

Terminplan KLE 2016

- **07.01.16** **Emotionales Lernen und Gedächtnis (AM)**
- **14.01.16** **Motivation und Lernen (AM)**
- **21.01.16** **Neuronale Plastizität (AM)**
-  **28.01.16** **Fähigkeiten und Fertigkeiten: Learning by doing (AM) & QUALIS**
- 04.02.16** **Neurofeedback: Lernen von Hirnkontrolle (AM)**
- 11.02.16** **Hubert Zimmer: Kognitives Training und dessen neuronale Korrelate**



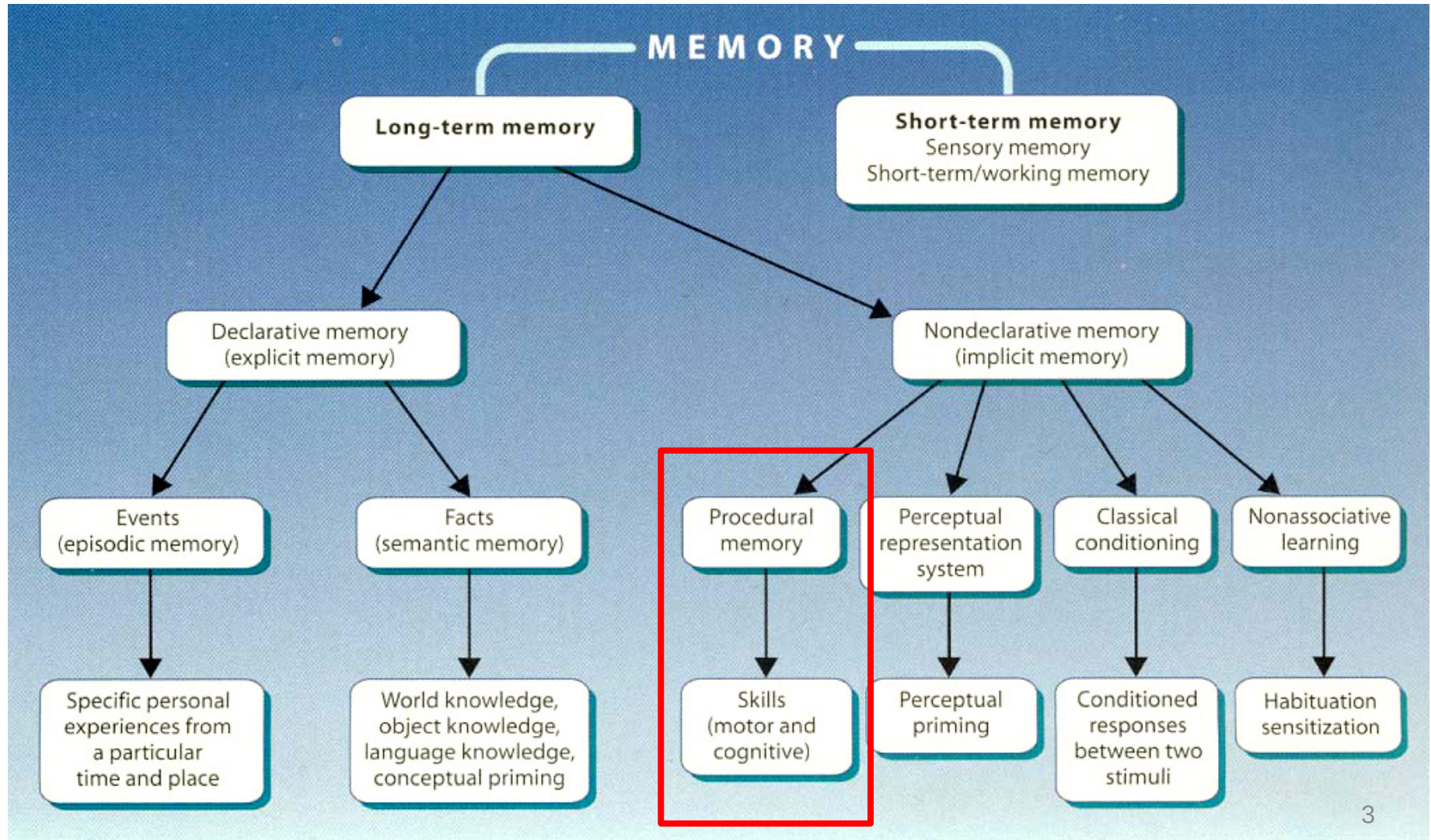
Fähigkeiten und Fertigkeiten: Learning by doing



28.01.2016

Dr. Axel Mecklinger

Struktur des menschlichen Gedächtnisses



Gliederung

- 😊 Was sind Fertigkeiten?
- 😊 Charakteristiken von Fertigkeiten
- 😊 Prozesse im Gehirn
- 😊 Klinische Bedeutung

1. Was sind Fertigkeiten?





Vergleich von Gedächtnistypen

Gedächtnis für Ereignisse + Fakten	Gedächtnis für Fertigkeiten
Kann flexibel mitgeteilt werden	Schwer, anderen zu beschreiben und zu vermitteln
Inhalte sind bewusst zugänglich	Kann unbewusst erworben werden
Kann durch einmalige Präsentation erworben werden	Benötigt mehrere Wiederholungen, wird durch Wiederholung immer besser



1. Perzeptuell-motorische
Fertigkeiten



2. Kognitive Fertigkeiten



1. Perzeptuell-motorische Fertigkeiten

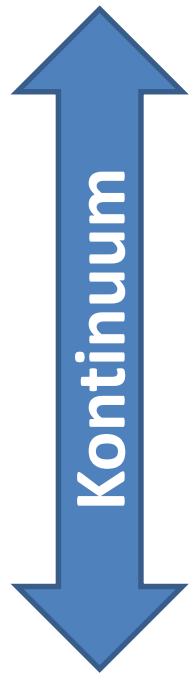
Gelernte Bewegungsmuster, die durch sensorischen Input gelenkt werden

Closed Skills

Durchführung vordefinierter Bewegungen (z.B. choreografierter Ballettanz)

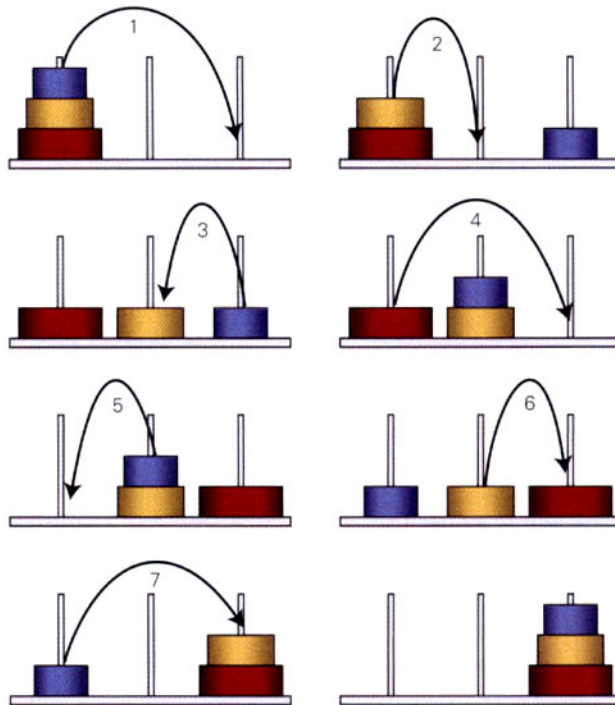
Open Skills

Veränderungen der Umgebung werden eingeschätzt und die eigenen Bewegungen werden daran angepasst (z.B. Fußball spielen)



2. Kognitive Fertigkeiten

Durchführung einer Handlung auf Basis
logischen Denkvermögens und Problemlösens



Turm von Hanoi

Durch Übung wird man schneller

↗ Bewegung wird schneller

→ Neue Strategien

Kognitive Fertigkeiten bei Tieren?



Nüsse knacken mit Stein



Futtersuche mit Schwamm

Werkzeuggebrauch: perzeptuell-motorische + kognitive Fertigkeiten

- Bewegungsabläufe verbessern sich
- Erkennen, dass ein bestimmtes Werkzeug (oder Strategie) nützlich sein kann, um verschiedene Probleme zu lösen
- Beides verbessert sich durch Übung

2. Charakteristiken von Fertigkeiten



Expertise und Talent

- Menschen, die Höchstleistungen mit (scheinbar) geringem Aufwand erreichen: **Talente**
- Menschen, die in einer Fertigkeit besser sind als die meisten anderen: **Experten**



Mozart



Kasparov

Welche Rolle spielt Talent?

Auch Wunderkinder werden nicht mit den Fertigkeiten geboren, die sie später berühmt machen. Wie alle müssen auch sie die Fertigkeiten lernen.

→ Kommt Talent durch Anlage oder durch Training zustande?



Mozart

Zwillingstudie

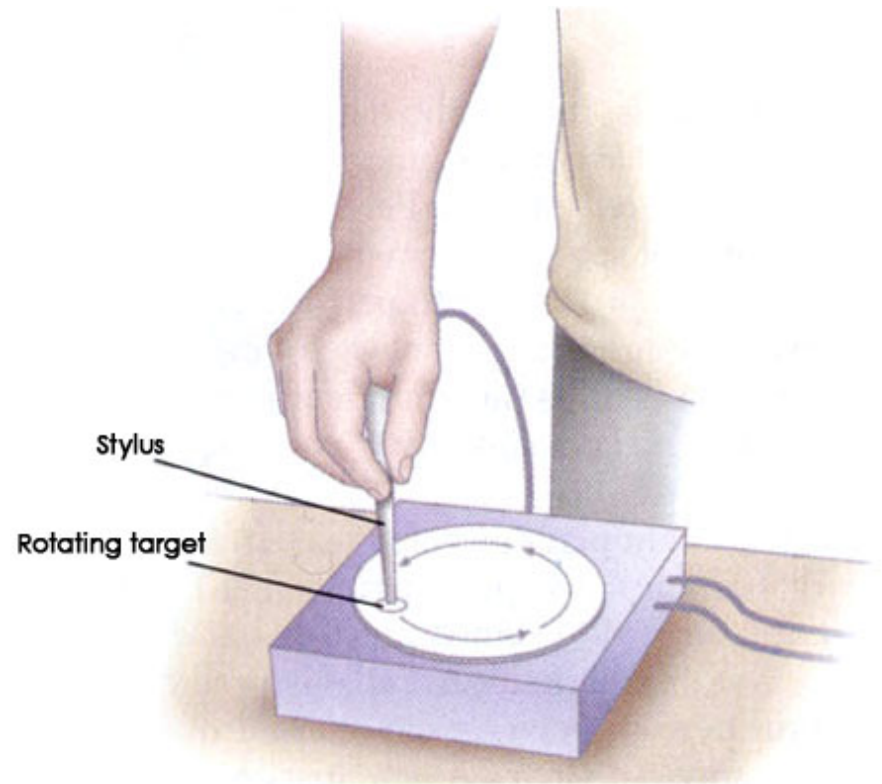
(Fox, Hershberger, & Bouchard, 1996)

Versuchspersonen

Eineiige + zweieiige Zwillinge
getrennt aufgewachsen

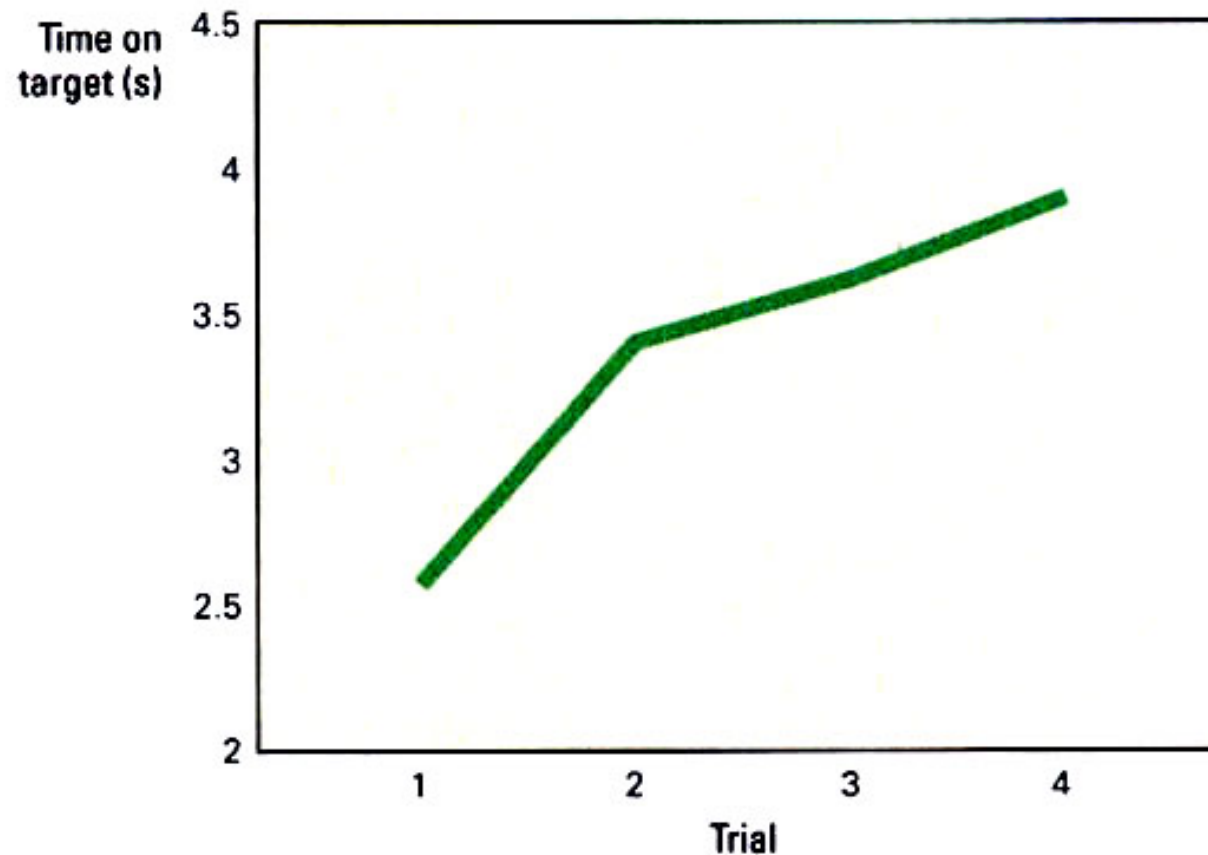
Rotary Pursuit Task

Aufgabe: Stift auf dem Punkt
behalten
perzeptuell-motorische
Fertigkeit: präzise Hand-Auge-
Koordination



Zwillingsstudie

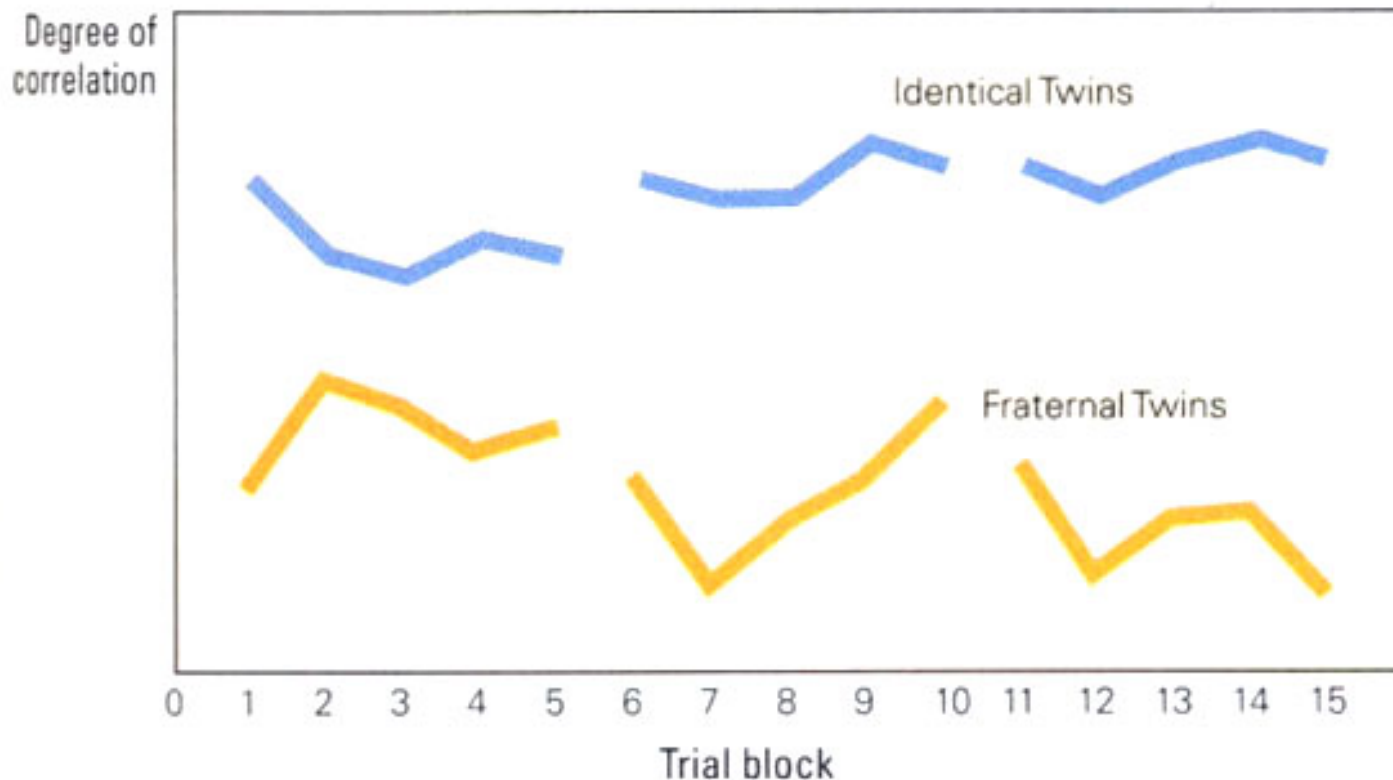
(Fox, Hershberger, & Bouchard, 1996)



➔ Durch Wiederholung werden die Versuchspersonen besser

Zwillingsstudie

(Fox, Hershberger, & Bouchard, 1996)



Leistungen werden ähnlicher

Leistungen werden unterschiedlicher

- ➔ Übung senkt die Effekte früherer Erfahrung
- ➔ Steigert die Effekte des genetischen Einflusses

Real World Beispiel: Fußball

(Williams et al., 1992)

Fußballamateure: schauen vermehrt zum Ball
und zu dem Spieler, der den Ball hat

Fußballprofis: beobachten die Bewegungen der
Spieler, die den Ball nicht haben



Real World Beispiel: Schach

(Charness et al., 2001)

- Mehr als 50 000 Regeln
- um Meister zu werden: tausende von Übungsstunden

Wie wird das Schachfeld gescannt?

Anfänger: - langsam,
 - scannen viele Positionen

Meister: - Augen bewegen sich schnell,
 - fokussieren wenige Positionen
 - wenn Augenbewegung stoppt, fokussieren
 sie häufiger als Amateure leere Felder oder
 strategisch wichtige Figuren



Schachcomputer

Computer Deep Blue

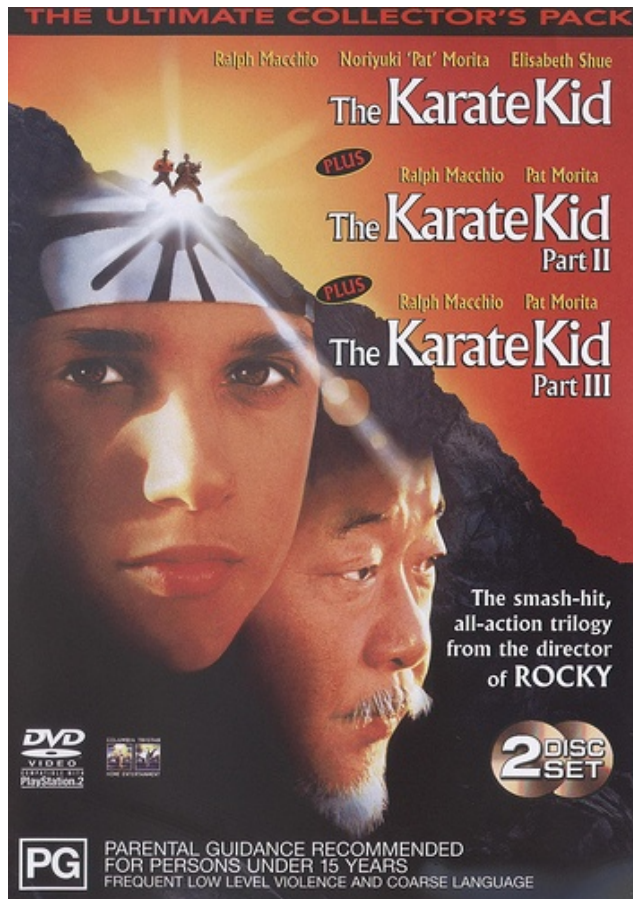
- besiegte 1997 Weltmeister Garry Kasparov
- hat Zugriff auf eine große Datenbasis gespeicherter Information
- repliziert Fertigkeiten menschlicher Expertise

→ **Experte ohne Fertigkeiten**
(außer er wird so programmiert,
dass er aus vergangenen
Erfahrungen lernen kann um sich
zu verbessern)



Wie kann man sich Fertigkeiten aneignen?

Beispiel:



- Teenager will Kampfsport lernen
 - Aufgaben: Auto polieren, Gartenzaun streichen (bestimmten Bewegungen!)
 - Bewegungen sind die gleichen wie im Kampfsport
 - Teenager hat Karate gelernt, ohne es zu wissen
- Entspricht klassischer psychologischer Ansicht: je öfter man eine Bewegungen durchführt, umso schneller/besser wird man

Reicht die reine Wiederholung aus?

(Thorndike, 1927)

Aufgabe: Linie zeichnen, die exakt 3 Inches lang ist.

- Gruppe 1: Feedback (Linie innerhalb/außerhalb einer Toleranz)
- Gruppe 2: kein Feedback

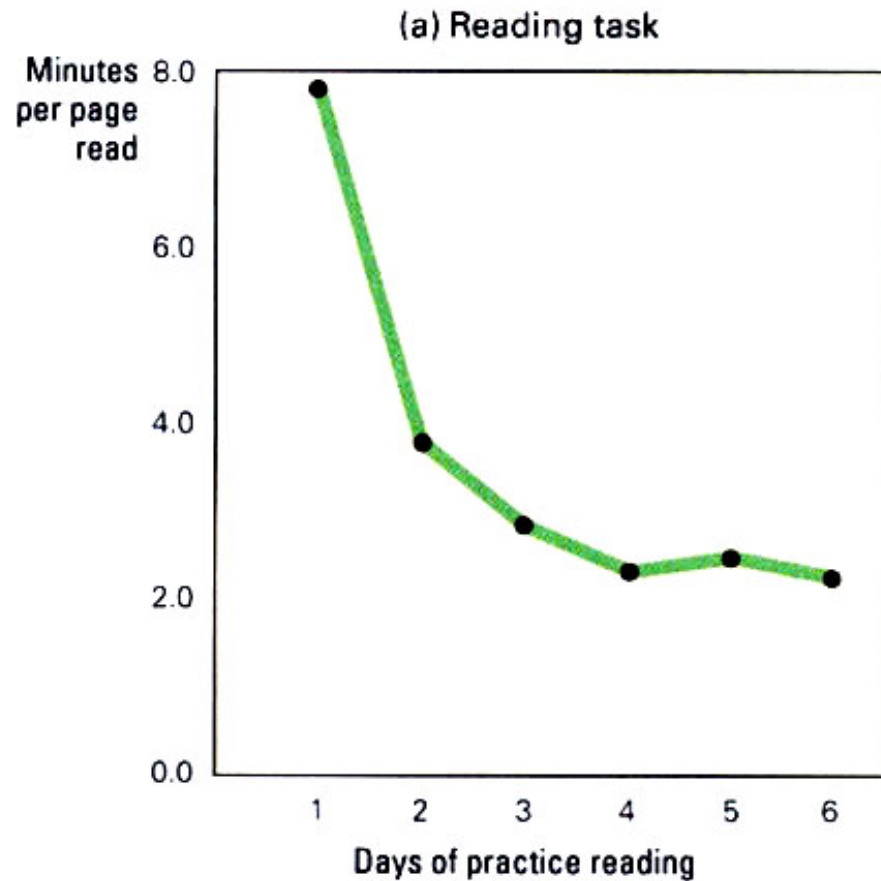
→ nur Gruppe 1 verbesserte sich

→ **Knowledge of Results** ist wichtig für die Effektivität von Übung



Wie verändern sich im Verlauf der Übungen die Leistungen?

(Singley & Anderson, 1989)



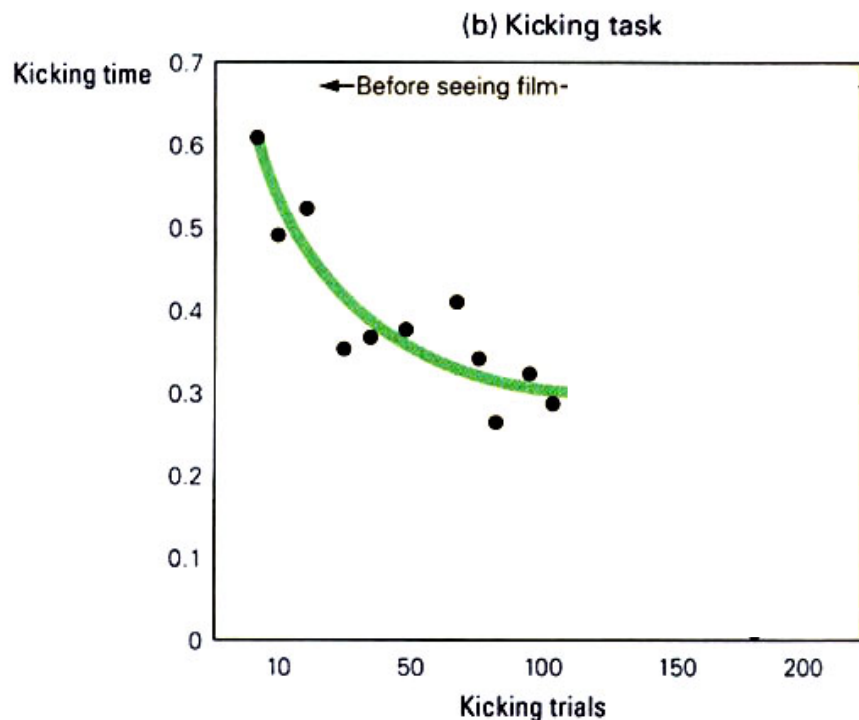
→ Law of diminishing returns

Wie können wir die Power law „besiegen“

(Hatze, 1976)

Aufgabe: ein Target so schnell wie möglich kicken

→ Vpn werden schneller (law of diminishing returns)



Sobald Verbesserungen stoppen:
Film zeigt eigene Bewegungen im
Vergleich mit „optimaler“
Bewegungen
(Beobachtungslernen)

→ Übernahme neuer Techniken



Welches Feedback ist hilfreich?

Einfache perzeptuell-motorische Aufgaben:

- Häufiges/regelmäßiges Feedback
 - Führt kurzfristig zu guter Leistung
 - Führt langfristig zu mittelmäßiger Leistung
- Unregelmäßiges Feedback
 - Führt zu kurzfristig zu mittelmäßiger Leistung
 - Führt langfristig zu besserer Leistung



Wie intensiv sollte Übung sein?

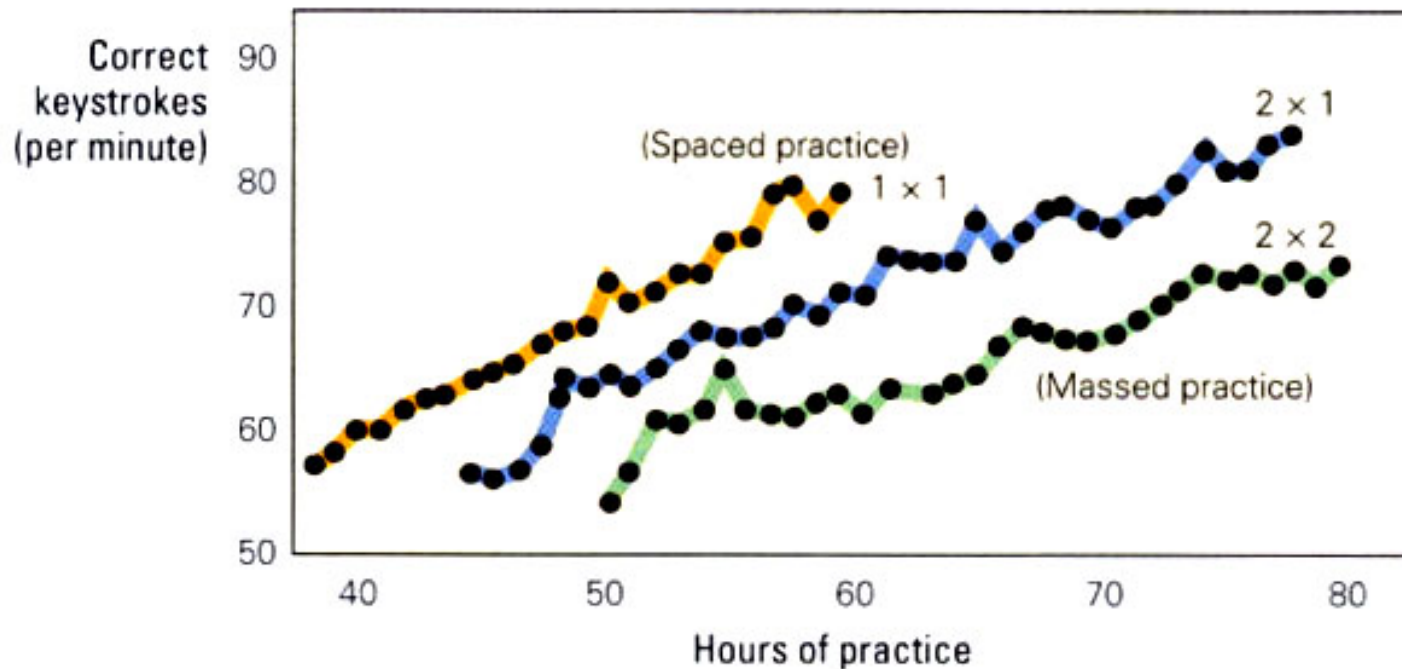
(Baddeley & Longman, 1978)

Postarbeiter lernen Bedienung einer Buchstabensortiermaschine über Eingabetastatur

- 1. Gruppe: 1 x 1h /Tag (3 Monate lang)
- 2. Gruppe: 2 x 1h /Tag (2 Monate lang)
- 3. Gruppe: 2 x 2h/ Tag (1 Monat lang)

Wie intensiv sollte Übung sein?

(Baddeley & Longman, 1978)

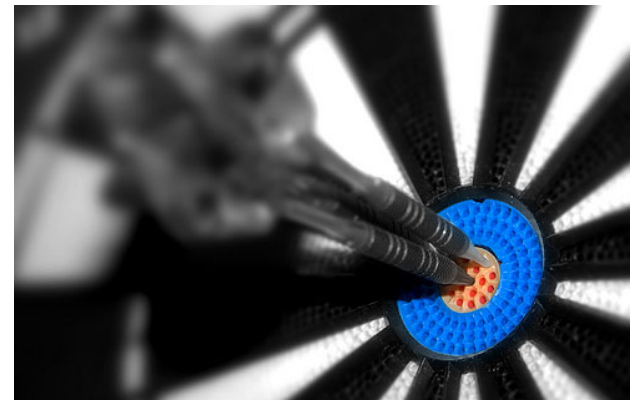


Intensität des Trainings:

- Konzentrierte Übung führt kurzfristig zu besserer Leistung
- Verteilte Übung führt langfristig zu besseren Leistungen

Konstante vs. variable Übung

- Konstante Übung: limitiertes Set von Materialien und Fertigkeiten (z.B. Dartspielen: Pfeil immer in die Mitte treffen, konstante Lichtbedingungen)
 - Variable Übung (z.B. Dartspielen: jede Zahl nacheinander treffen, unterschiedliche Lichtverhältnisse)
- variable Übung führt zu besseren langfristigen Leistungen
- unklar, wann variable Übung auch zu besseren kurzfristigen Leistungen führt



Implizites Lernen

= Lernen einer Fertigkeit, ohne sich dessen bewusst zu sein.

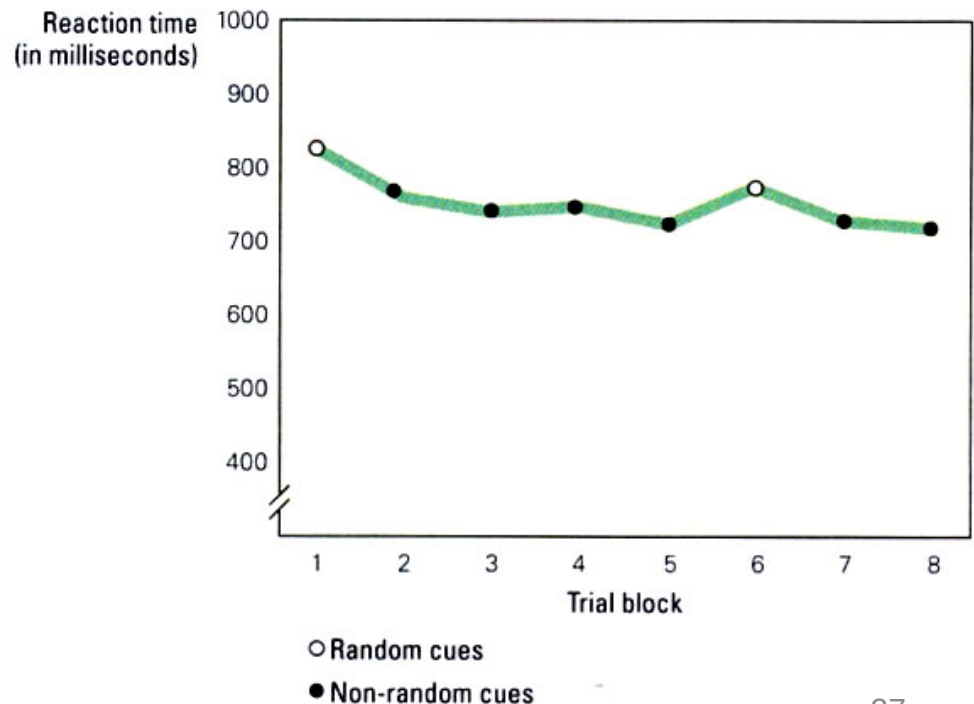
Untersuchungsbeispiel: Serial Reaction Time Task (Exner et al., 2002)

Bildschirm zeigt eine von 4 Tasten an → schnell zugeordnete Taste drücken

Bedingung 1: zufällige Reihenfolge

Bedingung 2: feste Reihenfolge
(ABADBCDACBDC)

- Bei fester Reihenfolge schneller
- Vpn bemerken es meist nicht





Implizites Lernen

Patientenbeispiel: Amnesie (wenig Erinnerungen an Ereignisse + Fakten)



- Patienten bilden Gedächtniseinträge für neue Fertigkeiten
- Neuronale Systeme, die dem Gedächtnis für Fertigkeiten zugrunde liegen sind andere als die des Gedächtnisses für Ereignisse und Fakten



Warum können Experten nicht sagen, was sie tun?

Erklärung 1:

kein bewusster Zugang zu den Informationen (z.B. Tanzen):

Gehirn hat die Informationen gespeichert, die zur Ausführung der Fertigkeit notwendig ist. Die Gehirnregion, die für die bewusste Erfahrung zuständig ist, hat keinen Zugang zu dieser Information

Erklärung 2:

Sprache ist nicht ausreichend, um komplexe Fertigkeiten zu beschreiben.



Bewahren von Fertigkeiten

Wie gut man eine Fertigkeit später durchführen kann hängt ab von:

- Komplexität der Fertigkeit
- wie gut die Fertigkeit beim 1. Mal enkodiert wurde
- wie häufig sie wiederholt wurde
- Bedingungen, unter denen die Fertigkeit abgerufen wird: je ähnlicher der Übungsbedingung, desto besser der Abruf
- Typ der Fertigkeit: perzeptuell-motorische Fertigkeiten werden besser bewahrt als kognitive Fertigkeiten



Vergessen der Fertigkeiten

Vergessenskurven

ähnlich wie Lernkurven: erst vergisst man viel, dann wird es weniger

Gründe des Vergessens

1. Keine Durchführung der Fertigkeit („use it or lose it“)
2. Interferenz

Beispiel: Interferenz innerhalb eines Tages (Walker et al., 2002; 2003a+b)

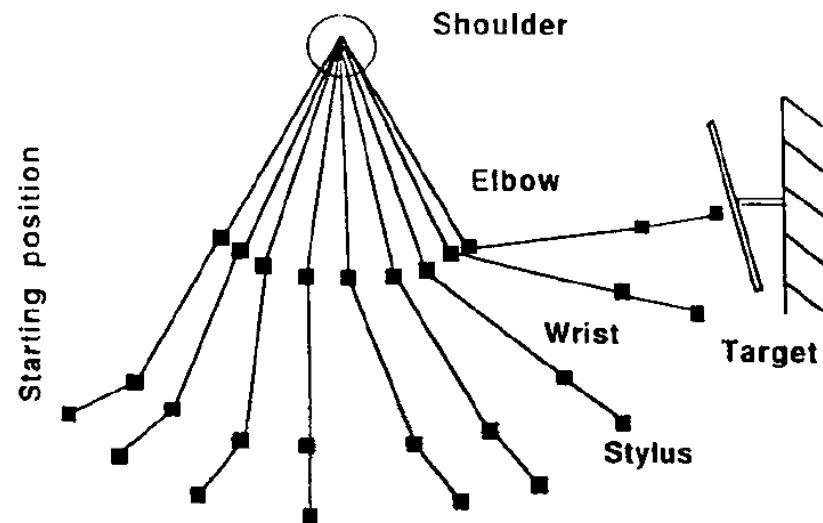
- Finger-Tapping Task: bessere Leistungen nach Schlafen
- Schlafen nach Übung zweier Sequenzen: nur 2. Sequenz verbessert sich

Trainingstransfer

Trainingstransfer



Trainingspezifität (Proteau et al., 1992)



Transferspezifität:

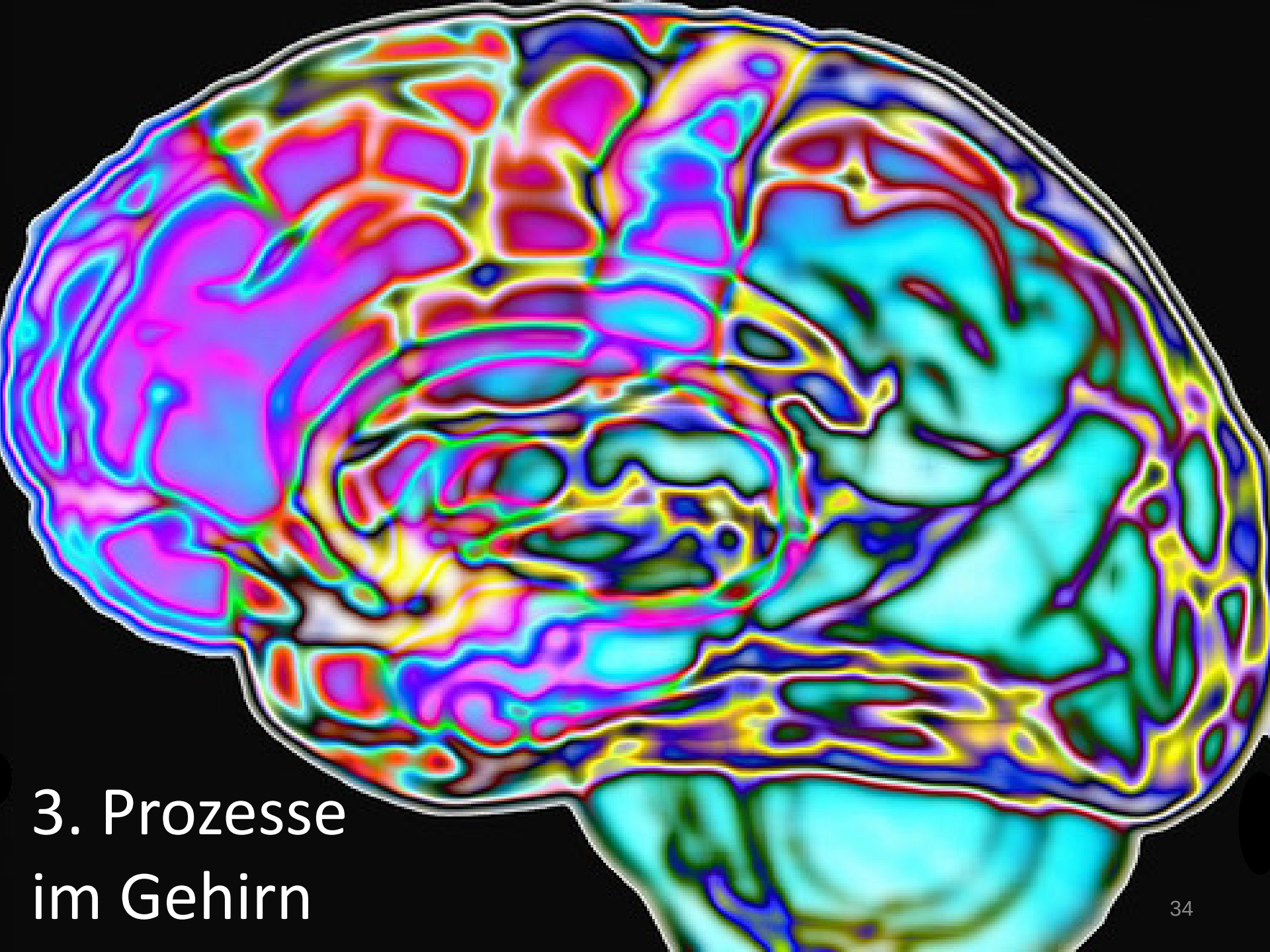
Transfer hängt davon ab, wie viele Elemente der neuen Situation mit Elementen der Trainingssituation übereinstimmen.



Wie eignet man sich Fertigkeiten an?

Fitts, 1964

Stage	Characteristics	Example
1. Cognitive stage	Performance is based on verbalizable rules	Using written instructions to set up a tent
2. Associative stage	Actions become stereotyped	Setting up a tent in a fixed sequence, without instructions
3. Autonomous stage	Movements seem automatic	Setting up a tent while carrying on a discussion about politics



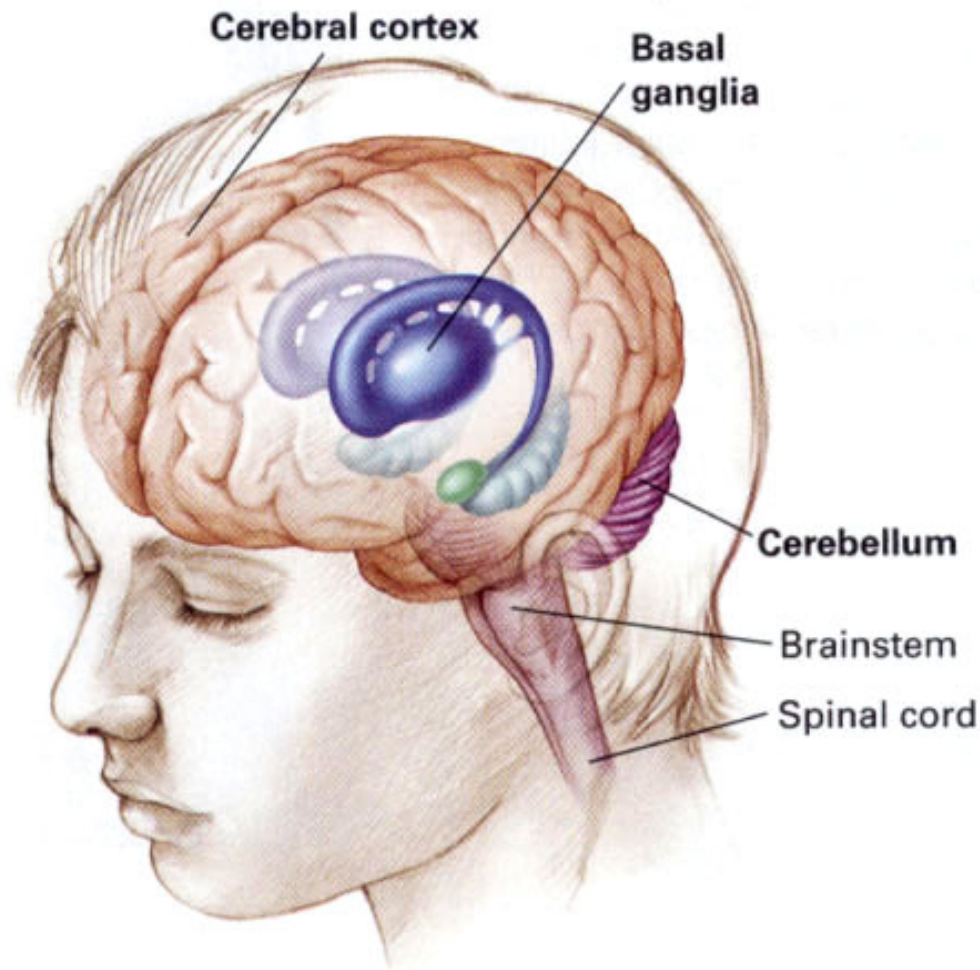
3. Prozesse im Gehirn

Fertigkeiten hängen ab von:

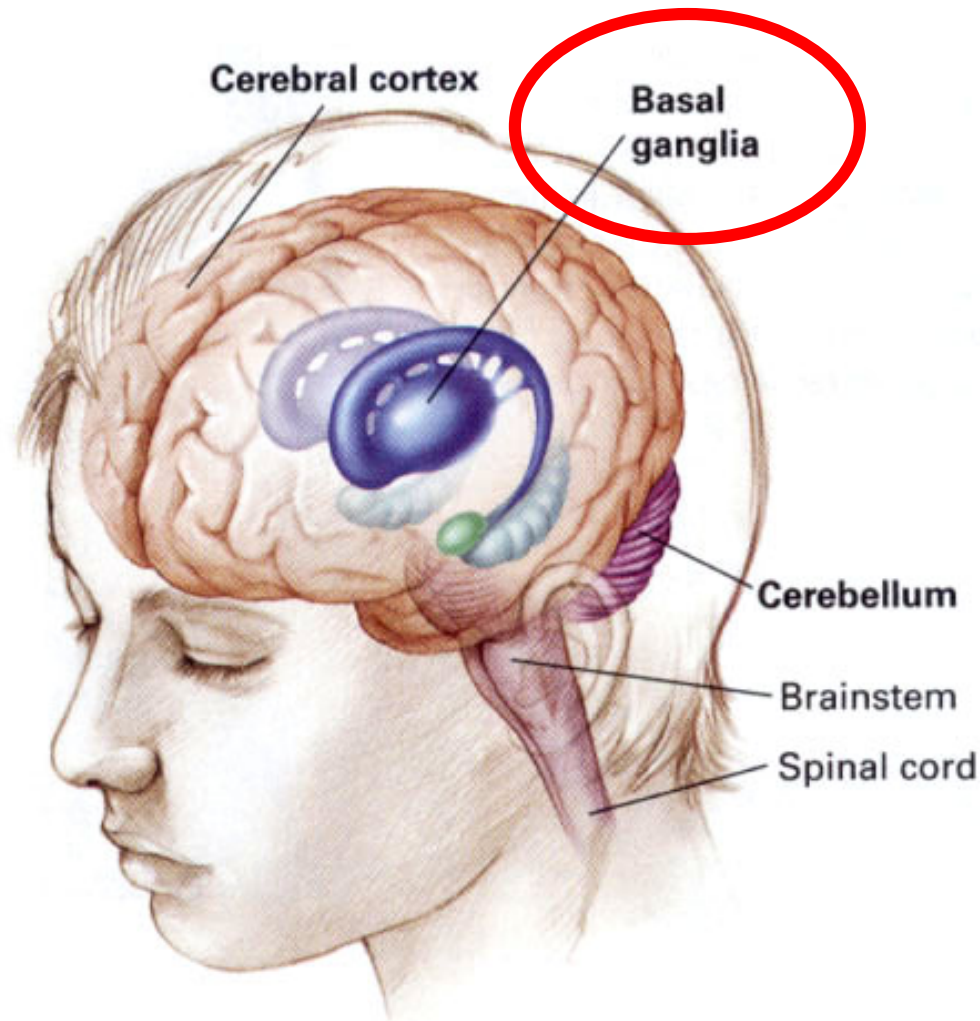
1. Rückenmark und Hirnstamm: Kontrolle und Koordination von Bewegungen
2. Gehirnregionen wie sensorische Kortizes (Wahrnehmung)



Wichtige Gehirnregionen für das Lernen von Fertigkeiten



Wichtige Gehirnregionen für das Lernen von Fertigkeiten



Das Telencephalon

Die Basalganglien

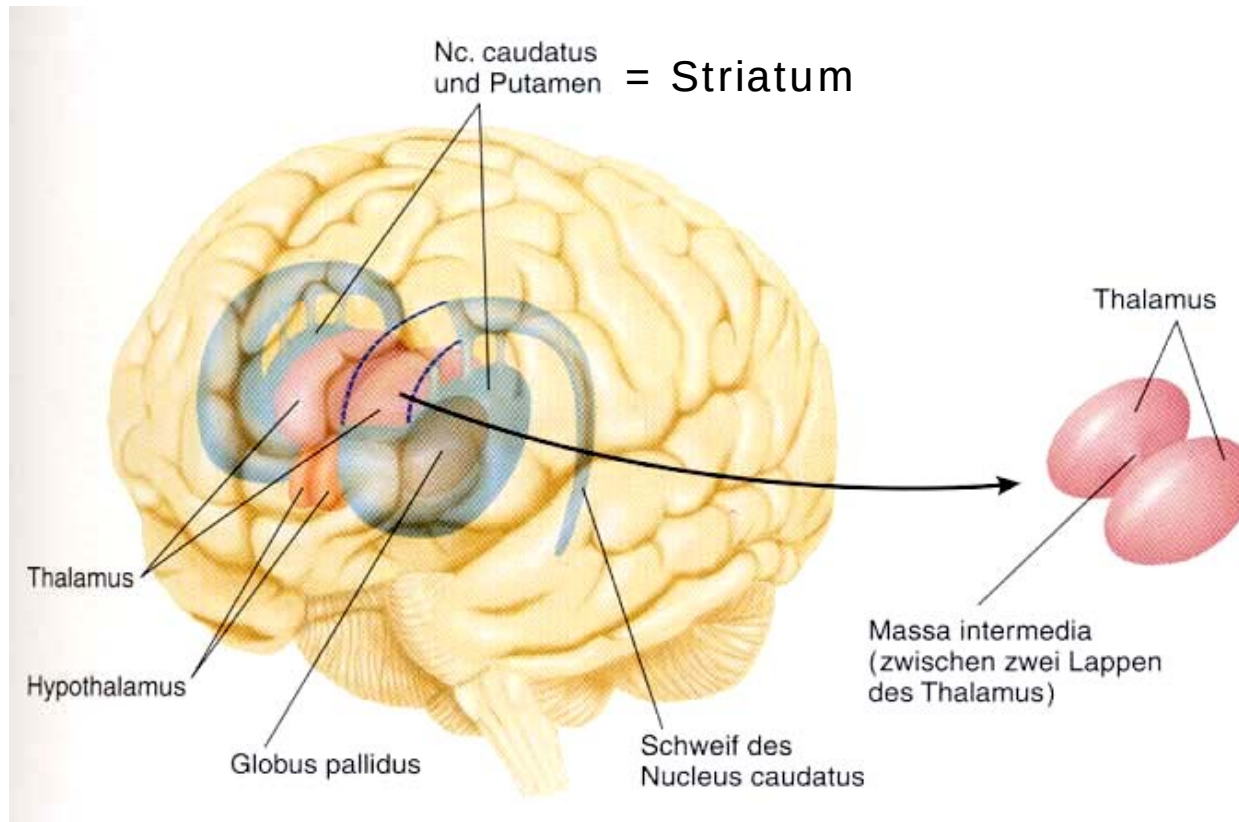


Abbildung 3.18: Lokalisation der Basalganglien und des Diencephalon, durch das Gehirn durchschimmernd



Basalganglien

Input aus den meisten kortikalen Arealen

erhalten Informationen über sensorische Stimuli, die eine Person wahrnimmt

Output hauptsächlich an

- Thalamus (beeinflusst Interaktionen zwischen Thalamus und motorischen Cortex)
- Hirnstamm (beeinflusst Signale zum Rückenmark)

Funktion: Initiierung und Aufrechterhaltung von Bewegungen:
Kontrolle der Geschwindigkeit, Richtung, Größe von Bewegungen

Schädigung der Basalganglien

- Beeinträchtigt: Lernen von Fertigkeiten
- Beeinträchtigt nicht: Lernen und Abruf Ereignissen + Fakten

Beispiel: Boxer Muhammad Ali

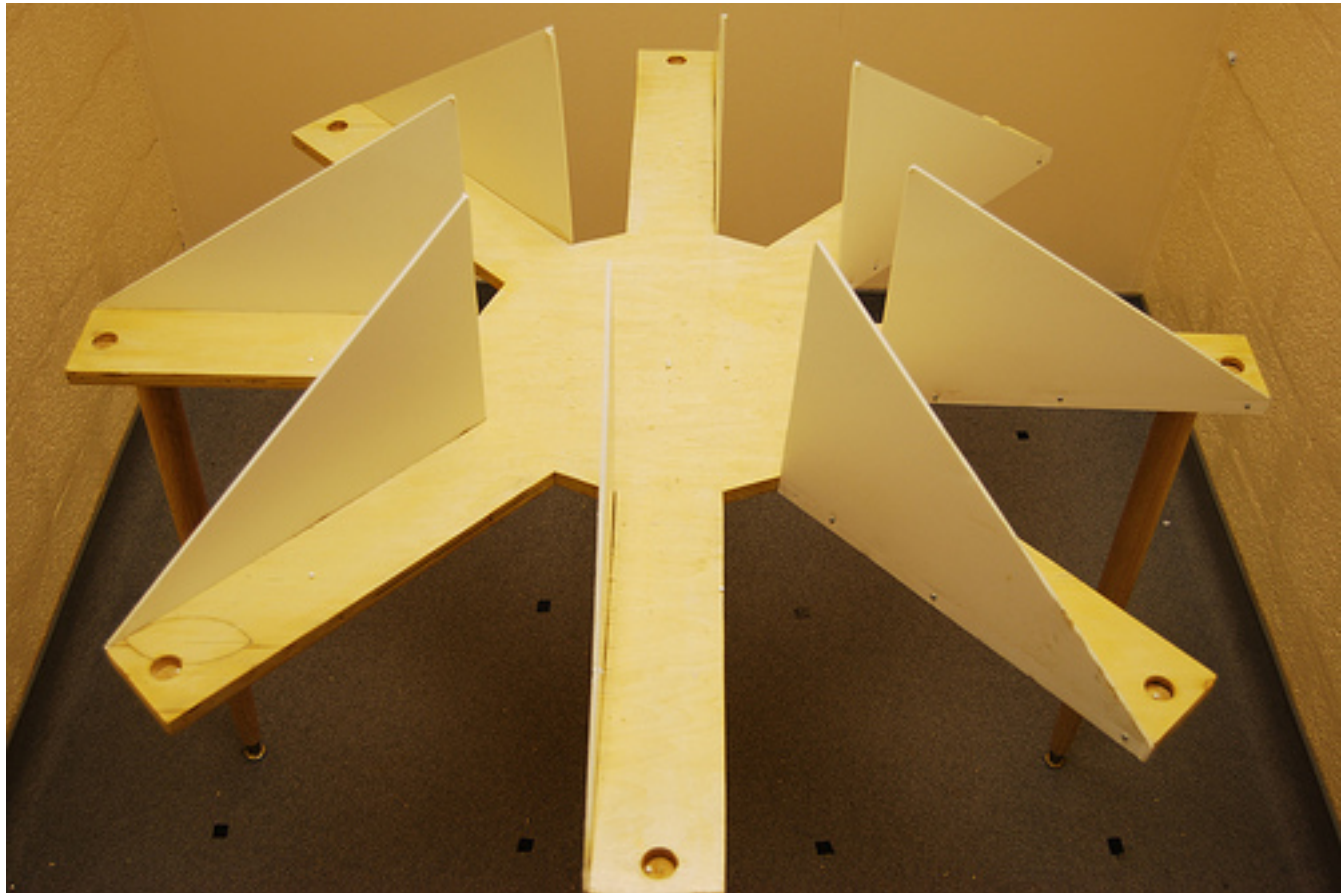
- Parkinson
- Beeinträchtigt Basalganglien
- gradueller Verlust der motorischen Kontrolle und Koordination (irgendwann auch Basisfertigkeiten wie Laufen)
- Kein Lernen neuer Fertigkeiten
- Gedächtnis für Ereignisse + Fakten bleibt intakt



- Basalganglien sind wichtig für den Erwerb von Fertigkeiten

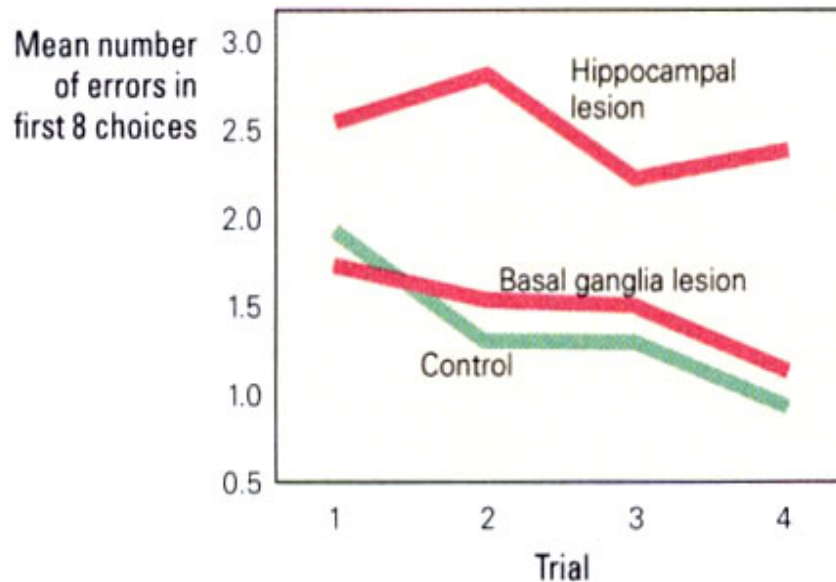
Schädigung der Basalganglien

Radial Maze



Schädigung der Basalganglien

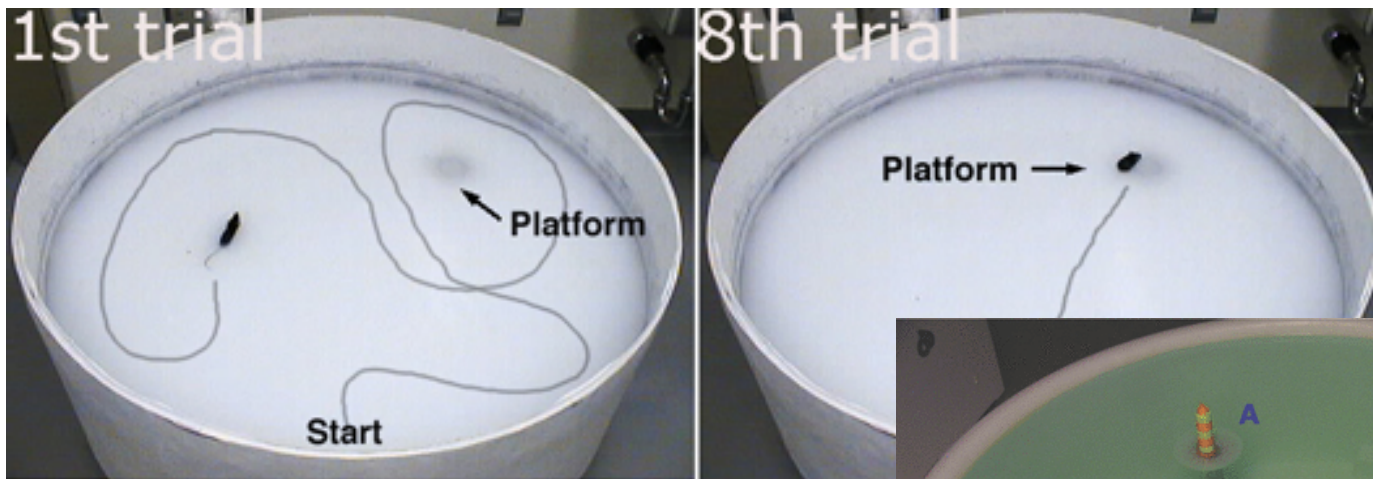
(Packard et al., 1989)



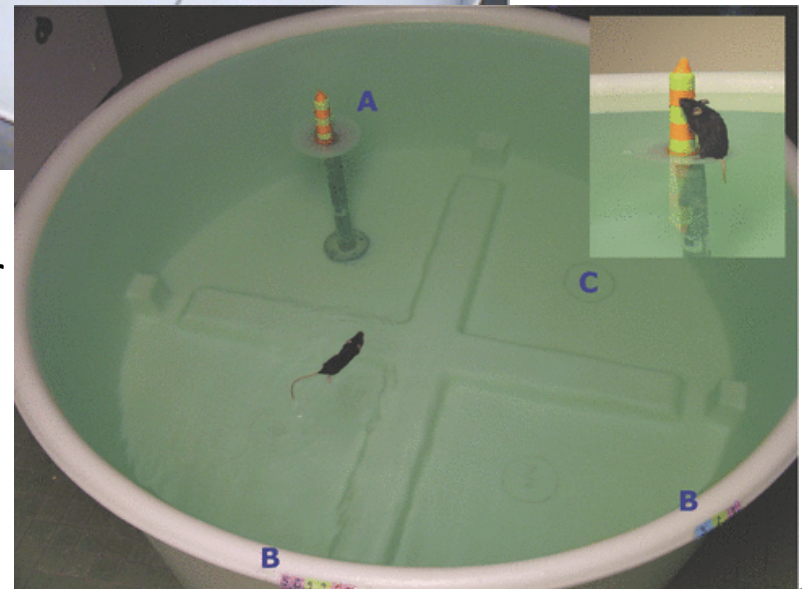
Kontroll-Ratten: lernen
Ratten mit Hippocampus-Läsion: lernen nicht
Ratten mit Läsion der Basalganglien: lernen

Schädigung der Basalganglien

Morris Water Maze



Plattform ist sichtbar





Schädigung der Basalganglien

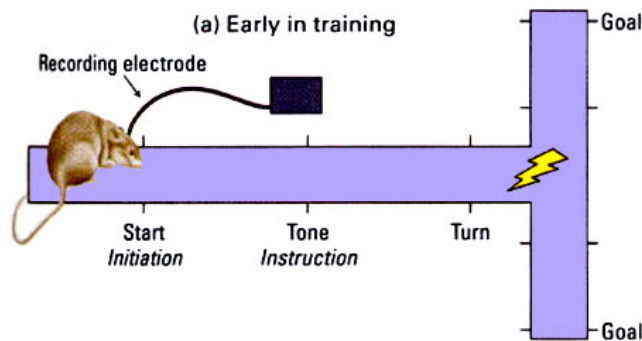
(McDonald & White, 1994)

	Plattform nicht sichtbar	Plattform sichtbar
Kontroll- Ratten	+	+
Hippocampus- Läsion	-	+
Läsion der Basalganglien	+	+

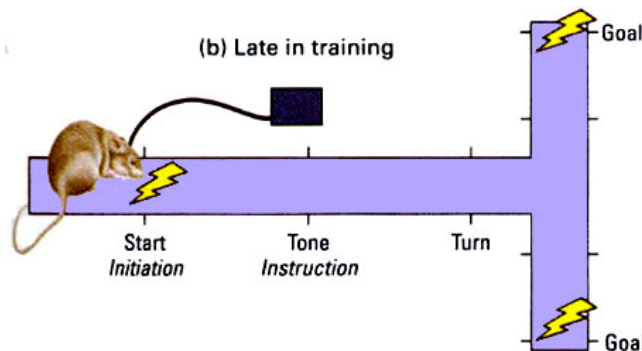
→ Basalganglien sind wichtig für perzeptuell-motorisches Lernen, das das Generieren motorischer Antworten basierend auf Umweltcues erfordert

Neuronale Aktivität während des Lernens perz.-motorischer Fertigkeiten

(Jog et al., 1999)



- 50% der Neuronen feuern Aufgabenrelatiert
- Die meisten Neuronen feuern an der Kreuzung

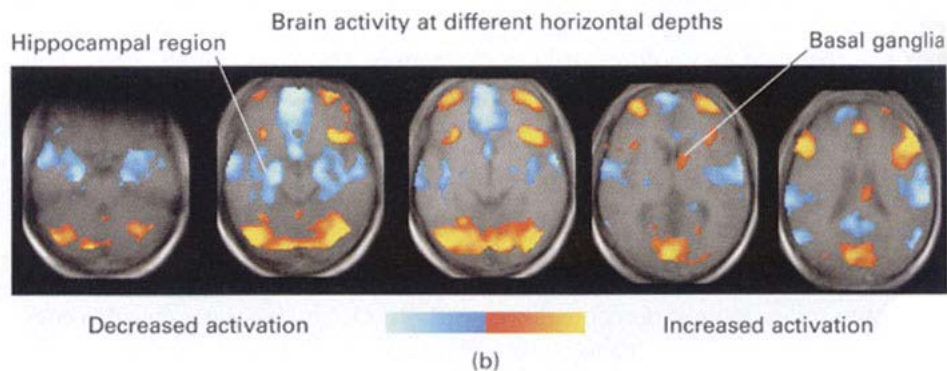
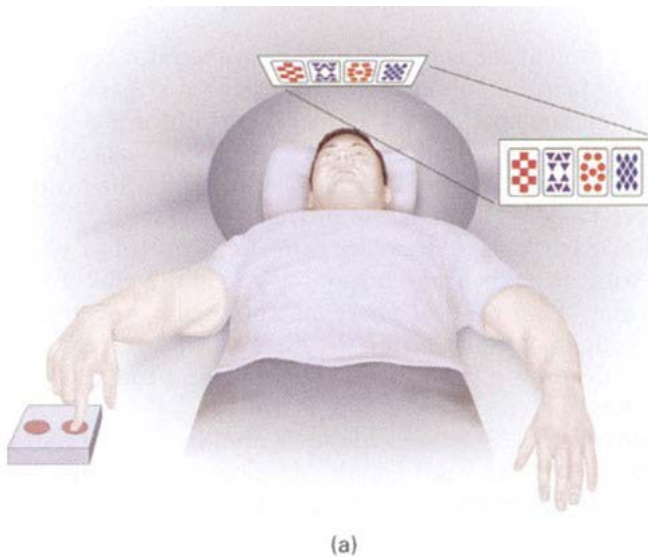


- 90% der Neuronen feuern Aufgabenrelatiert
- Die meisten Neuronen feuern zu Beginn oder am Ende der Aufgabe

- neuronale Aktivität in den Basalganglien verändert sich
- Enkodierung/Kontrolle der Fertigkeiten durch die Basalganglien verändert sich
- Basalganglien entwickeln ein automatisches motorisches Programm, das das Gehirn zu Beginn startet. Es ersetzt zunehmend die aktive Kontrolle der Bewegungen.

Gehirnaktivität während des Lernens kognitiver Fertigkeiten

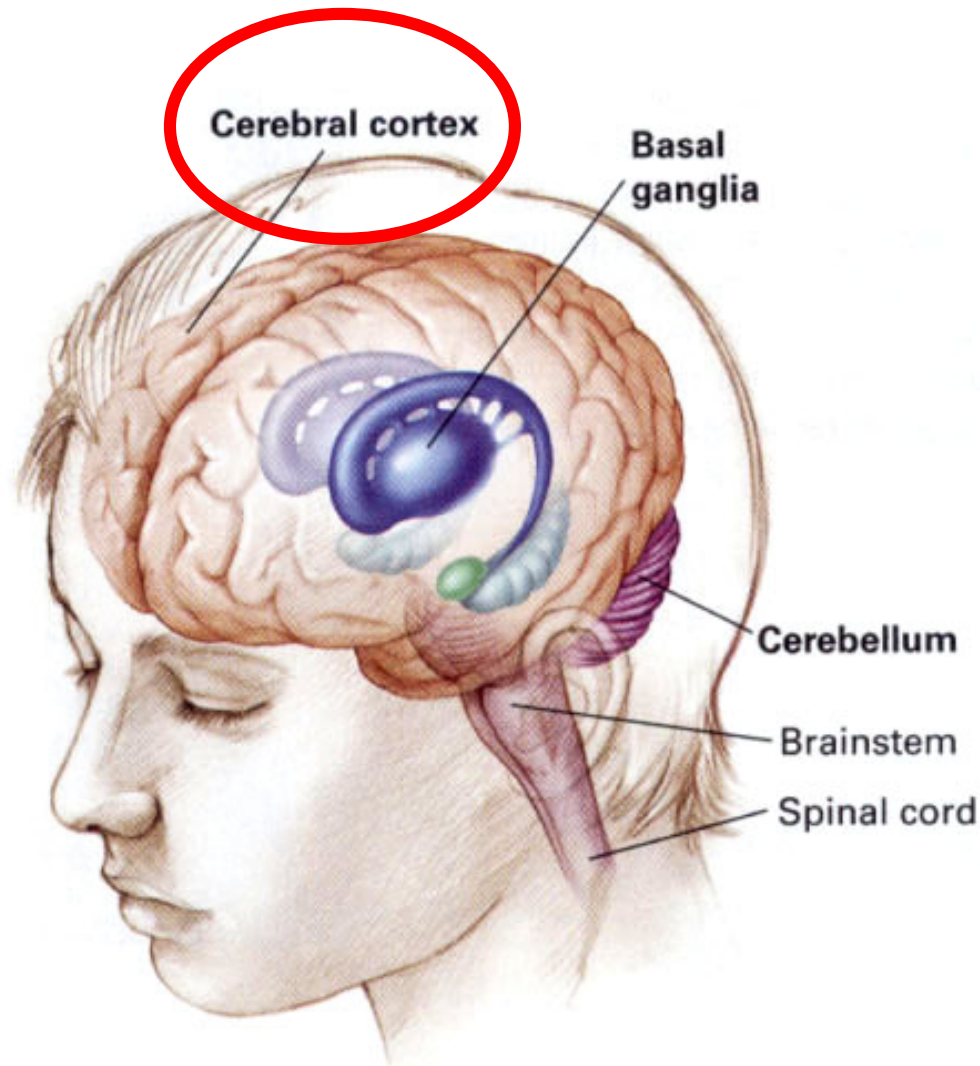
(Poldrack et al., 1999)



Weather Prediction Task

- Vpn lernen durch Trial and Error, welches Muster welches Wetter vorhersagt
- Aktivität in den Basalganglien nimmt während des Lernens zu
- Basalganglien sind auch am Erwerb kognitiver Fertigkeiten beteiligt

Wichtige Gehirnregionen für das Lernen von Fertigkeiten



Kortikale Repräsentation von Fertigkeiten

Viele Tiere, die keinen cerebralen Cortex haben und
Tiere, deren Cortex weggeschnitten wurde können
Fertigkeiten durchführen/lernen

→Kortex nicht so wichtig?

Säugetiere haben den größten Cortex und sind am
besten trainierbar

→besondere Rolle des Kortex beim Lernen von
Fertigkeiten?

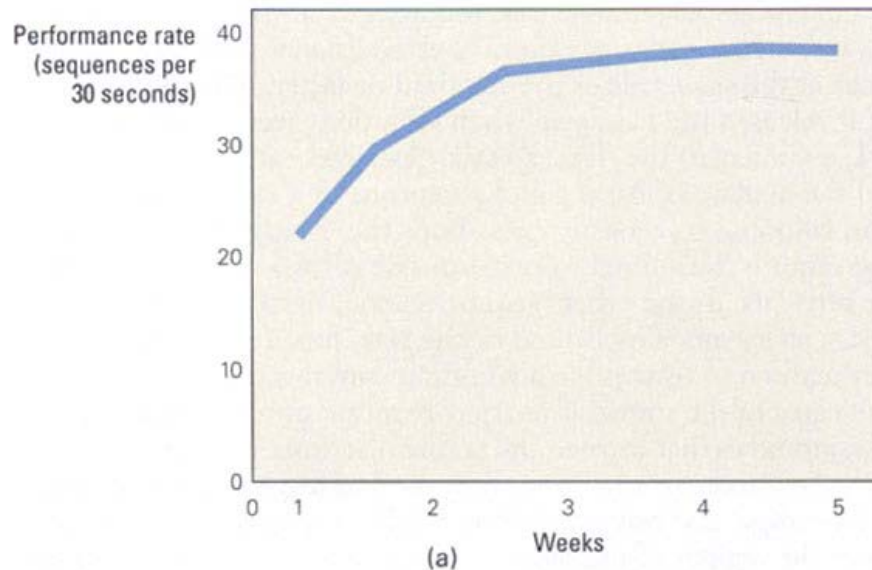


Kortikale Ausdehnung

- Regionen, die an der Ausführung einer bestimmten Fertigkeit involviert sind, weiten sich mit zunehmender Übung aus
- Regionen, die wenig relevant für diese Fertigkeit sind, zeigen weniger Veränderungen

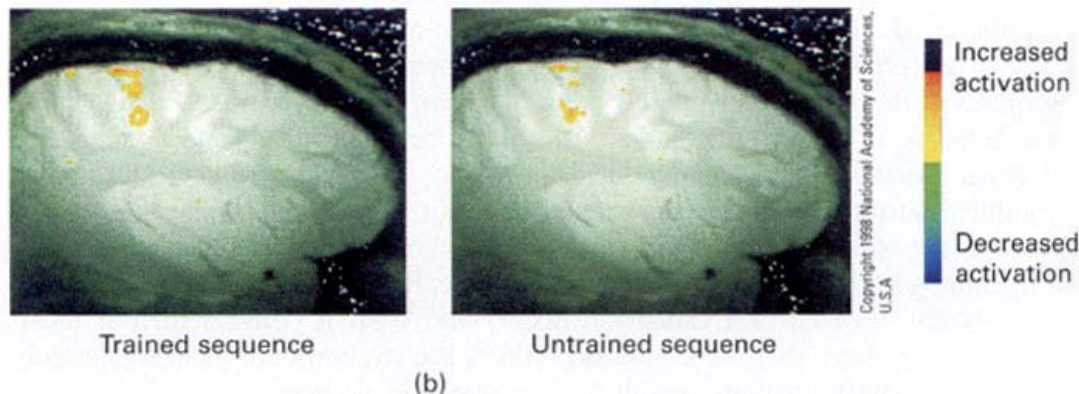
Werden Fertigkeiten im Kortex gespeichert?

(Karni et al., 1998)

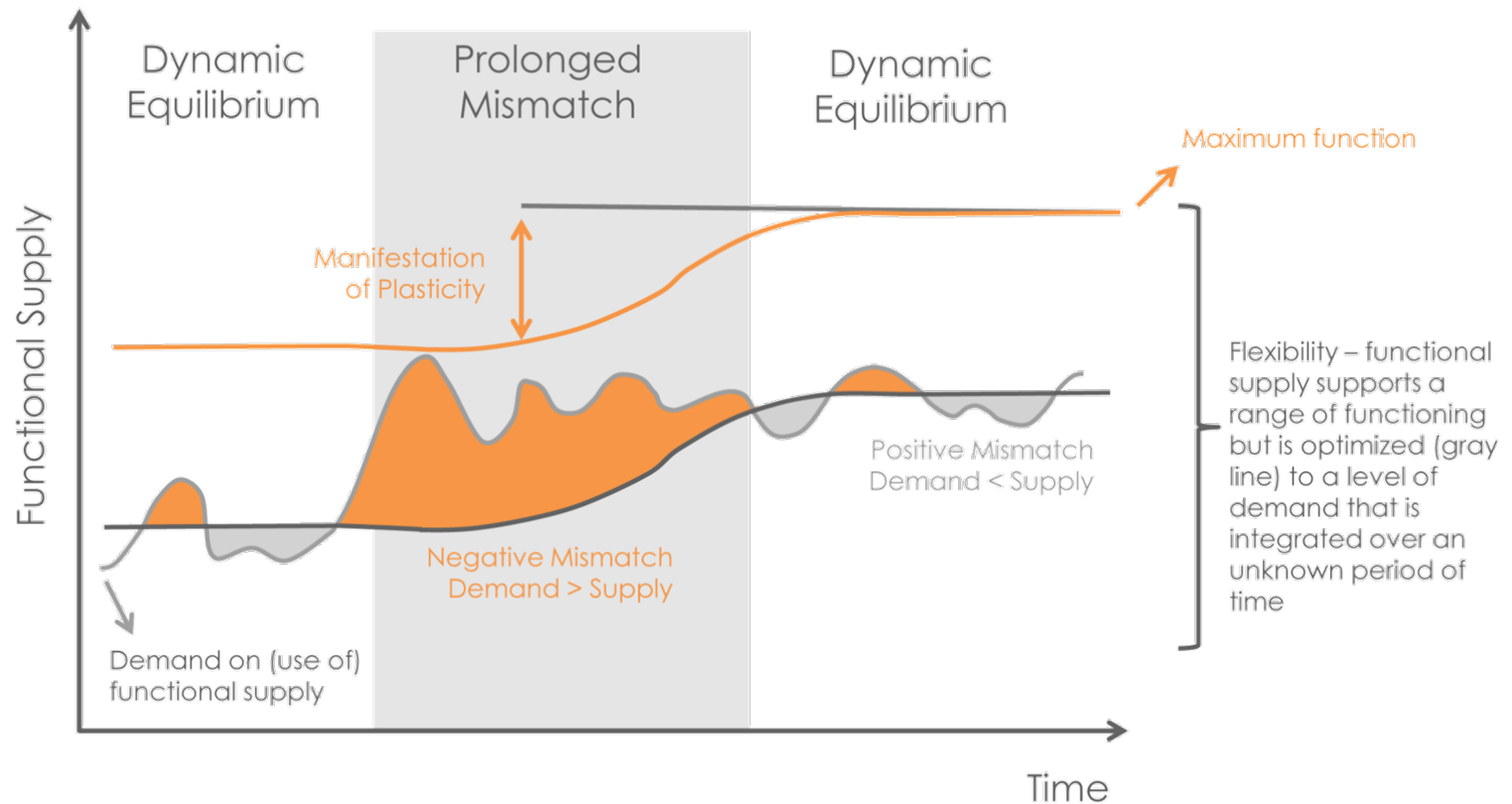


Schnelles Lernen zu Beginn
Auswählen + Etablieren des optimalen Plans, um eine bestimmte Aufgabe durchzuführen

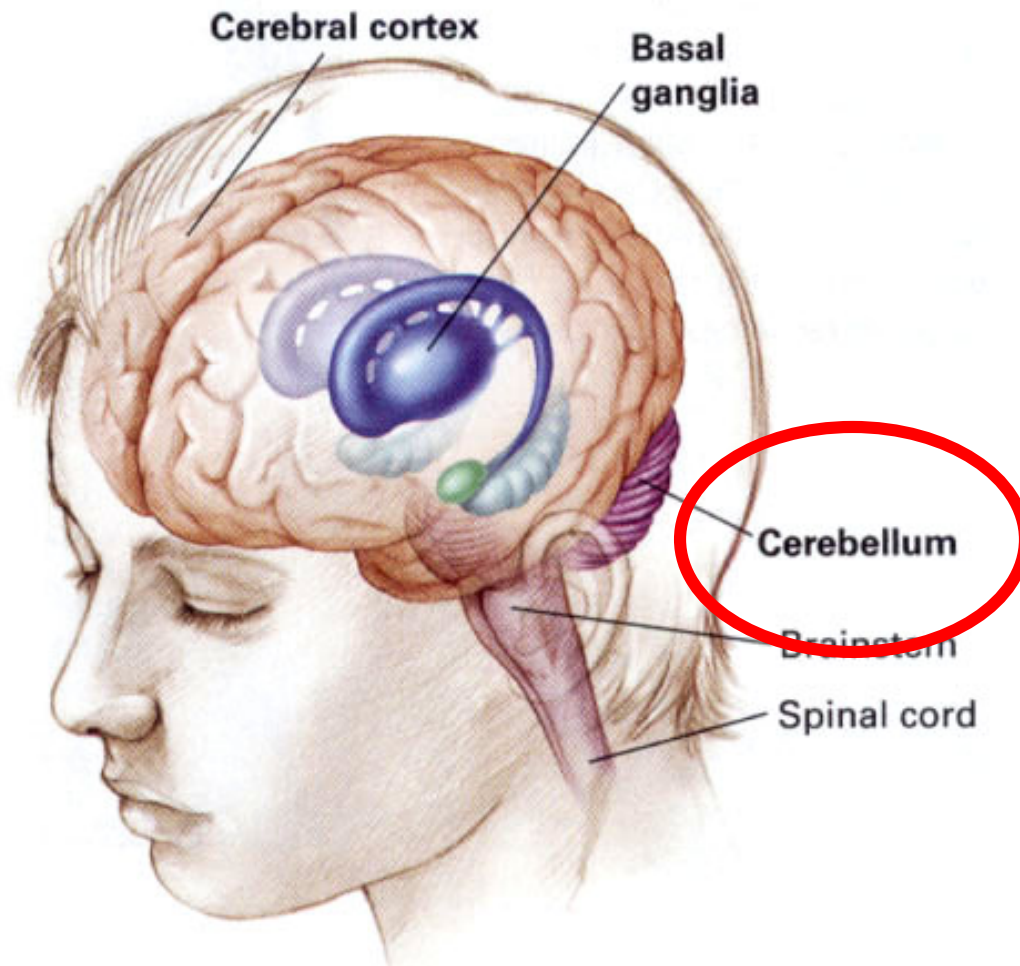
Späteres, langsames Lernen
langfristige strukturelle Veränderungen der basalen motorischen Netzwerke im Kortex



Ein theoretischer Rahmen zur Analyse neuronaler Plastizität: Missverhältnis aus Angebot und Nachfrage



Wichtige Gehirnregionen für das Lernen von Fertigkeiten





Cerebellum

Input aus dem Rückenmark, sensorischen Systemen und dem cerebralen Kortex

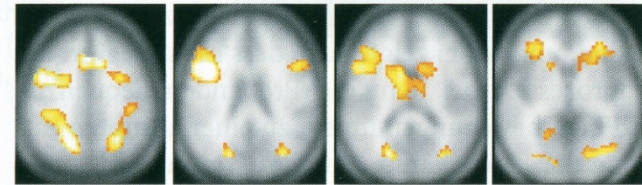
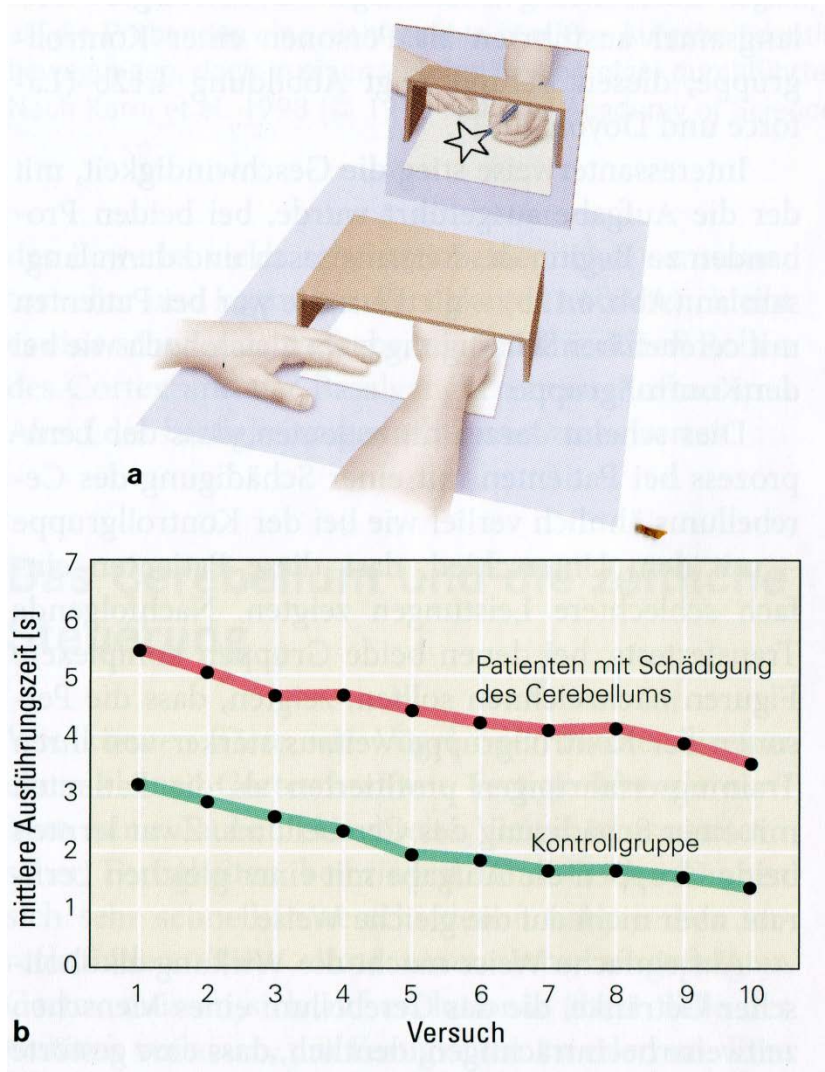
Output an Rückenmark und motorischen Cortex



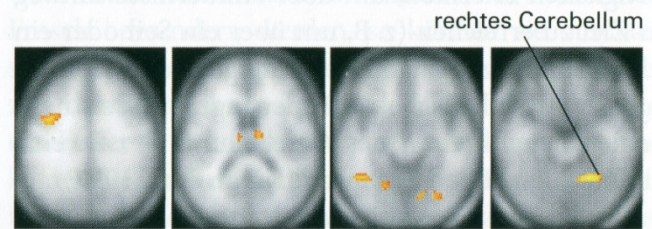
Funktionen des Cerebellums

- Tiere, die 3dimensionale akrobatische Fertigkeiten besitzen (z.B. Vögel fliegen durch Bäume, Delphine drehen sich beim Tauchen)
→ haben ein größeres Cerebellum als andere Tiere
 - Lernen einer Fingerabfolge
→ Anstieg der Aktivität im Cerebellum
 - Ratten lernen komplexe motorische Fertigkeiten, um Hindernisparcours zu durchlaufen
→ Zunahme der Synapsen im Cerebellum (hängt nicht mit allgemeiner Aktivität zusammen, denn Ratten im Laufrad zeigen dies nicht)
- beteiligt am Lernen von Fertigkeiten
- wichtig für Timing

Spiegelzeichnen



a Vor dem Training



b Lernbedingter Aktivitätsanstieg

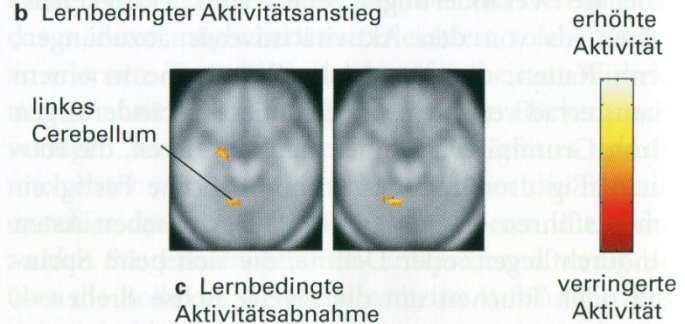
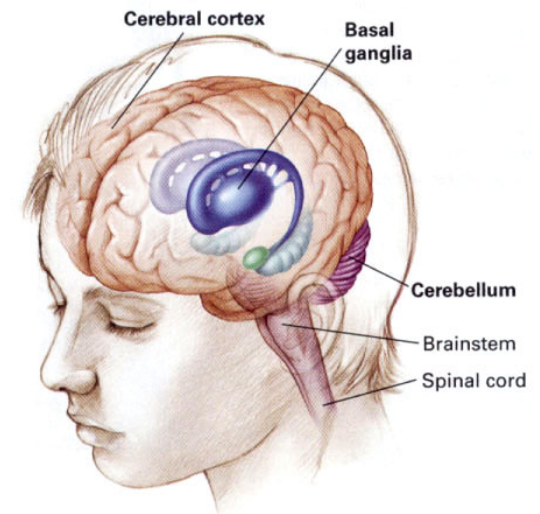


Abb. 4.13 Cerebelläre Aktivität während des Erlerns einer kognitiven Fertigkeit. fMRT-Studien zeigen eine Lateralisierung der Aktivität im Cerebellum vor und nach dem Training im Lesen von Spiegelschrift. **a** Vor dem Training sind während dieser Leseaufgabe Bereiche aktiv (farbig), die beim Lesen normaler Schrift nicht aktiv sind. Die vier Bilder zeigen eine Gehirnaktivität in vier verschiedenen Schnittebenen. Nach dem Training erhöht sich die Aktivität im rechten Cerebellum (**b**) und vermindert sich die Aktivität im linken Cerebellum (**c**). Nach Poldrack und Gabrieli 2001.

Zusammenfassung der Gehirnregionen

Bislang keine klare Aufgabenzuordnung möglich,
aber tendenziell:

1. **Cerebellum:** Timing
2. **Cerebraler Kortex:** Kontrolle komplexer Handlungssequenzen
3. **Basalganglien:** Interaktion zwischen sensorischen und motorischen Systemen





Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!