft x Fähigkeit x Möglichkeit

$$L = f [B \times F \times M]$$

Fähigkeit = Begabung + Lernergebnis



Gliederung

- **Prolog**
- Anatomie und Plastizität
- Reifung - Anatomie und Funktion
- Selbstdisziplin oder IQ ?
- Gedächtnis, Lernen und das Gehirn
- Unterschiedliche Arten des Lernens
- Kann man „Intelligenz“ lernen
- **Epilog**





Gliederung

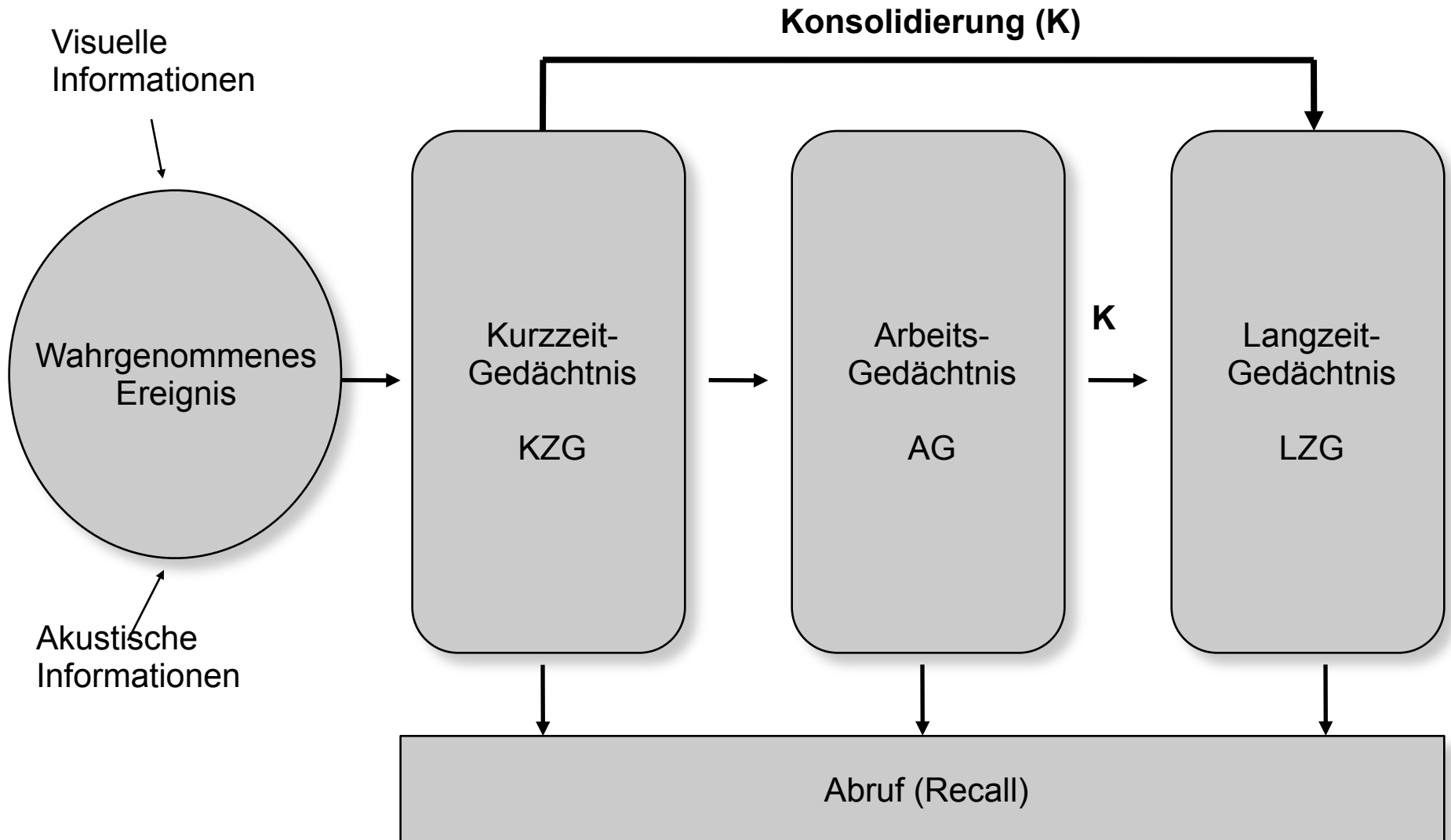
- **Prolog**
 - Anatomie und Plastizität
 - Reifung - Anatomie und Funktion
 - Selbstdisziplin oder IQ ?
 - **Gedächtnis, Lernen und das Gehirn**
 - Unterschiedliche Arten des Lernens
 - Epilog
- **Struktur des Gedächtnis**
 - **Anatomie des Gedächtnis**
 - **Neurophysiologische Prinzipien**
 - **Repräsentation des Gedächtnis**
 - **Alltagsgedächtnis - Beispiele**
 - **Lernprinzipien**



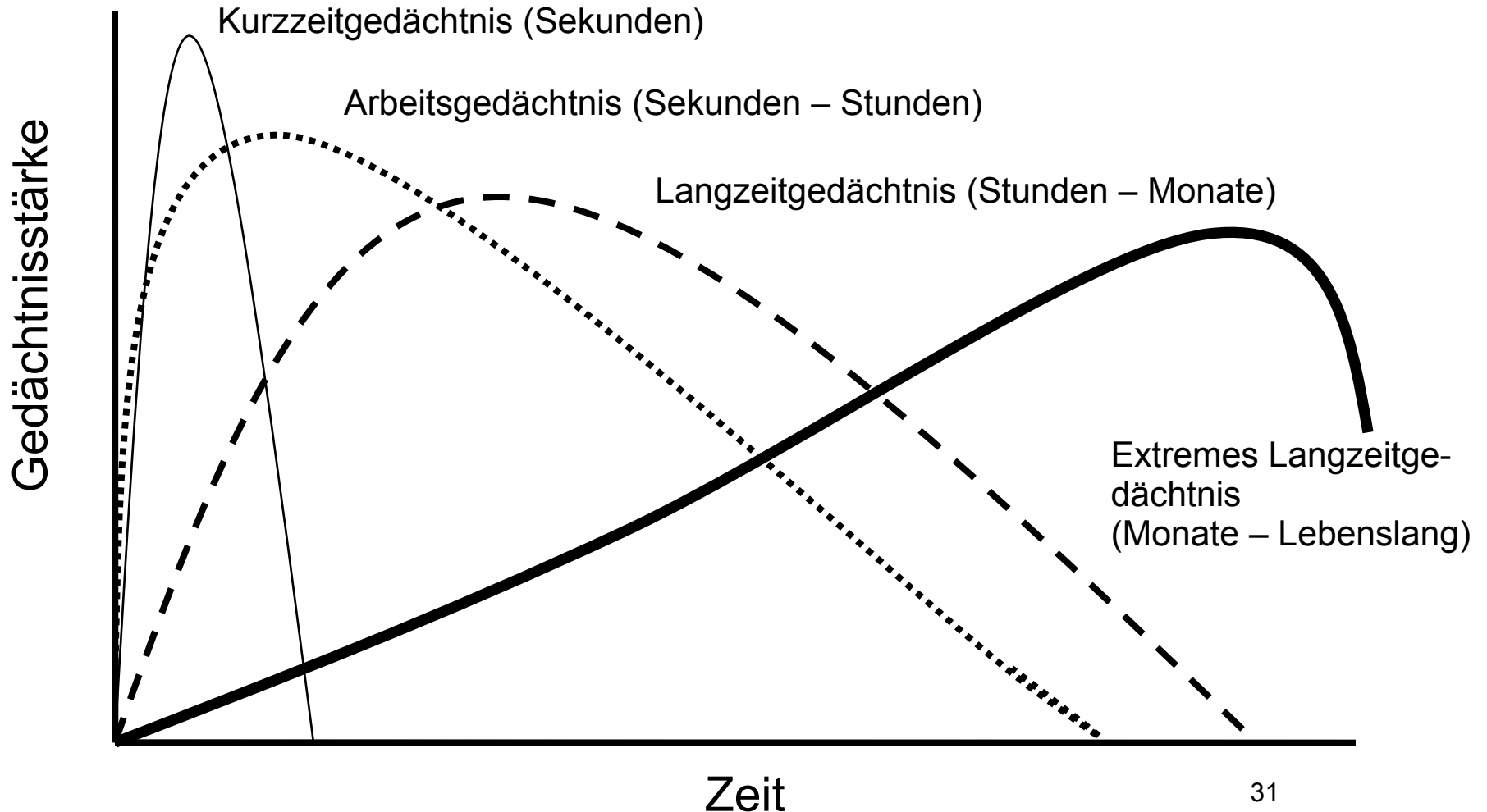
Gliederung

- **Prolog**
- Anatomie und Plastizität
- Reifung - Anatomie und Funktion
- Selbstdisziplin oder IQ ?
- **Gedächtnis, Lernen und das Gehirn**
- Unterschiedliche Arten des Lernens
- Epilog
- **Struktur des Gedächtnis**
- Anatomie des Gedächtnis
- Neurophysiologische Prinzipien
- Repräsentation des Gedächtnis
- Alltagsgedächtnis - Beispiele
- Lernprinzipien

Speichern von expliziten Informationen

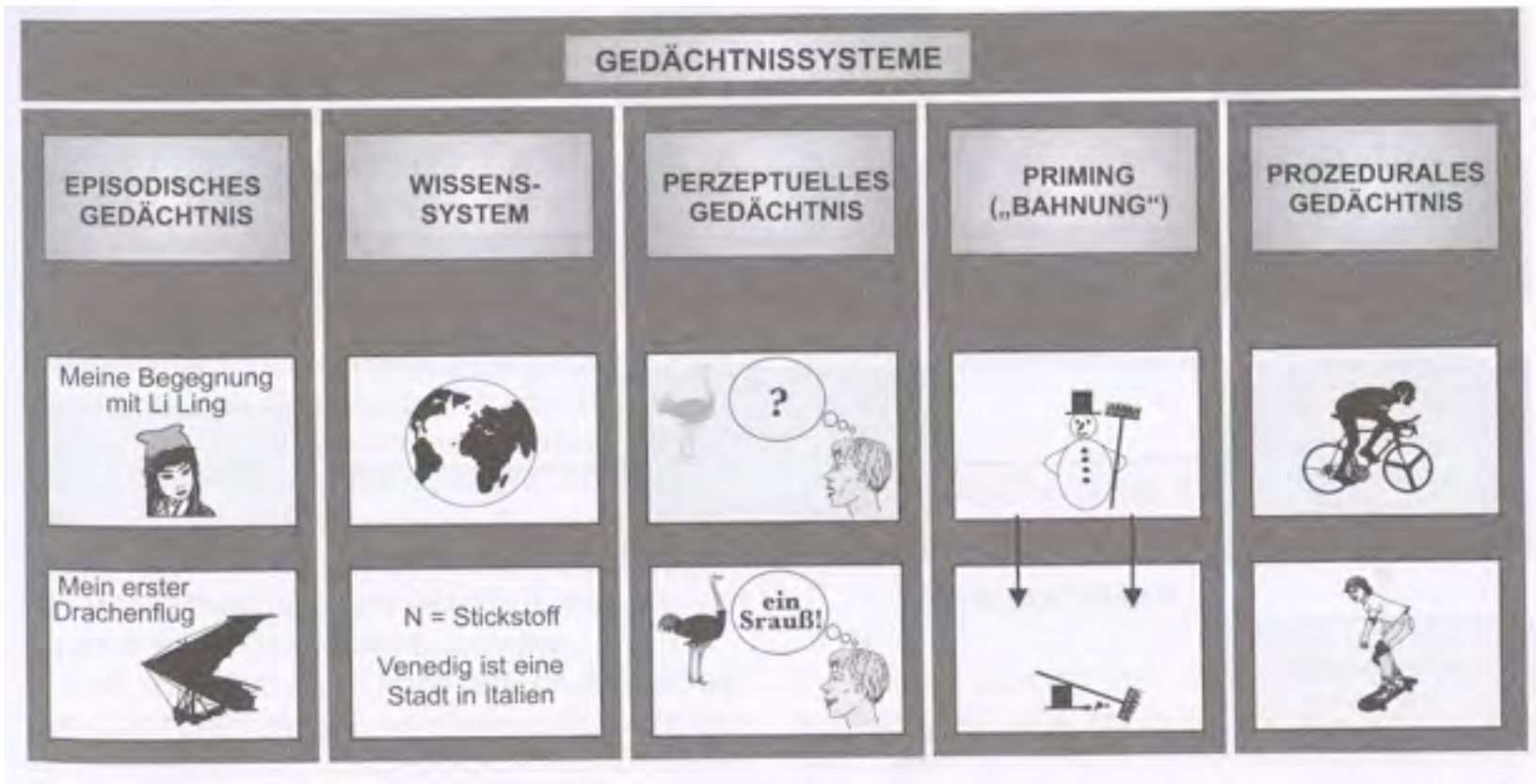


Zeitabhängige Speicherung





Gedächtnissysteme



bewusst

bewusst
unbewusst

unbewusst



Gliederung

- Prolog
 - Anatomie und Plastizität
 - Reifung - Anatomie und Funktion
 - Selbstdisziplin oder IQ ?
 - **Gedächtnis, Lernen und das Gehirn**
 - Unterschiedliche Arten des Lernens
 - Epilog
- **Struktur des Gedächtnis**
 - **Anatomie des Gedächtnis**
 - Neurophysiologische Prinzipien
 - Repräsentation des Gedächtnis
 - Alltagsgedächtnis - Beispiele
 - Lernprinzipien

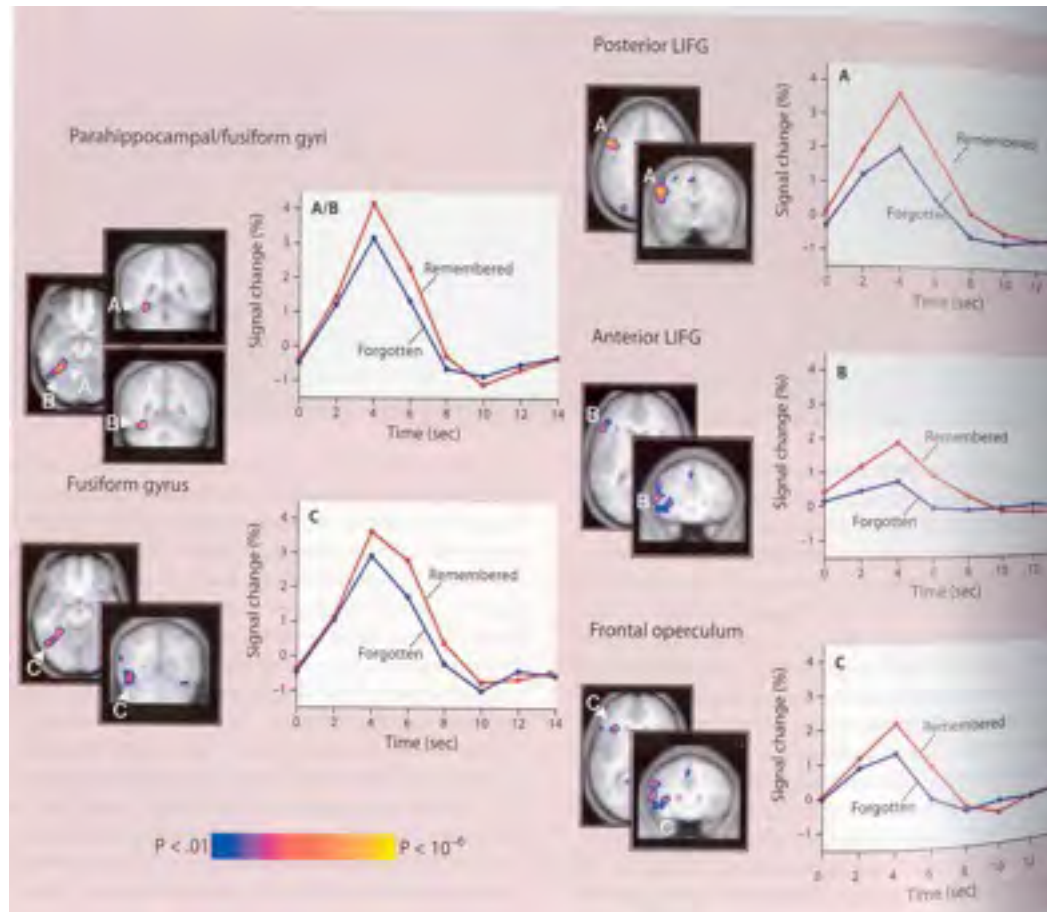


Gliederung

- Prolog
 - Anatomie und Plastizität
 - Reifung - Anatomie und Funktion
 - Selbstdisziplin oder IQ ?
 - **Gedächtnis, Lernen und das Gehirn**
 - Unterschiedliche Arten des Lernens
 - Epilog
- **Struktur des Gedächtnis**
 - **Anatomie des Gedächtnis**
 - **Neurophysiologische Prinzipien**
 - Repräsentation des Gedächtnis
 - Alltagsgedächtnis - Beispiele
 - Lernprinzipien

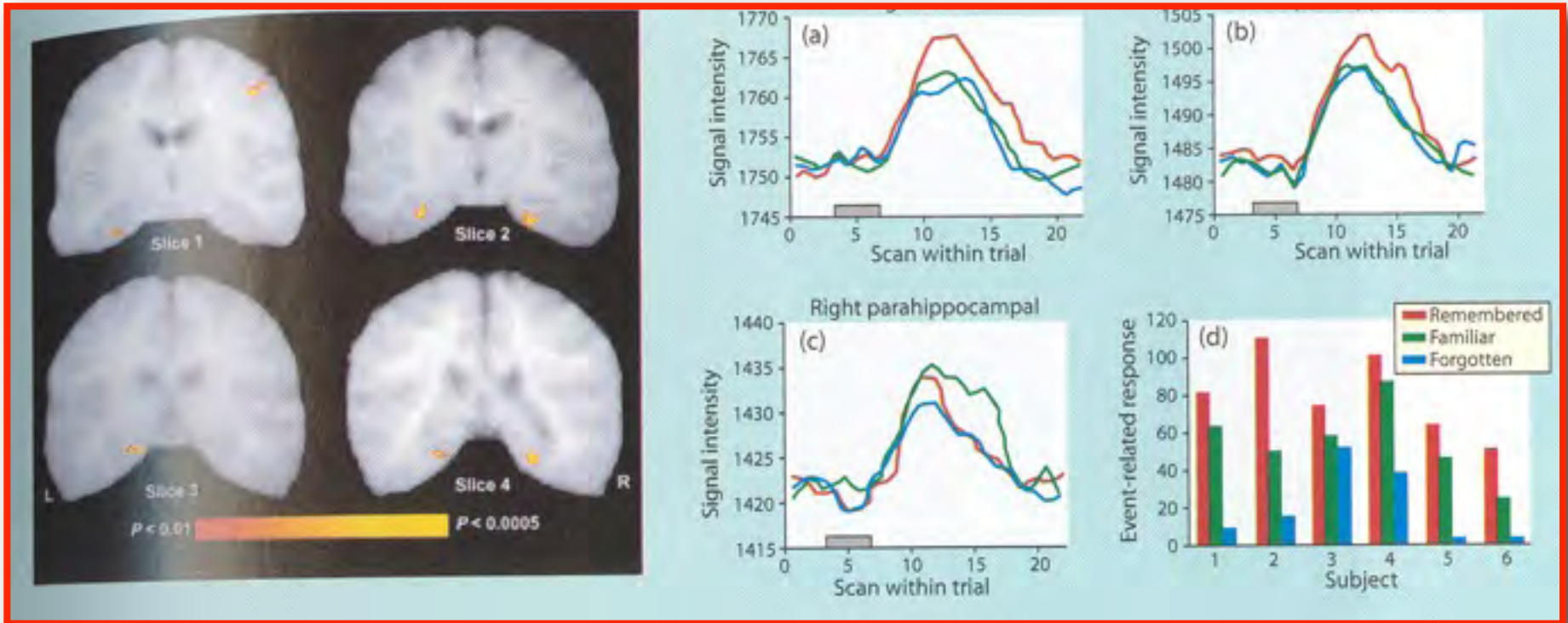


Neuronale Aktivität und Vergessen



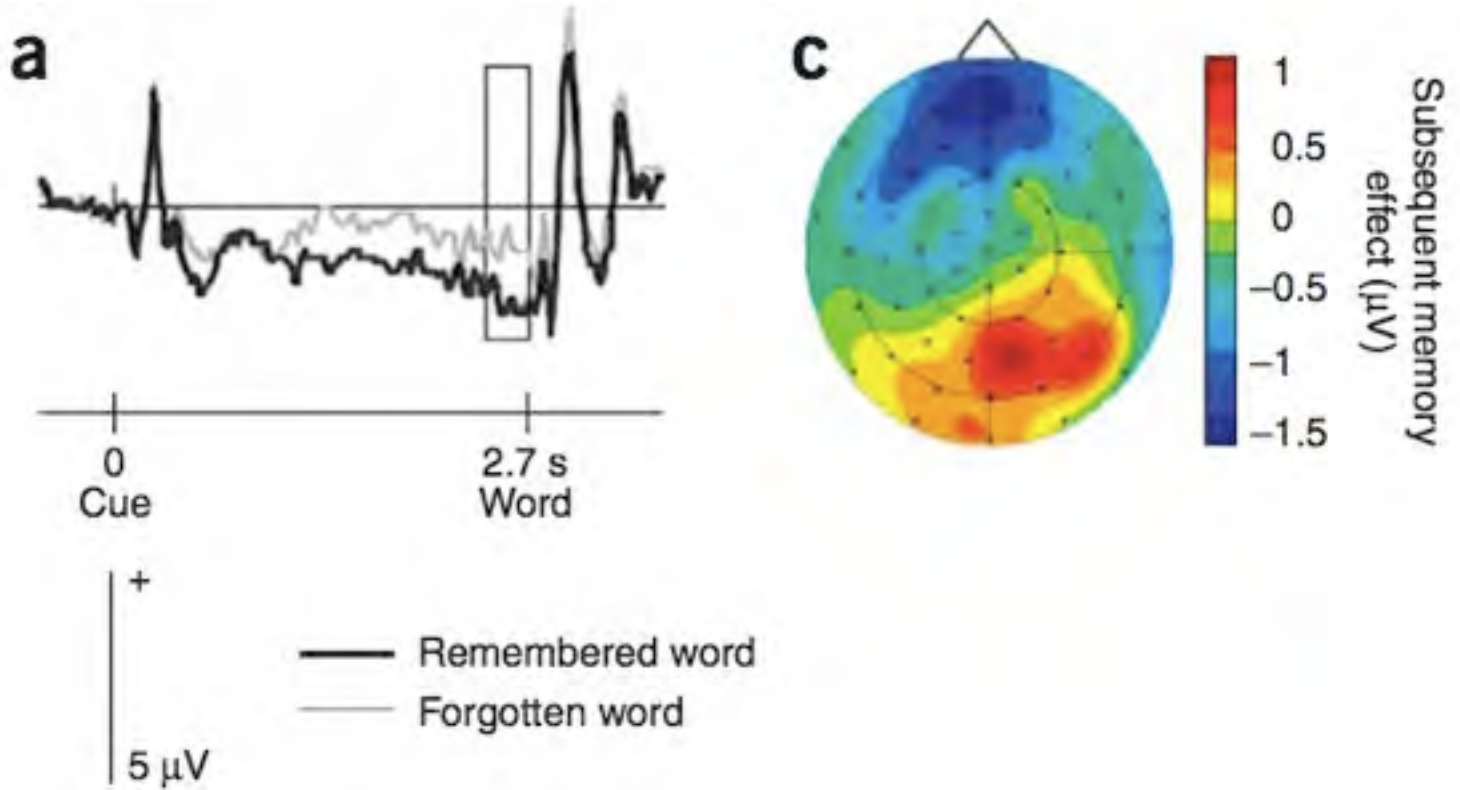


Erinnern - Vertrautheit - Vergessen





Die Bedeutung von Hinweisreizen

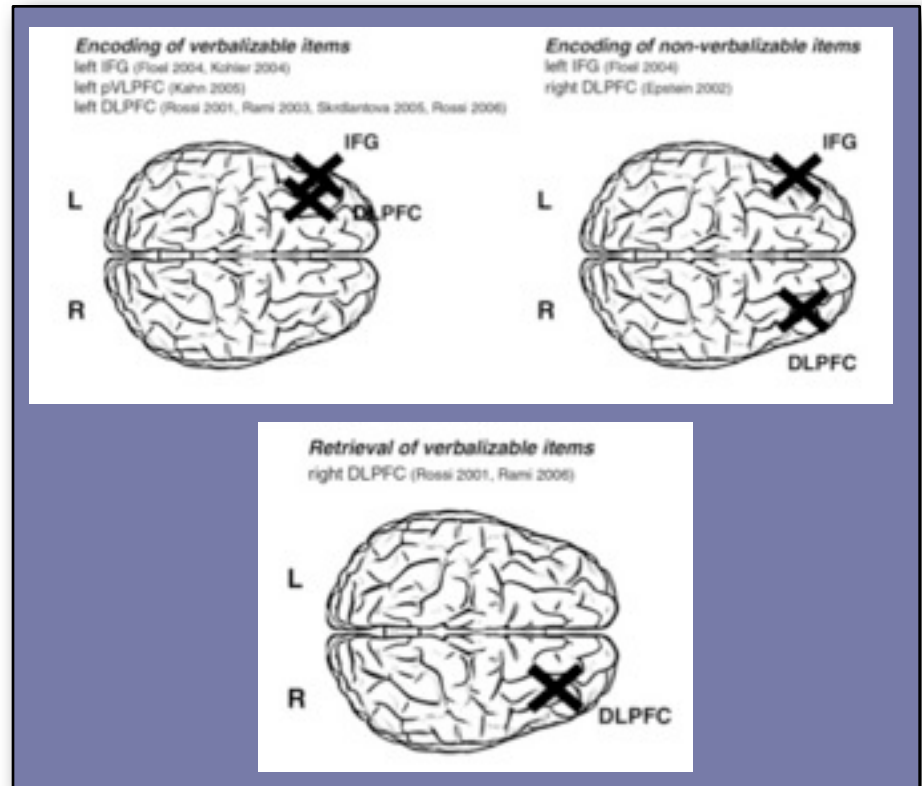
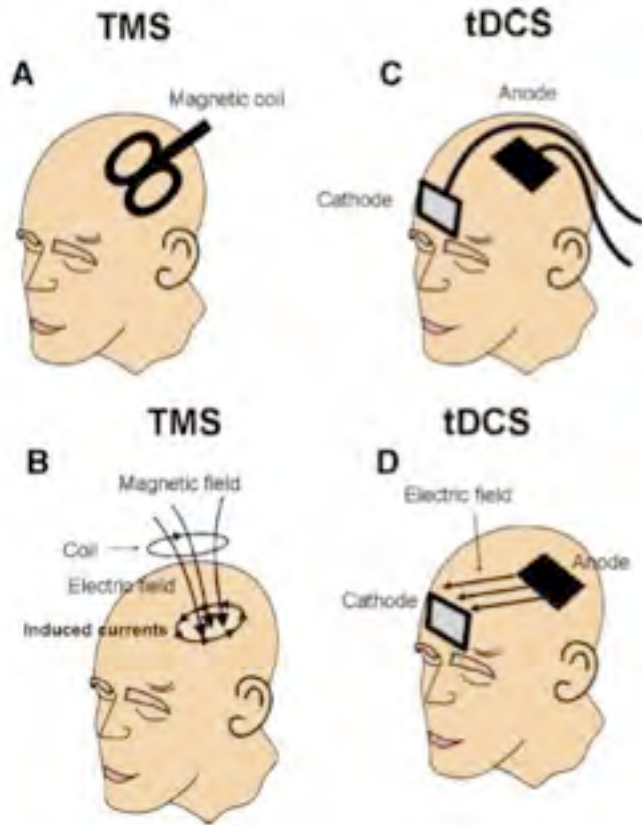


Otten et al. 2006



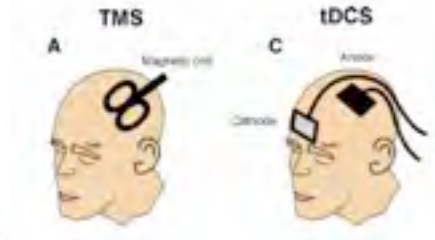
Beeinflussung des Gehirns - TMS und tDCS

Steigerung der Lern- und Abruflistung

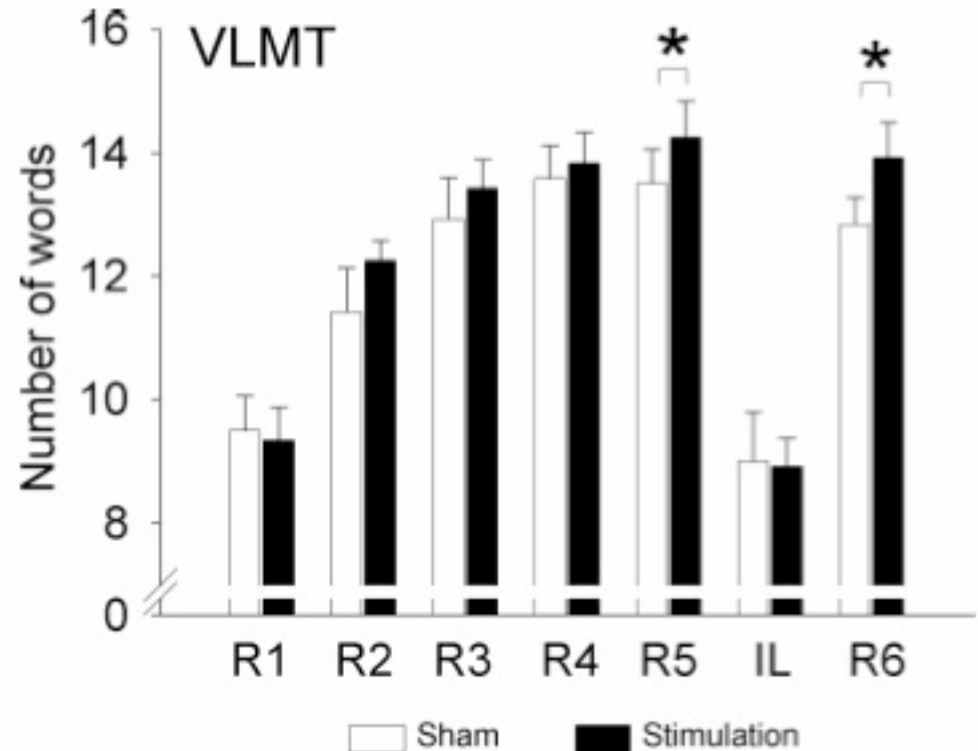
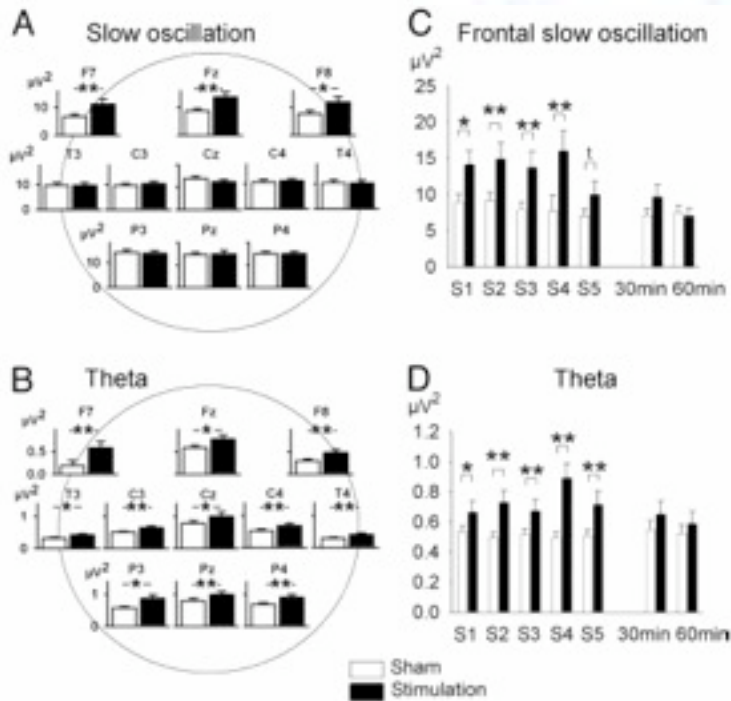




Spezifische Hirnaktivität



verbaler Gedächtnistest





fire together wire together



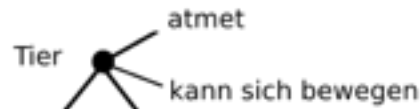
Gliederung

- Prolog
 - Anatomie und Plastizität
 - Reifung - Anatomie und Funktion
 - Selbstdisziplin oder IQ ?
 - **Gedächtnis, Lernen und das Gehirn**
 - Unterschiedliche Arten des Lernens
 - Epilog
- **Struktur des Gedächtnis**
 - **Anatomie des Gedächtnis**
 - **Neurophysiologische Prinzipien**
 - **Repräsentation des Gedächtnis**
 - **Alltagsgedächtnis - Beispiele**
 - **Lernprinzipien**



Semantisches Netzwerk

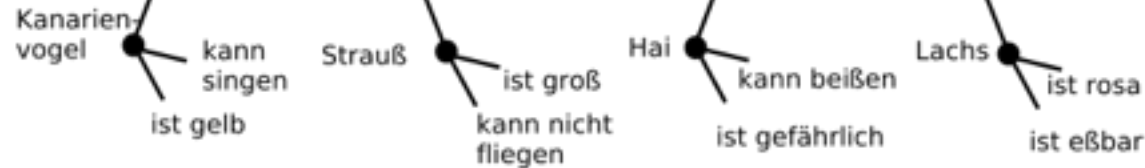
Ebene 1



Ebene 2

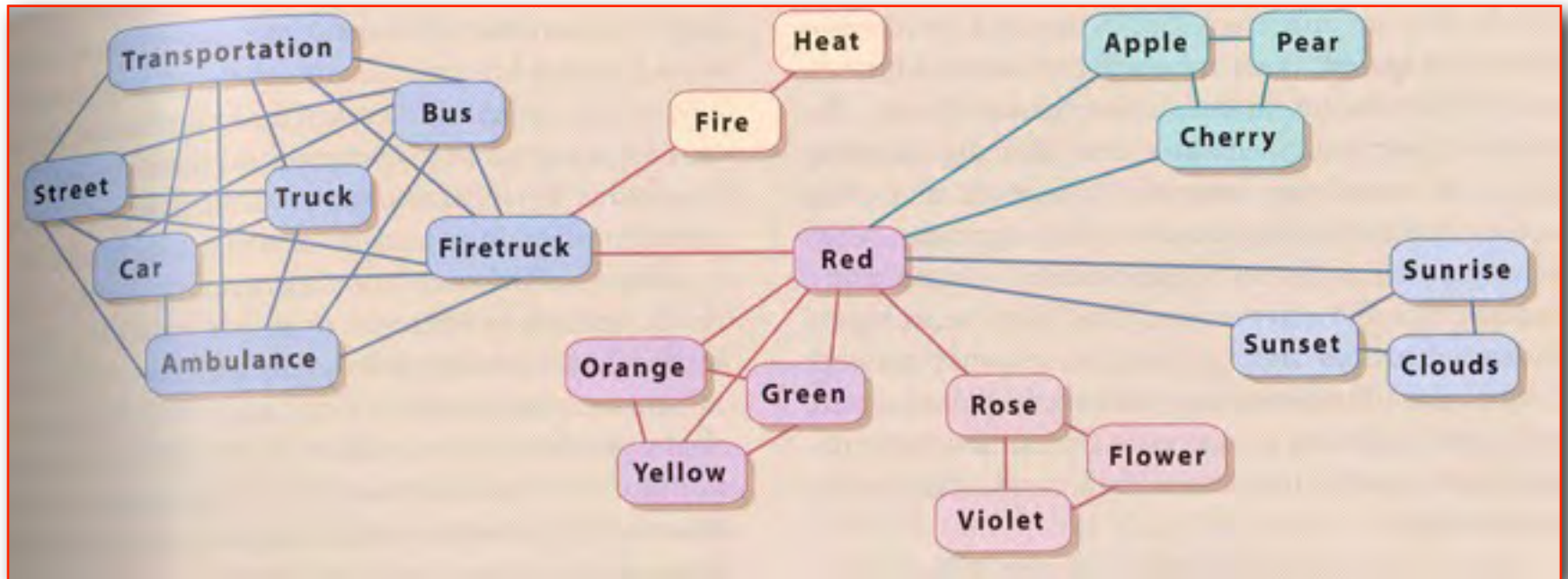


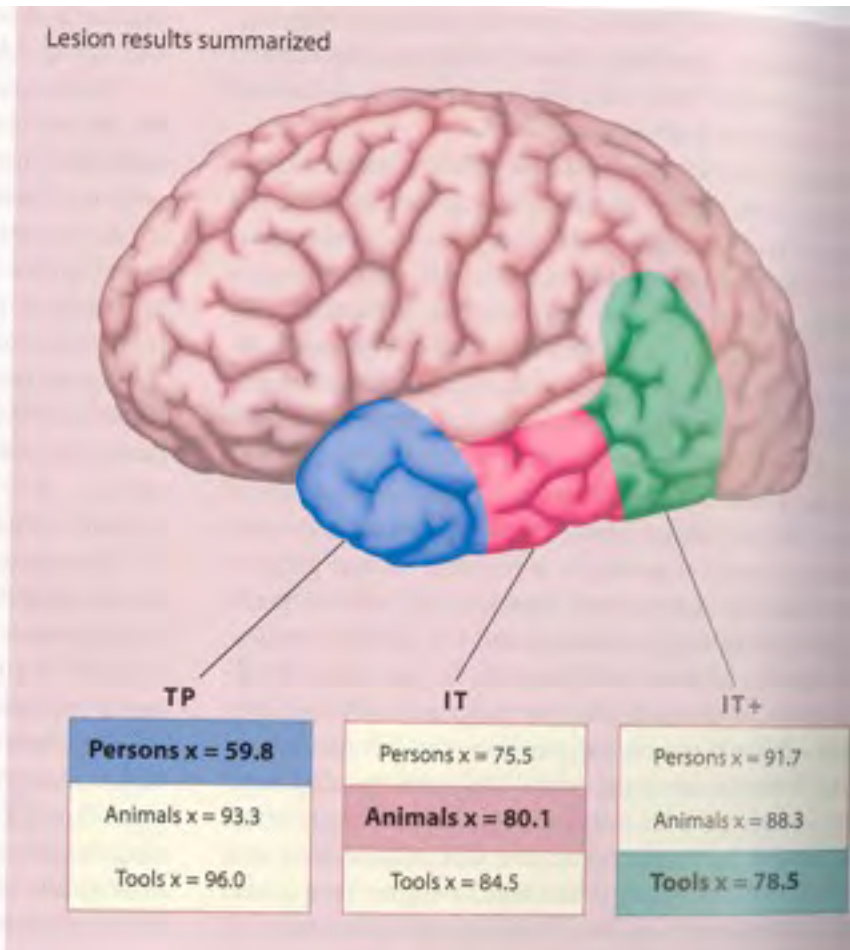
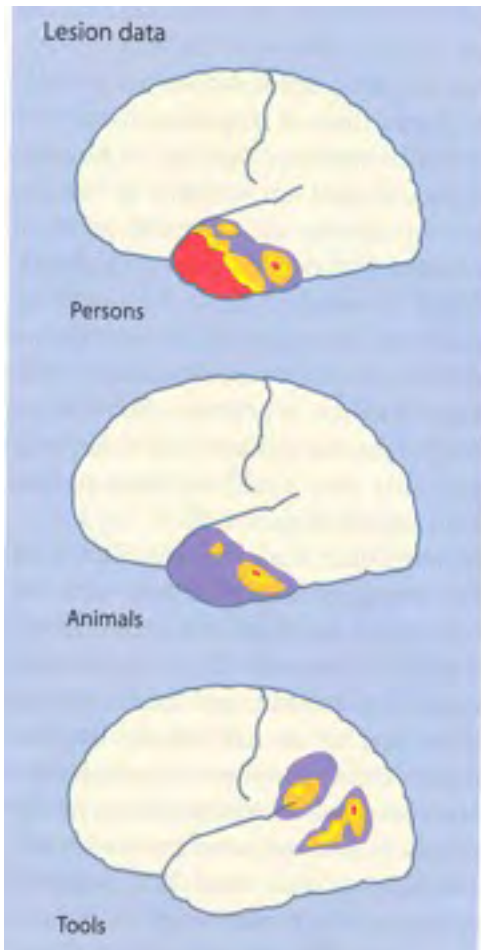
Ebene 3





Semantisches Netzwerk





Prototypengedächtnis

Properties	Robin	Bluebird	Swallow	Starling	Vulture
Flies	+	+	+	+	+
Sings	+	+	+	+	-
Lays eggs	+	+	+	-	-
Is small	+	+	+	+	-
Nests in trees	+	+	+	+	+
Eats insects	+	+	+	+	-
Similarity to bird	$6 - 0 = 6$	$6 - 0 = 6$	$6 - 0 = 6$	$5 - 1 = 4$	$2 - 4 = -2$
Properties	Sandpiper	Chicken	Flamingo	Penguin	Bird
Flies	+	-	-	-	+
Sings	+	-	-	-	+
Lays eggs	+	+	-	+	+
Is small	+	-	-	-	+
Nests in trees	-	-	-	-	+
Eats insects	+	-	-	-	+
Similarity to bird	$5 - 1 = 4$	$1 - 5 = -4$	$0 - 6 = -6$	$1 - 5 = -4$	



Gliederung

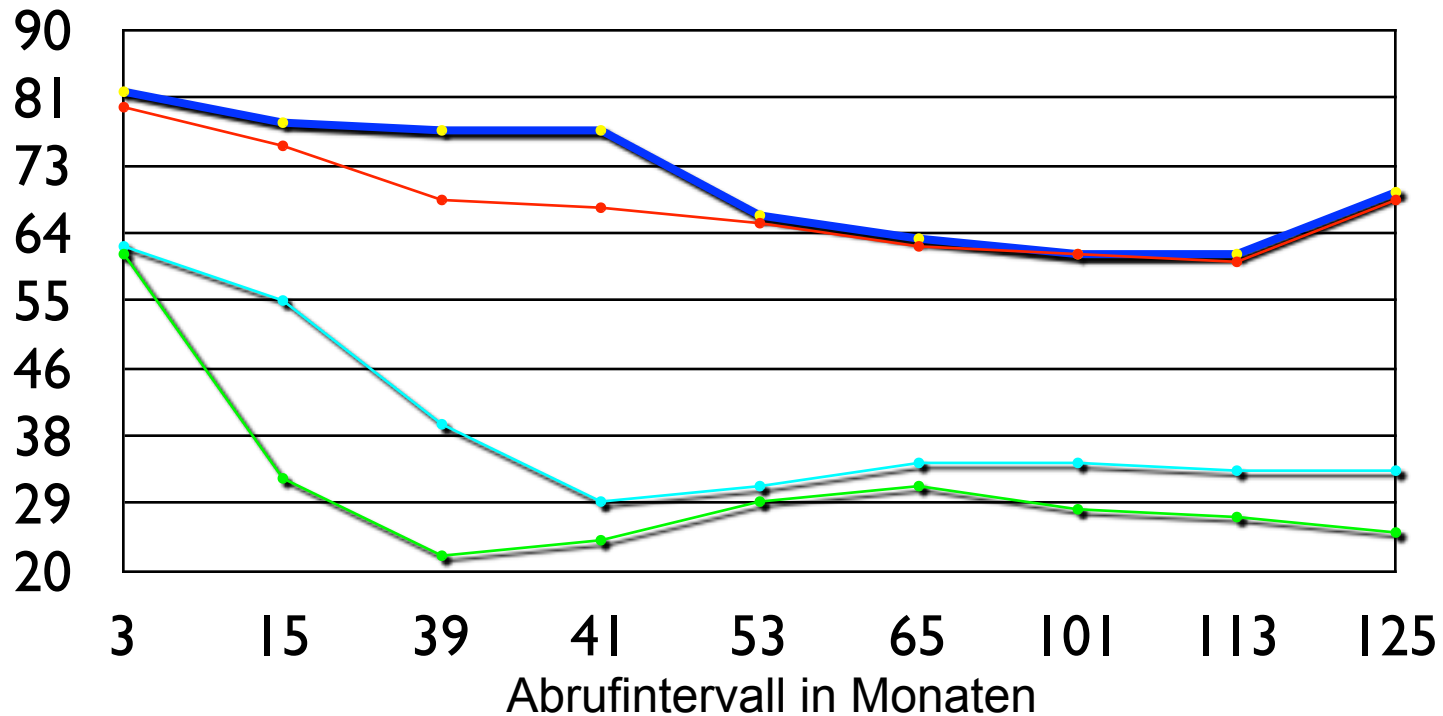
- Prolog
 - Anatomie und Plastizität
 - Reifung - Anatomie und Funktion
 - Selbstdisziplin oder IQ ?
 - **Gedächtnis, Lernen und das Gehirn**
 - Unterschiedliche Arten des Lernens
 - Epilog
- **Struktur des Gedächtnis**
 - **Anatomie des Gedächtnis**
 - **Neurophysiologische Prinzipien**
 - **Repräsentation des Gedächtnis**
 - **Alltagsgedächtnis - Beispiele**
 - Lernprinzipien



Kenntnisse von ehemaligen Psychologiestudenten

● Namen ● Konzepte
● Namen ● Konzepte

Wiedererkennen
Recall





Kenntnisse von ehemaligen Psychologiestudenten

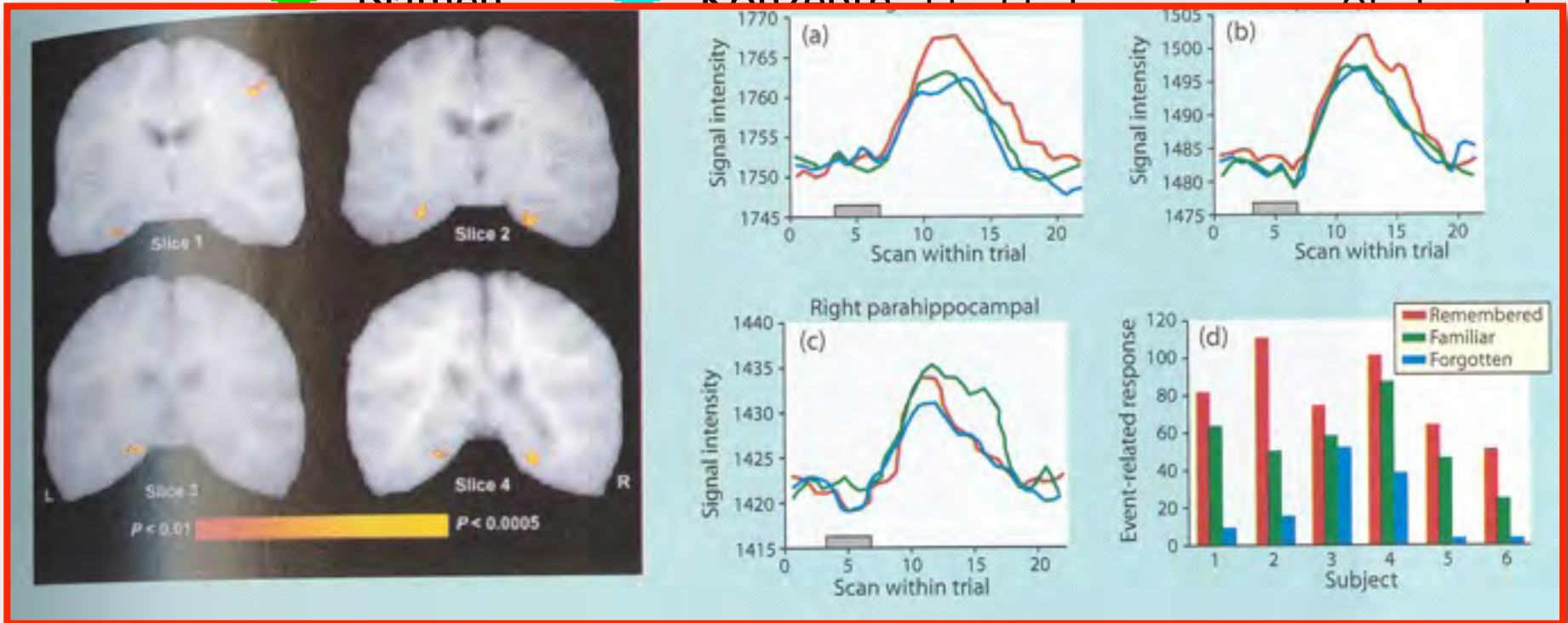
● Namen

● Konzepte

● Namen

● Konzepte

gute Lerner - viel Studierzeit



3 15 39 41 53 65 101 113 125
 Abrufintervall in Monaten



Gliederung

- Prolog
 - Anatomie und Plastizität
 - Reifung - Anatomie und Funktion
 - Selbstdisziplin oder IQ ?
 - **Gedächtnis, Lernen und das Gehirn**
 - Unterschiedliche Arten des Lernens
 - Epilog
- **Struktur des Gedächtnis**
 - **Anatomie des Gedächtnis**
 - **Neurophysiologische Prinzipien**
 - **Repräsentation des Gedächtnis**
 - **Alltagsgedächtnis - Beispiele**
 - **Lernprinzipien**



Faktoren, die das Gedächtnisleistung beeinflussen

- Abrufintervall
- Menge des zu lernenden Materials
- Position des Lernmaterials in der Lernserie
- **Tiefe der Verarbeitung**
- **Studierzeit**
- **Enkodierspezifität**
- **Unverwechselbarkeit**
- Testmethode

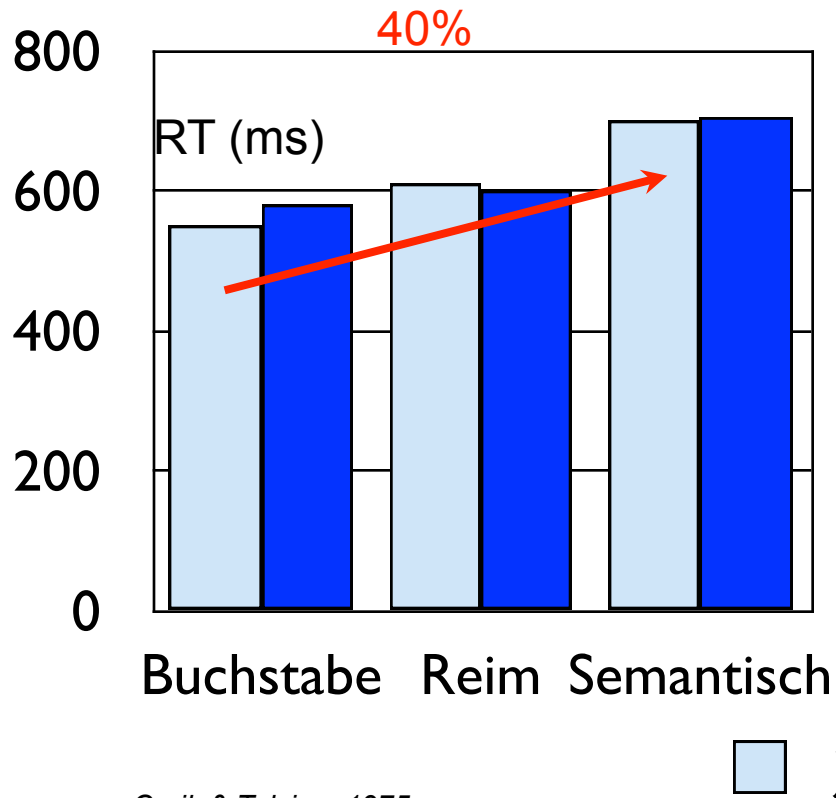


Tiefe der Verarbeitung

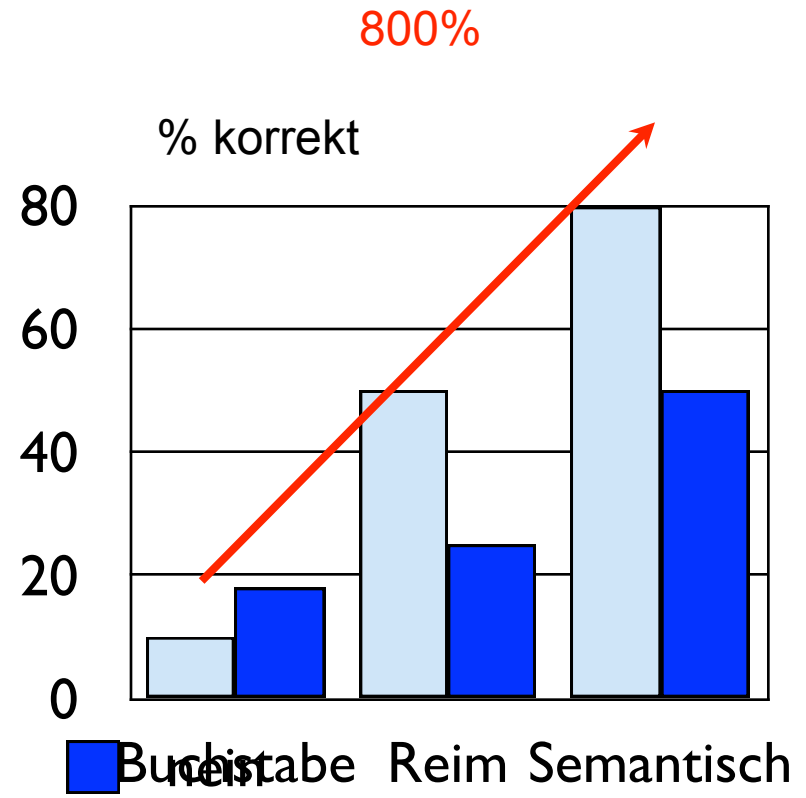
- Lernen von Wortlisten
- 3 Bedingungen
 - **Buchstabe**
 - Ist das Wort in Grossbuchstaben geschrieben?
 - **Phonetisch/Reime**
 - Reimt sich das Wort mit dem Wort „Fest“?
 - **Semantisch**
 - Passt das Wort in den Satz:
 - „Er traf den in der Strasse“.



Tiefe der Verarbeitung

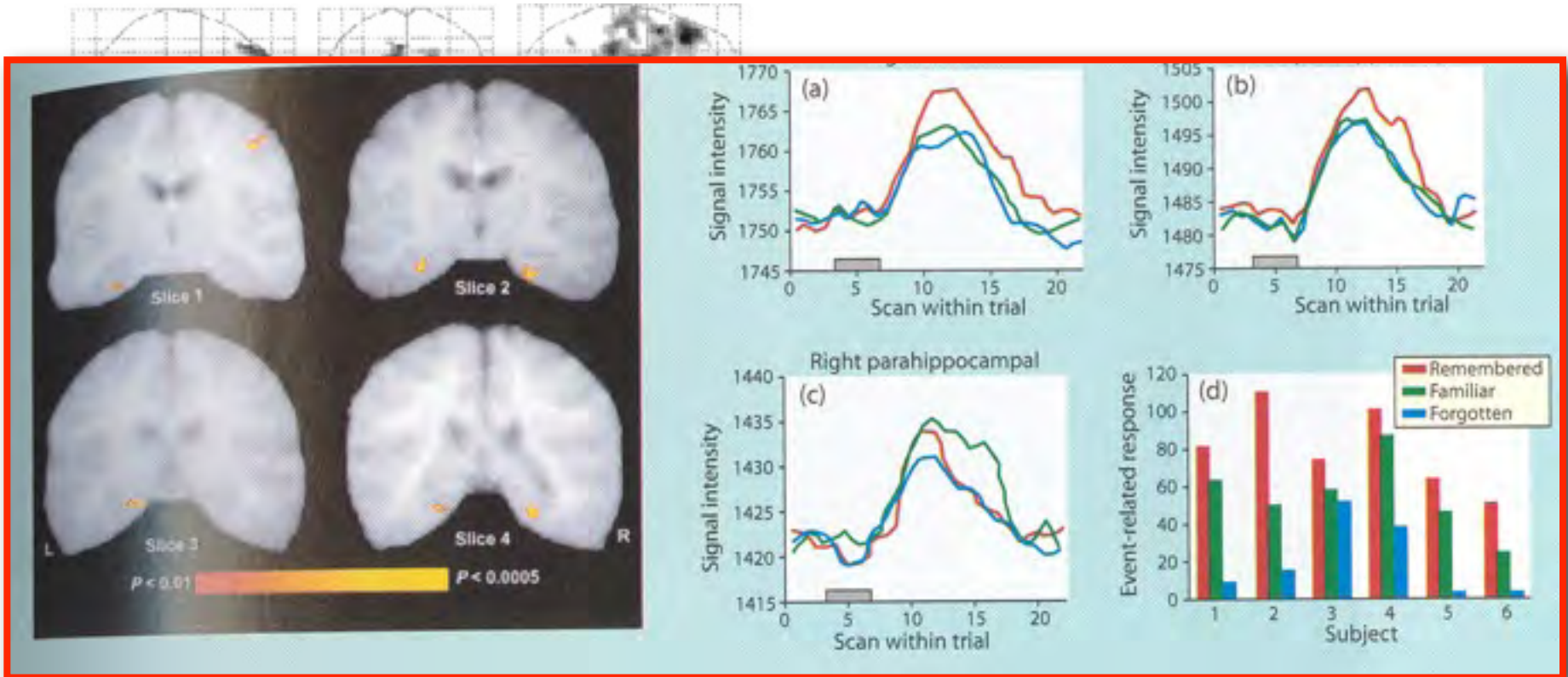


Craik & Tulving, 1975





Tiefe der Verarbeitung

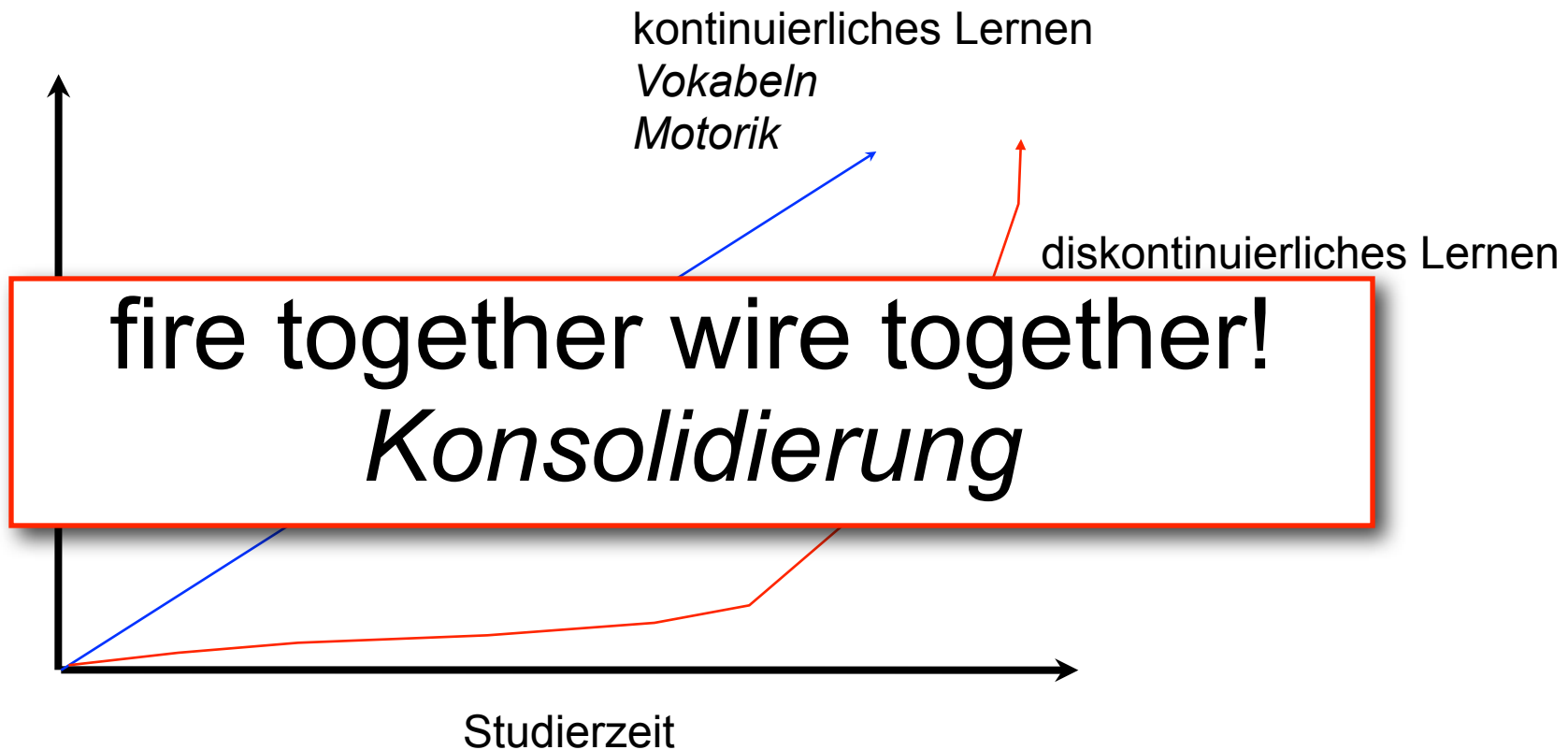


Otten *et al.*, 2001

$y = -15$

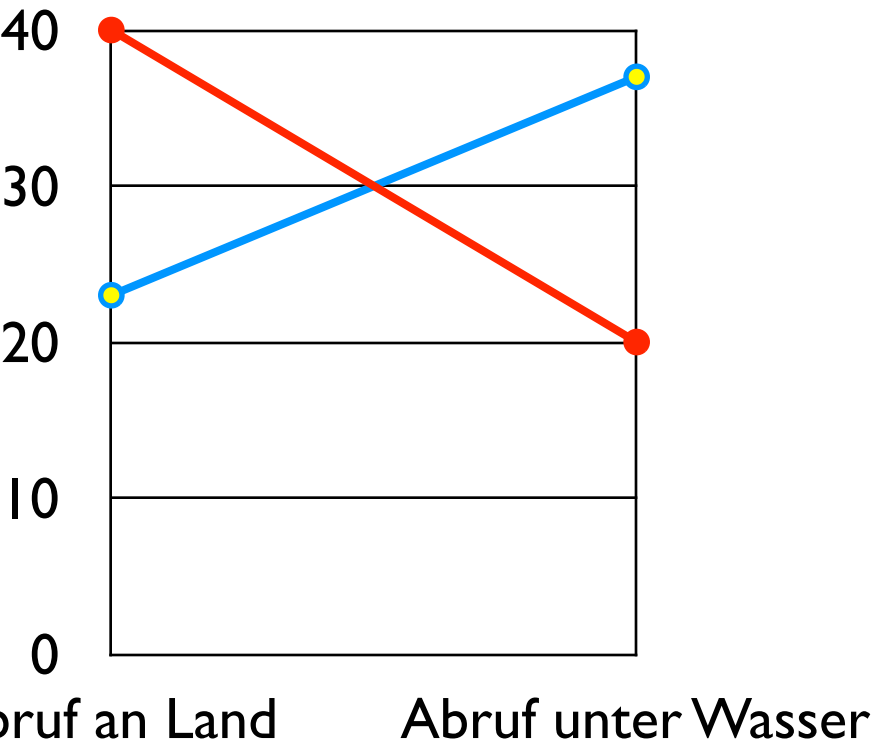


Studierzeit





Enkodier-Spezifität



- gelernt an Land
- gelernt unter Wasser

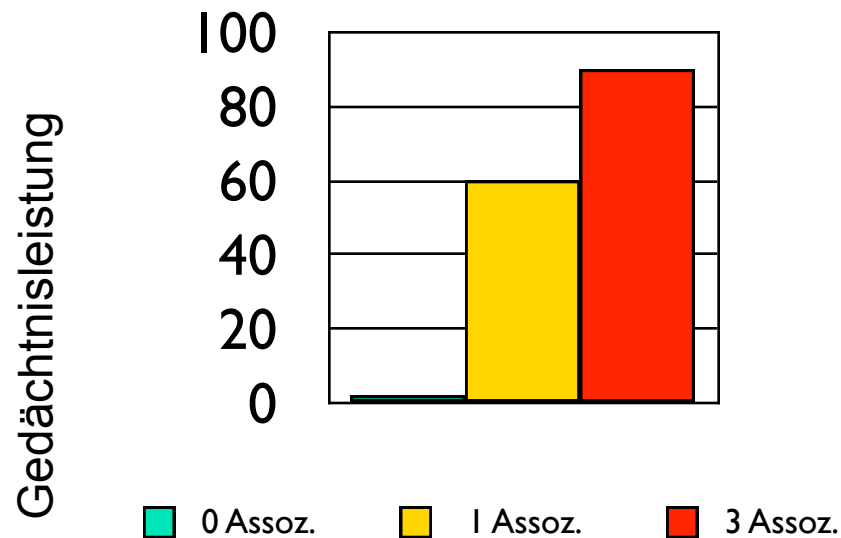
Godden und Baddeley, 1975



Unverwechselbarkeit - Bedeutsamkeit

Vps lernen Liste mit 600 Wörtern → bei normalem Recall 30-50 Wörter erinnert-

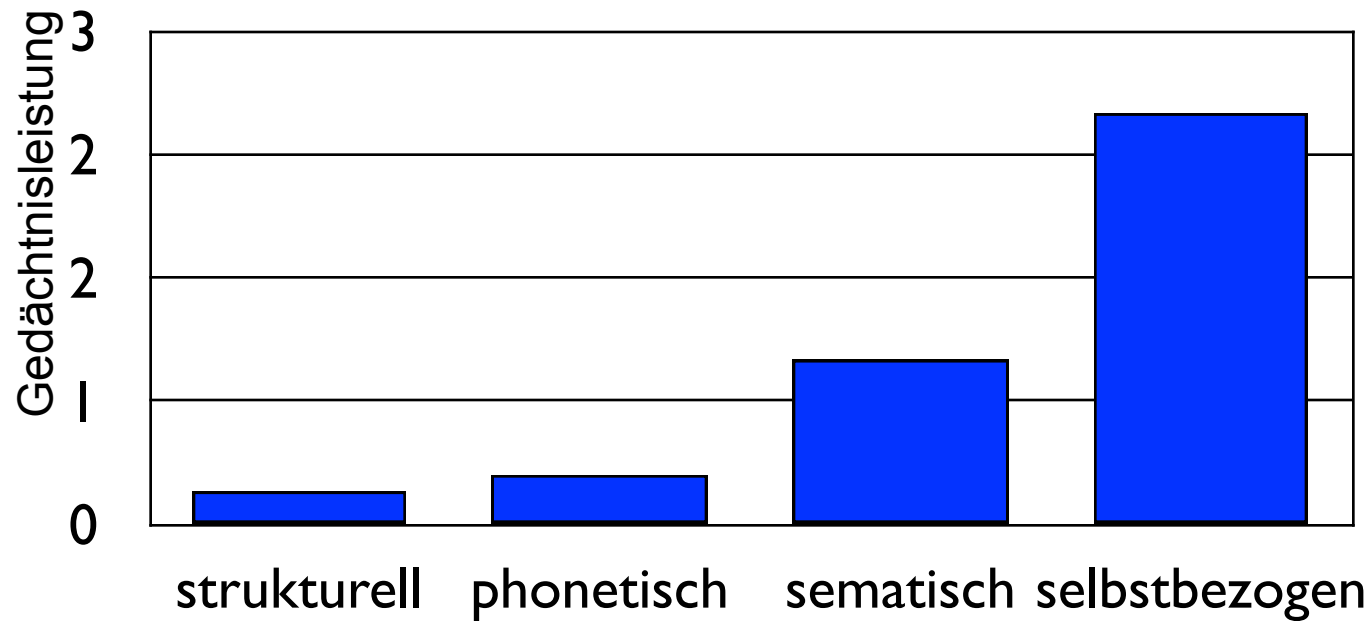
Wenn individuelle Assoziationen gefordert werden, nimmt die Lernleistung dramatisch zu.



Mäntylä 1986

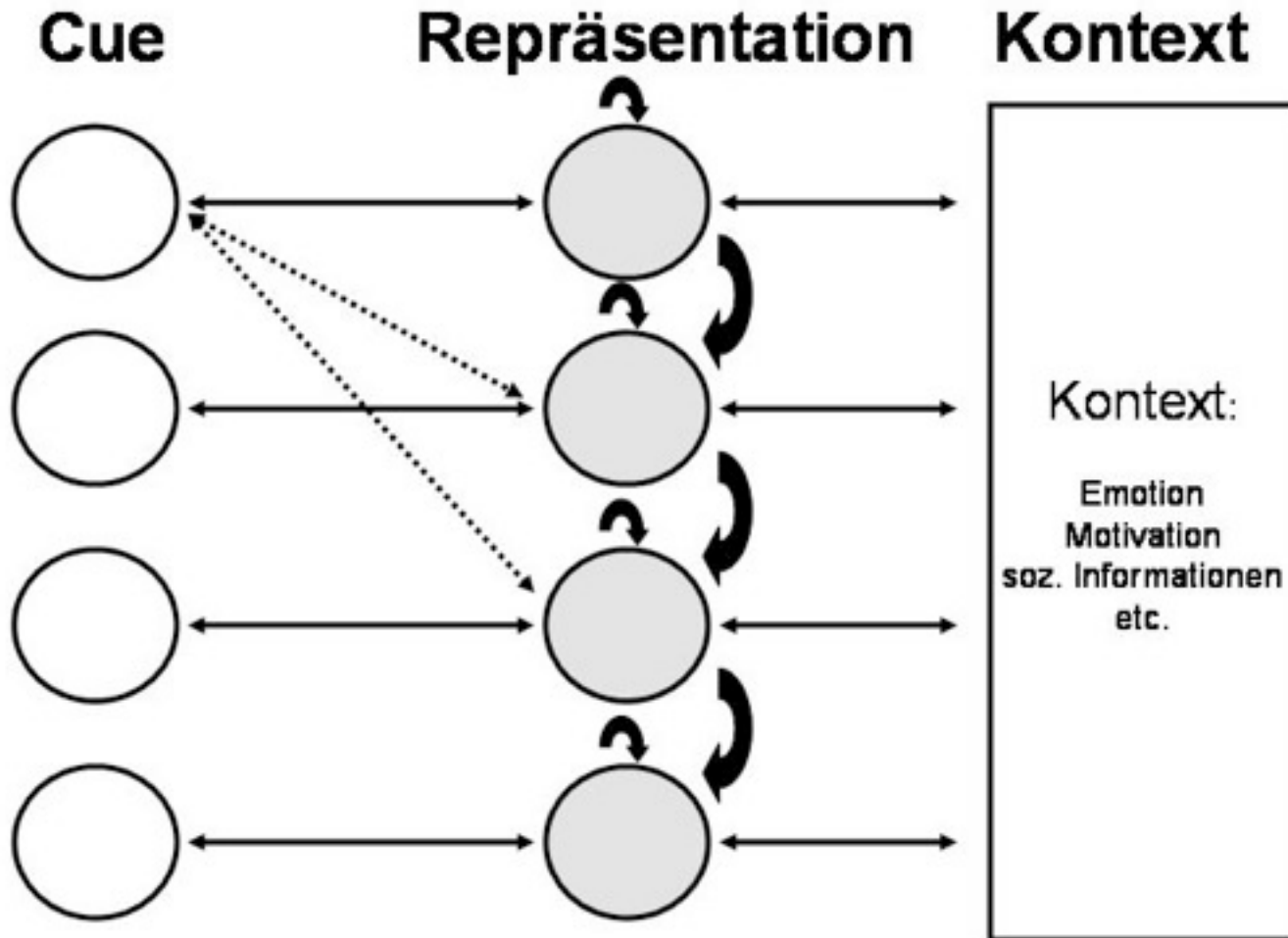


Unverwechselbarkeit - Bedeutsamkeit



Model des Gedächtnissystems

Wissensstruktur (Retrieval structure)





Gliederung

- **Prolog**
- Anatomie und Plastizität
- Reifung - Anatomie und Funktion
- Selbstdisziplin oder IQ ?
- **Gedächtnis, Lernen und das Gehirn**
- Unterschiedliche Arten des Lernens
- Epilog
- **Struktur des Gedächtnis**
- **Anatomie des Gedächtnis**
- **Neurophysiologische Prinzipien**
- **Repräsentation des Gedächtnis**
- **Alltagsgedächtnis - Beispiele**
- **Lernprinzipien**

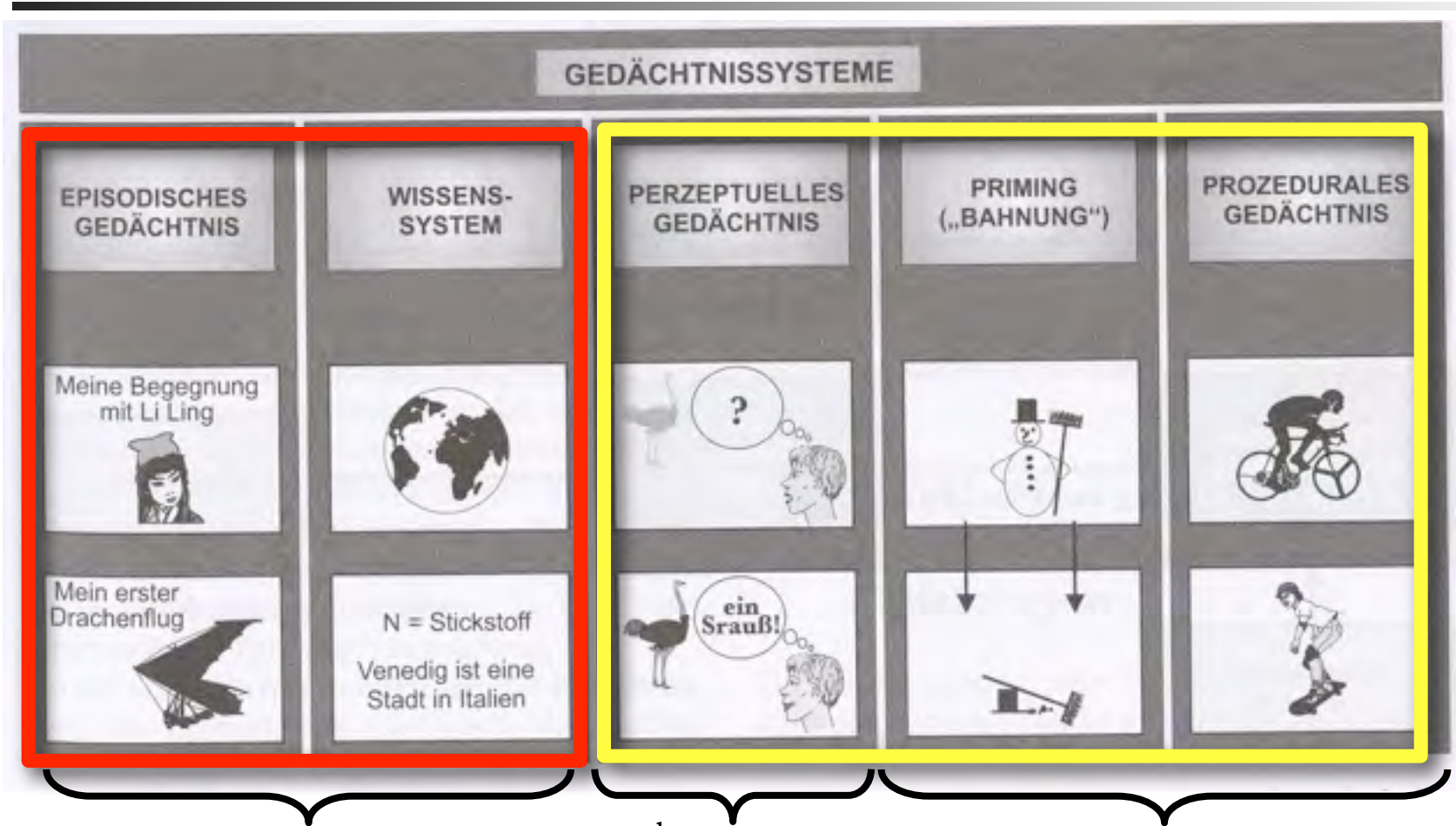


Gliederung

- **Prolog**
- Anatomie und Plastizität
- Reifung - Anatomie und Funktion
- Selbstdisziplin oder IQ ?
- Gedächtnis, Lernen und das Gehirn
- Unterschiedliche Arten des Lernens
- Kann man „Intelligenz“ lernen
- **Epilog**



Gedächtnissysteme



bewusst ?

bewusst
unbewusst

unbewusst



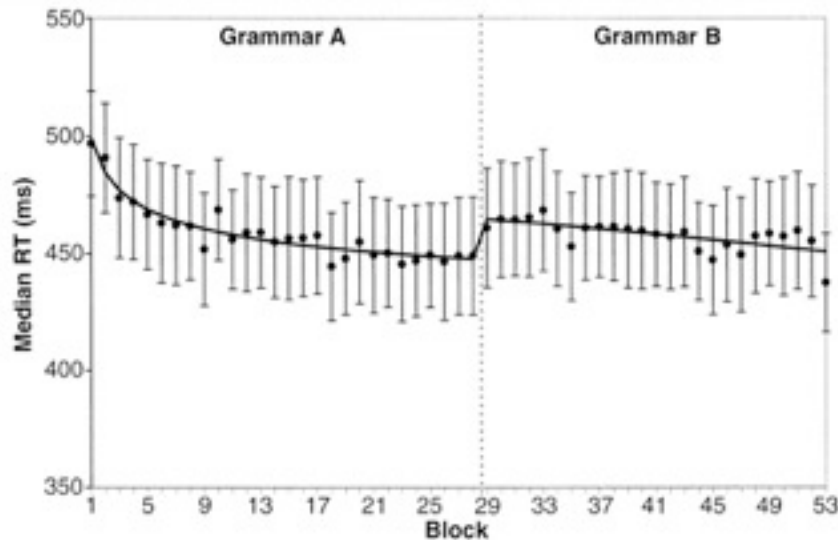
Wir Können mehr als wir Wissen !



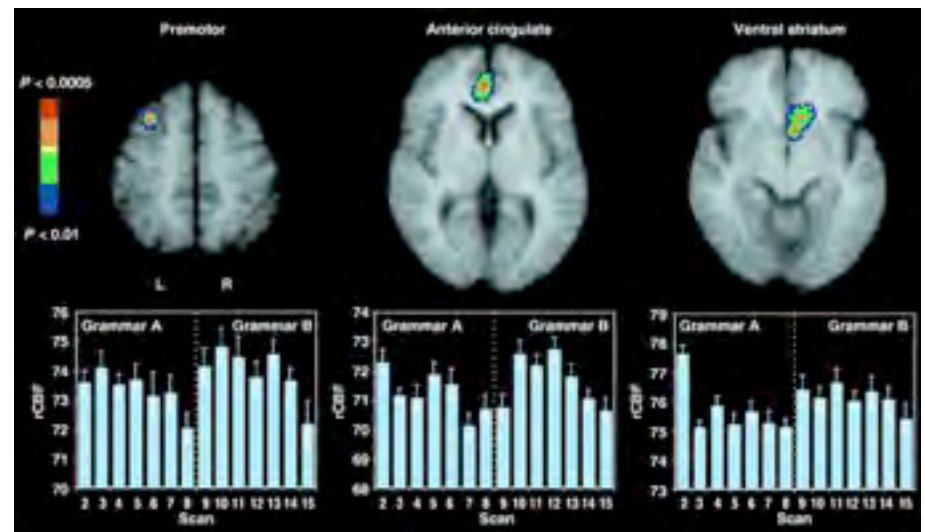
Unbewusstes (prozedurales) Lernen von Grammatik

Sequenzen von Buchstaben mussten gemäss einer Regel (Grammatik) gelernt werden. Vpn waren sich der Regeln nicht bewusst.

Premotorisch - ant. Cingulum - ventrales Striatum



Berns et al., 1997





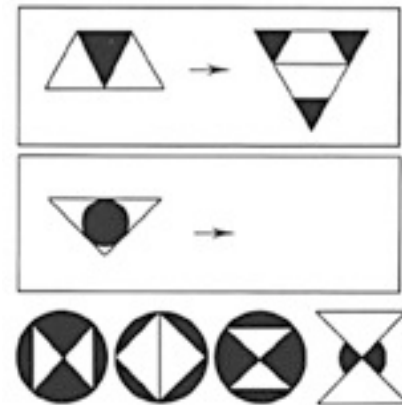
Gliederung

- **Prolog**
- Anatomie und Plastizität
- Reifung - Anatomie und Funktion
- Selbstdisziplin oder IQ ?
- Gedächtnis, Lernen und das Gehirn
- Unterschiedliche Arten des Lernens
- Kann man „Intelligenz“ lernen
- **Epilog**



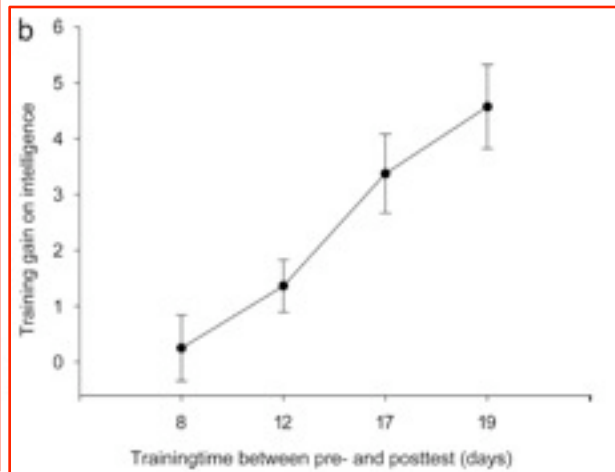
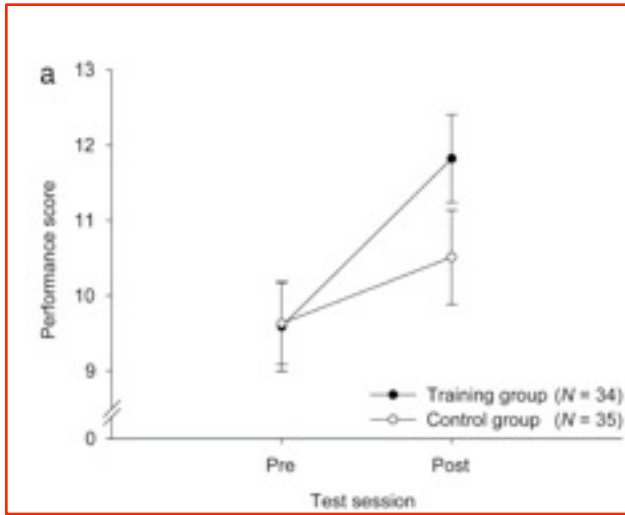
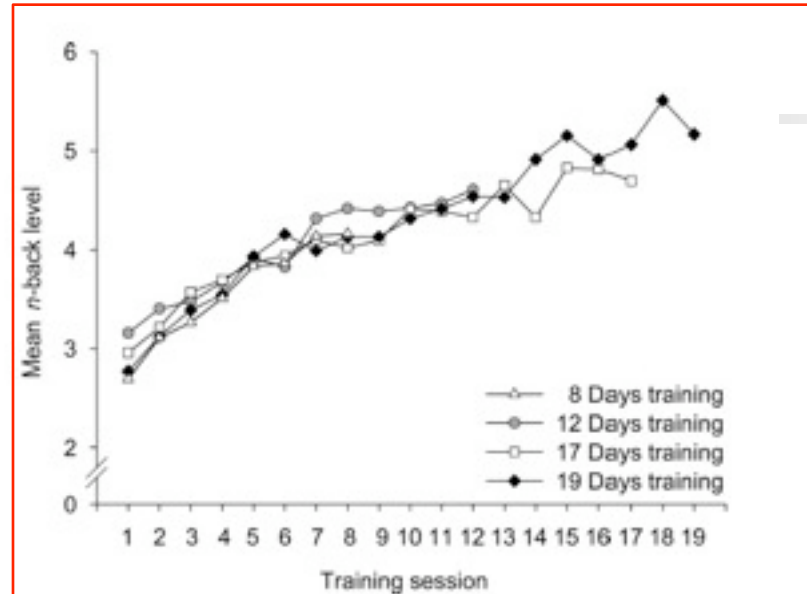
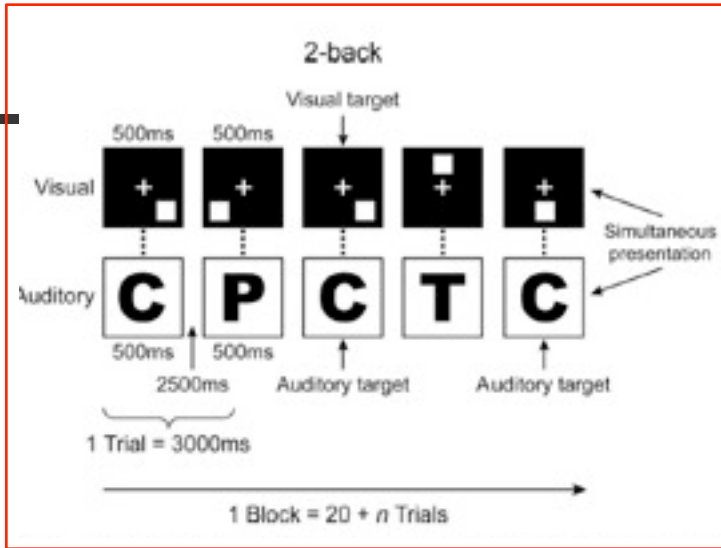


Ist Intelligenz trainierbar ?





Kann man Intelligenz trainieren ?





Kann man Intelligenz

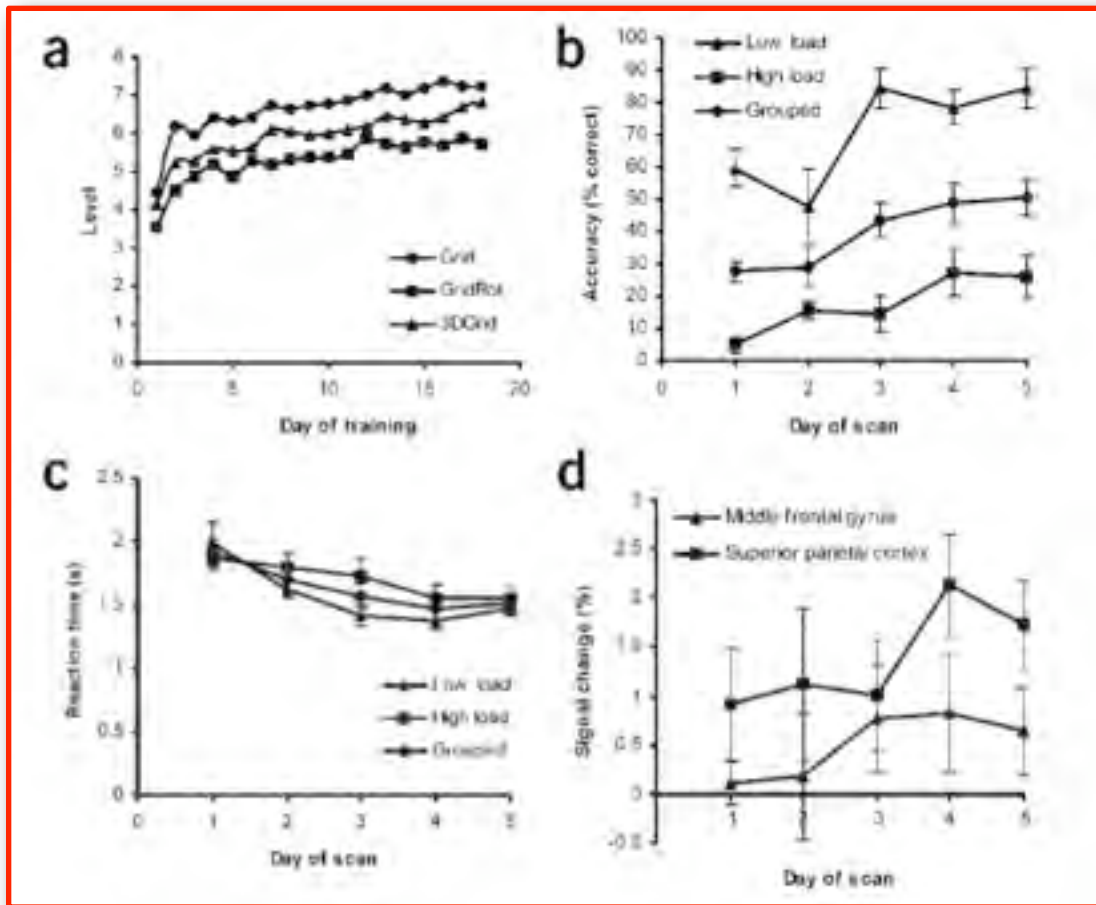
Ja man kann die Intelligenzleistung steigern, selbst wenn man die Intelligenztests nicht direkt trainiert.

Man trainiert die Funktionen, die für die Intelligenztestleistungen wichtig sind.

Arbeitsgedächtnis !



Besseres Arbeitsgedächtnis = mehr Durchblutung im Frontalkortex





Gliederung

- **Prolog**
- Anatomie und Plastizität
- Reifung - Anatomie und Funktion
- Selbstdisziplin oder IQ ?
- Gedächtnis, Lernen und das Gehirn
- Unterschiedliche Arten des Lernens
- Kann man „Intelligenz“ lernen
- **Epilog**



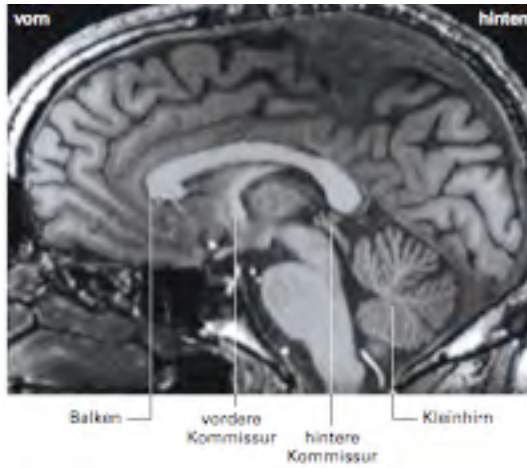
Kim Peek



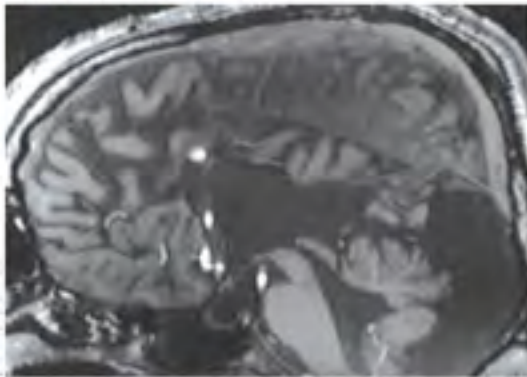
Der Amerikaner Kim Peek hat mit einem ungewöhnlich großen, in manchen Details von abnormen Gehirn.



KP - CC-Agenesie



Gehirn von Kim Peek





Ein neuer Mozart ?



- Bemerkenswertes Gedächtnis für Tonhöhen
- kann alle Instrumente heraushören
- lernt ungeheuer schnell Klavier zu spielen
- erkennt bis zu 40 Jahre alte Musik
- stellt Verbindungen zu Musikern her etc.
- linkisch



Übermässiges pathologisches Lernen

Vergessen ist wichtig !



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

