

Erwerb spezieller Fähigkeiten

Seminar : Lernen und Gedächtnis
Dozent : Dr. Knut Drewing
Referenten : Julia Schöppl und Florian Gatzke

Überblick

- Einleitung
- Drei Stufen des Erwerbs spezieller Fähigkeiten
 - Kognitive Stufe
 - Assoziative Stufe
 - Autonome Stufe
- Zusammenfassung



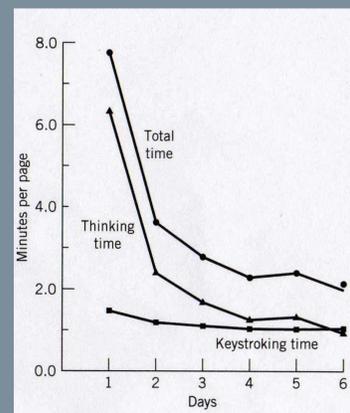
Erwerb spezieller Fähigkeiten

Definition:
Zunehmende Routine ermöglicht die flüssigere Durchführung der Handlung (Automatisierung)

Experiment von Singley&Anderson

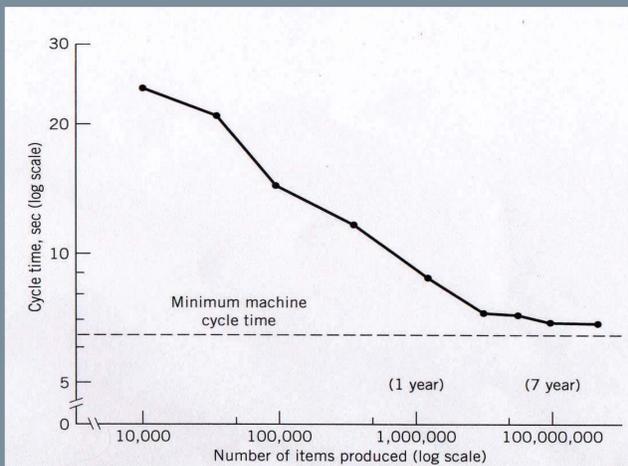
not only will the unit nodes in these traces accrue strength with days of practice, but also the element nodes will accrue strength. As will be seen, this power function prediction corresponds to the data about practice. A set of experiments was conducted to test the prediction about a power-law increase in strength with extensive practice. In one experiment subjects studied subject-verb-object sentences of the form (The lawyer hated the doctor). After studying these sentences they were transferred to a sentence recognition paradigm in which they had to discriminate these sentences from foil sentences made of the same words as the target sentence but in new combinations. There were 25 days of tests and hence practice. Each day subjects were tested on each sentence 12 times (in one group) or 24 times in the other group. There was no difference

Ergebnisse:



- Während die Tippzeit konstant bleibt, fällt die Denkzeit exponentiell ab
- Reduktion der Gesamtzeit geht also zurück auf Reduktion der Denkzeit

„Der Zigarrendreher“

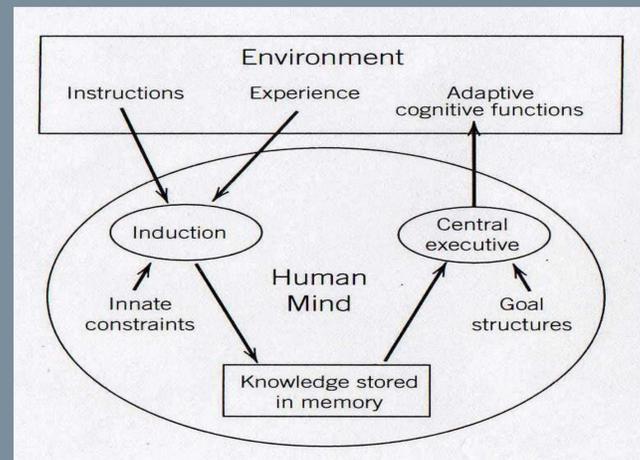


Drei Stufen des Erwerbs spezieller Fähigkeiten

nach Fitts&Anderson

- Kognitive Stufe
 - Lernen von Beispielen und Instruktionen
 - Verbalisierung
- Assoziative Stufe
 - Flüssigere und fehlerfreiere Handlungen
 - Keine Verbalisierung
- Autonome Stufe
 - Automatisierung, keine kognitive Komponente mehr
 - Verlust der Fähigkeit zur Verbalisierung

Die kognitive Stufe



- Zentrale Exekutive generiert aus unserem Wissen und unseren Zielen ein adaptives Verhalten

Operators

Definition:

Prozeduren, die unseren „Ist“-Zustand verändern, sodass wir unserem Zielzustand näher kommen

2 Mechanismen zur Auswahl des richtigen Operators:

- Difference Reduction
- Operator Subgoalig

Difference Reduction

Definition:

Wir wählen Operatoren, welche die Differenz zwischen unserem „Ist“-Zustand und unserem Zielzustand eliminieren

- Auch bei Tieren (Tropismen)

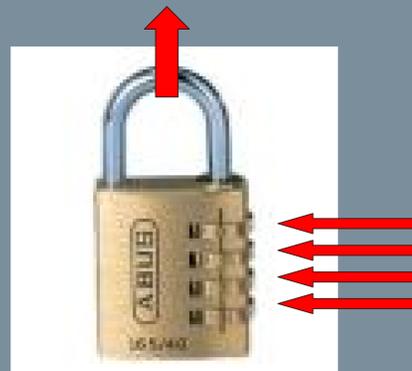
Operator Subgoaling

📌 Nicht bei Tieren, nur bei Menschen und Primaten

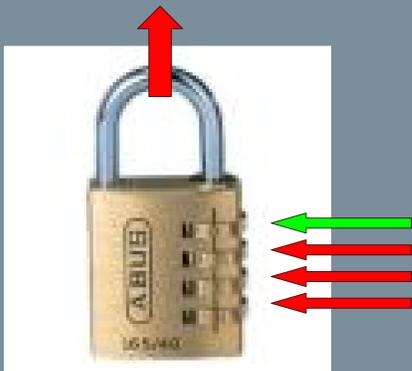
📌 Definition:

Menschen setzen Zwischenziele, wenn Operatoren nicht funktionieren, weil bestimmte Voraussetzungen nicht erfüllt sind

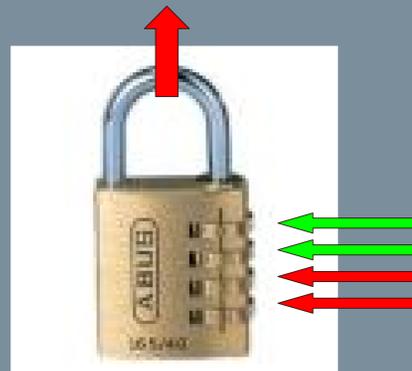
Beispiele



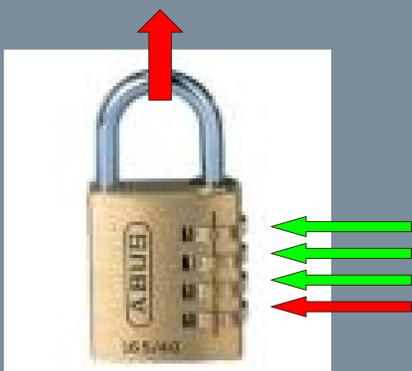
Beispiele



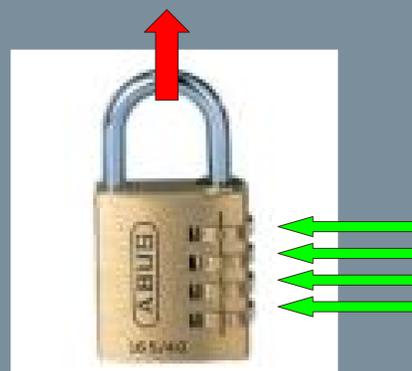
Beispiele



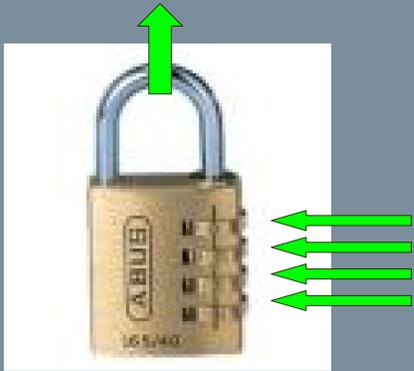
Beispiele



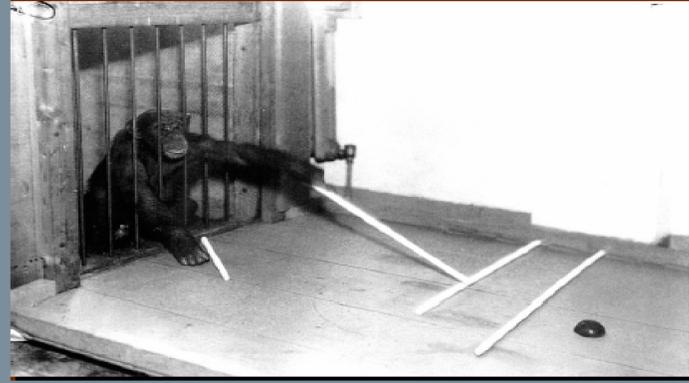
Beispiele



Beispiele



Versuch von Köhler



Der Schimpanse betreibt „tool-building“:
Er schiebt 2 Stöcke ineinander, um mit diesen durch die Stangen seines Käfigs einen Apfel herbeizuziehen

FRAGEN ?



Assoziative Stufe

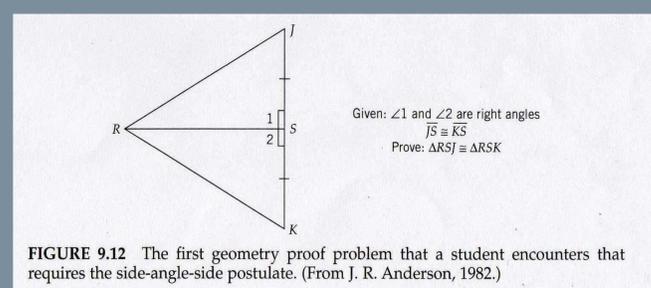


Prozeduralisierung

Menschen benutzen keine allgemeinen Lösungsstrategien mehr, sondern nutzen bereichsspezifisches Wissen, um zu Lösungen zu gelangen

Versuch von Neves&Anderson

Das Seite-Winkel-Seite Postulat :



Versuch von Neves&Anderson

If you looked at the side-angle-side postulate (long pause) well RK and RJ could almost be (long pause) what the missing (long pause) the missing side. I think somehow the side-angle-side postulate works its way into here (long pause). Let's see what it says: "Two sides and the included angle." What would I have to have to have two sides? JS and KS are one of them. Then you could go back to RS = RS. So that would bring up the side-angle-side postulate (long pause). But where would Angle 1 and Angle 2 are right angles fit in (long pause) wait I see how they work (long pause). JS is congruent to KS (long pause) and with Angle 1 and Angle 2 are right angles that's a little problem (long pause). OK, what does it say—check it one more time: "If two sides and the included angle of one triangle are congruent to the corresponding parts." So I have got to find the two sides and the included angle. With the included angle you get Angle 1 and Angle 2. I suppose (long pause) they are both right angles, which means they are congruent to each other. My first side is JS is to KS. And the next one is RS to RS. So these are the two sides. Yes, I think it is the side-angle-side postulate. (Anderson, 1982, pp. 381–382)

Right off the top of my head I am going to take a guess at what I am supposed to do: Angle DCK is congruent to Angle ABK. There is only one of two and the side-angle-side postulate is what they are getting to. (Anderson, 1982, p. 382)

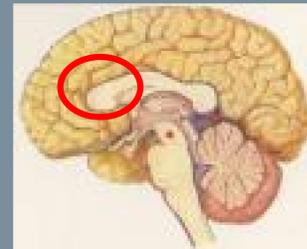
Wie kommt's ?

- Schüler erkannte die Anwendungsmöglichkeit des Postulats
- Durch Training hat er eine mentale Repräsentation des Lösungswegs entwickelt, die er mit dem neuen Problem nur noch abgleichen muss
- Ein „Durchdenken“ der Situation ist dadurch nicht mehr nötig
- Keine Information blockiert mehr das Arbeitsgedächtnis
- Reduktion der kognitiven Komponente

Neuronale Evidenz

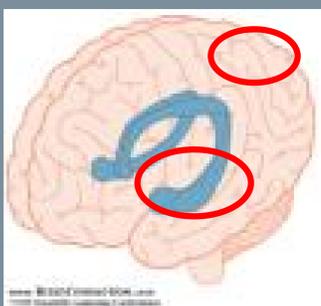


Neuronale Evidenz : Umwandlung von Problemlösen in Erinnern



Neuronale Aktivität beim Problemlösen (Problem „durchdenken“) :
Anterior Gyrus

Neuronale Evidenz : Umwandlung von Problemlösen in Erinnern



Neuronale Aktivität beim Erinnern (nach gewonnener Erfahrung) :
Hippocampus und hintere Hirnregionen

Umwandlung von Problemlösen in Erinnern

Mit zunehmender Übung verändert sich die Ausführung einer Fähigkeit von Denken zu Erinnern, während Die Hirnaktivität von frontalen Regionen zu hinteren Hirnregionen wechselt.

Das Ganze in Zahlen :

📖 Geschätzte mentale Repräsentationen:

- 📌 Schachgroßmeister : 60.000
- 📌 Schüler bis zum Abi : 12.000 (alleine in Mathe)

Talent oder Training ?

📖 Kompromiss :

- 📌 Talent ist wichtig um eine Fähigkeit sehr gut zu beherrschen
- 📌 Jedoch ist jahrelanges Training unumgänglich!
- 📌 „Übung macht den Meister“

Mentale Repräsentation

📖 Schachgroßmeister :

- 📌 Wenn : eine bestimmte Konstellation auftritt,
- 📌 Dann : ist genau der Zug am besten

Production Rules

📖 Definition :

Production Rules sind „Bedingung-Aktion“ – Paare, die prozedurales Wissen repräsentieren

📖 Asymmetrie :

Konsequenz der Transformation von Wissen in Production Rules ist eine Asymmetrie in der Anwendung

Ökonomisierung

📖 Formation neuer Production Rules um sich wiederholende Tätigkeitssequenzen zu speichern

📖 Beispiel: Geld holen am Automat

FRAGEN ?



Autonome Stufe



Die autonome Stufe

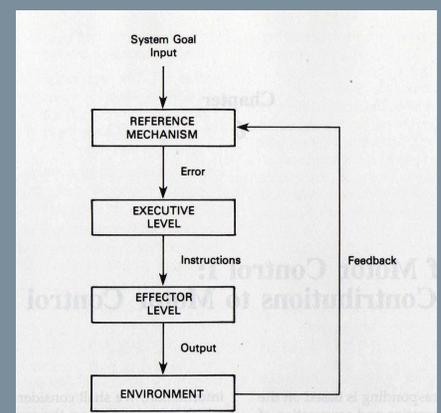
- ☞ „Aktions“-Teil der Production Rule
- ☞ Die Fertigkeit kann immer schneller und fehlerfreier ausgeführt werden
- ☞ Die Ausführung erfordert weniger kognitive Beteiligung > Automatisierung
- ☞ Die Fertigkeit ist weniger stör anfällig durch gleichzeitig ablaufende Tätigkeiten
Beispiel:
Unterhaltung beim Autofahren
- ☞ Die Ausführung ist schwieriger zu unterbrechen
Beispiel:
Gänge schalten für einen erfahrenen Autofahrer

Wie kommt es zu dieser Automatisierung von Fertigkeiten?

Geschlossene Regelkreise

- ☞ System wartet auf Rückmeldung/“feedback“ eines Schritts, bevor mit dem nächsten Schritt begonnen wird.

- Beispiel:
- ☞ Thermostat an der Heizung:

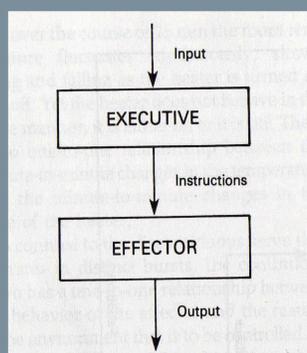


Offene Regelkreise

- ☞ Feste Abfolge von Schritten, die ausgeführt werden, **ohne** zu kontrollieren, ob die vorherigen Schritte den gewünschten Effekt erzielt haben

Beispiele:

- ☞ Altmödische Kopierer, die trotz Papierstau immer weiter Papier nachschieben
- ☞ Ampeln: Die Schaltung bleibt immer gleich, auch wenn z.B. ein Unfall stattgefunden hat



- ☞ Welches der beiden Systeme ist zur flüssigen, schnellen Ausführung von Fertigkeiten besser geeignet?

- ☞ Offene Regelkreise, da kein Warten auf Feedback!!

Bewegungsprogramme

- 📌 Festgelegte Sequenzen von Bewegungsabläufen
- 📌 Offene Regelkreise

Beispiel:

- 📌 Die eigene Unterschrift
- 📌 10-Finger-Schreiben am Computer

Beispiel: Maschinenschreiben

- 📌 Ungeübter Schreiber: muss jeden Buchstaben einzeln suchen; ist angewiesen auf Feedback
- 📌 Geübter Schreiber tippt „flüssig“, ohne Kontrolle
- ➔ Bewegungsprogramm wird ohne Änderung fortgeführt, auch wenn NICHT der gewünschte Erfolg erzielt wurde (z.B. wenn eine Taste klemmt)

Was spricht für die Theorie von offenen Regelkreisen beim Menschen?

Schmidt (1988):

Geschlossene Regelkreise sind zu langsam!

Normale Reaktionszeit beträgt etwa **200 msec**

ABER:

Menschen sind in der Lage, Handlungen wesentlich schneller auszuführen!

Ein geübter Pianist ist in der Lage **16**

Fingerbewegungen in einer Sekunde durchzuführen!

- Keine Zeit, erst das Ergebnis der einen Bewegung abzuwarten, bevor die nächste ausgeführt wird

Eigenschaften von Bewegungsprogrammen

- 1) Bewegungsprogramme sind **offene Regelkreise**, die Bestandteil eines größeren, geschlossenen Regelkreises sind.

Beispiel:

Schriftsteller wählt ein bestimmtes Wort

> tippt es ab (offener Regelkreis)

> überprüft es usw.

Eigenschaften von Bewegungsprogrammen

- 2) Erfolgreiche Performanz hängt davon ab, dass möglichst viele Bewegungsabläufe in Bewegungsprogramme „verpackt“ werden, die wenig kognitive Überwachung benötigen.

Beispiel:

Tennis- v. a. Strategie (geschlossener RK), verschiedene Schlagarten sind automatisierte Bewegungsprogramme (offener RK)

Eigenschaften von Bewegungsprogrammen

- 3) Bewegungsprogramme führen zu Bewegungen, die nicht mehr aufzuhalten sind, sobald das Signal zu den Effektoren geschickt wurde.

Beispiel:

Schreibkräfte tippen noch einige Buchstaben weiter, nachdem ihnen das Signal zu stoppen gegeben wurde (Salthouse)

Eigenschaften von Bewegungsprogrammen

- 4) Bewegungsprogramme können im Kortex als offene Regelkreise gespeichert sein, aber die Ausführung dieser Befehle wird durch geschlossene Regelkreise auf subkortikaler Ebene „unbewusst“ überwacht.
- > Fehler im Ablauf des Bewegungsprogramms können so registriert werden
 - > Das Bewegungsprogramm wird nach Auftreten des Fehlers aber noch mindestens 200 ms (Reaktionszeit) weitergeführt

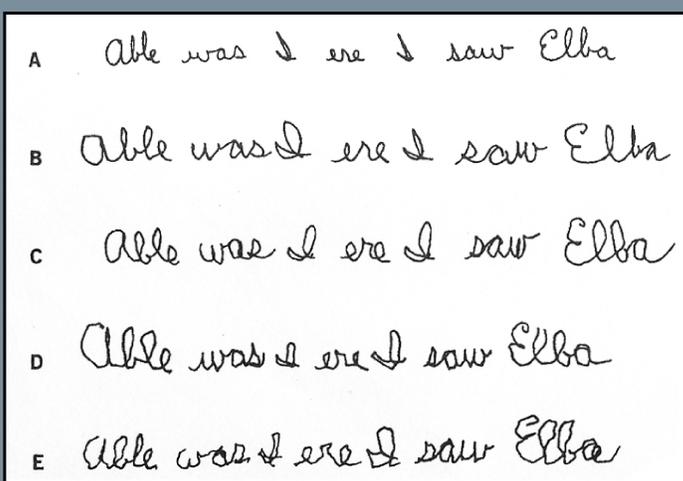
Eigenschaften von Bewegungsprogrammen

- 5) Bewegungsprogramme sind allgemeingültig

Schreibexperiment von Raibert (1977):

📌 Raibert schrieb 5x den gleichen Satz mit unterschiedlichen Effektoren

- A. Rechte Hand
- B. Rechte Hand mit fixiertem Handgelenk
- C. Linke Hand
- D. Mit dem Mund
- E. Mit dem Stift an den Fuß geklebt



Bewegungsprogramme sind allgemeingültig: nicht nur verschiedene Effektoren, sondern auch verschiedene Parameter:

- 📌 Kraftaufwand
 - 📌 Große Schrift: alle Buchstaben werden gleichermaßen vergrößert
- 📌 Zeitaufwand
 - 📌 Verlangsamen der Unterschrift: alle Teile der Unterschrift werden in gleichem Maße verlangsamt

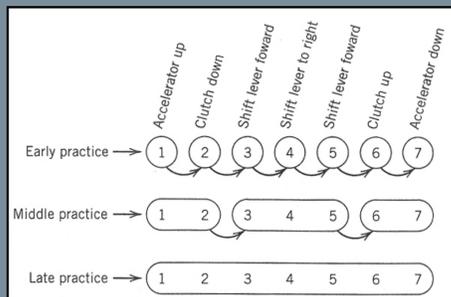
Bewegungsprogramme produzieren nicht eine spezifische Bewegung, sondern eine **Art von Bewegungen** (z.B. „Werfen“)

- Verschiedene Bewegungen werden dadurch erzielt, dass das selbe Bewegungsprogramm mit verschiedenen Parametern aufgerufen wird.

Das Erlernen von Bewegungsprogrammen

Keele:
Bewegungsprogramme entstehen durch das Zusammenfassen kleinerer Verhaltenseinheiten

Beispiel:
Die Entwicklung der Fertigkeit, Gänge zu schalten

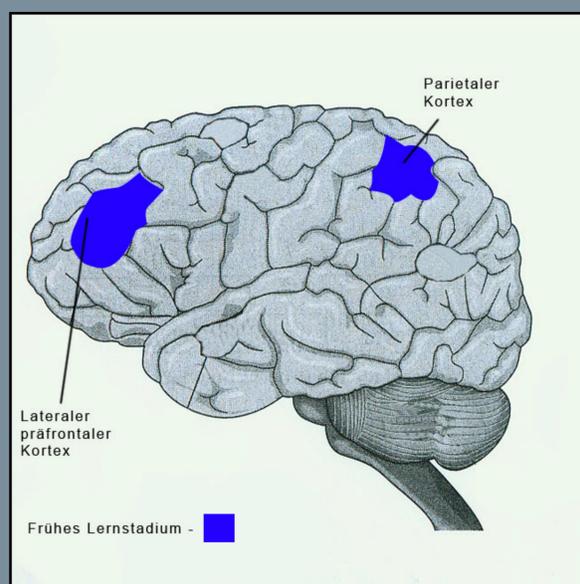


Beteiligte Gehirnregionen beim Erlernen von Bewegungsprogrammen

Nixon, Frackowiak & Passingham (1994):
Beteiligung unterschiedlicher Hirnregion

Zu Beginn des Lernprozesses:
Vor allem

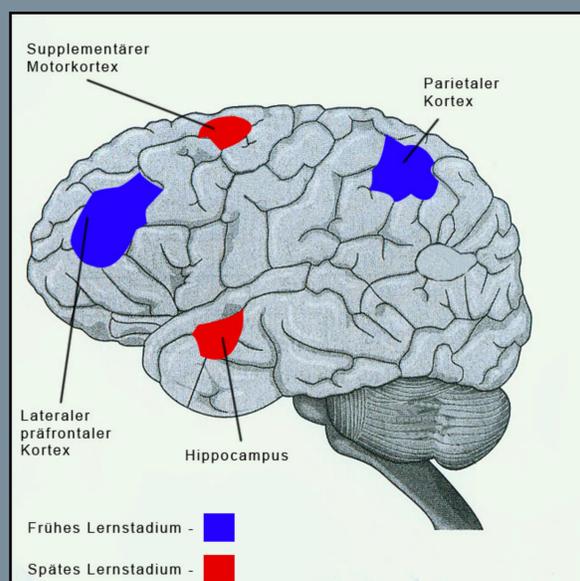
- Lateraler präfrontaler Kortex (allgemeine Planung)
- Hinterer parietaler Kortex (Bewegungsplanung) ...aktiv.



Nach viel Training:
Überwiegende Aktivität im..

- Supplementären Motor-Kortex (Steuerung von Handlungen/Bewegungen)
- Hippocampus (Abruf von Erinnerungen)

➤ Die Bewegungssequenz muss nicht mehr geplant werden, sondern kann aus dem Gedächtnis abgerufen und sofort ausgeführt werden.



Die Feinabstimmung von Bewegungsprogrammen- Die Schema Theorie

Schmidt (1988):
Schema Theorie:
Zwei Repräsentationen der Fertigkeit:

- 1) Recall memory (=„Erinnerungs-Gedächtnis“)
Das Bewegungsprogramm selbst.
- 2) Recognition memory (=„Wiedererkennungs-Gedächtnis“)
Eine Repräsentation des gewünschten Ergebnisses.

Beispiel:

Ein Basketballspieler vergleicht das Ergebnis eines Wurfs mit dem Ideal (recognition memory) und ändert das Bewegungsprogramm (recall memory) entsprechend ab, wenn der Wurf nicht das gewünschte Ergebnis hatte.



Wie viel Feedback von außen ist notwendig zur Optimierung des Bewegungsablaufs??

- z.B. beim Erlernen von Ballettfiguren?
- Periodisches Feedback ist ausreichend, um die interne Repräsentation des erwünschten Ergebnisses (Schmidts recognition memory) zu aktualisieren.
- Ständiges Feedback u. U. sogar hinderlich, da die Person sich zu sehr auf externes Feedback verlässt
- Die kognitive Verarbeitung des Feedbacks erschwert die Konzentration auf die Aufgabe

Das Erlernen eines Bewegungsprogramms beinhaltet zwei Komponenten:

- 1) Das Erlernen der generellen Struktur des Programms
- 2) Zu lernen, wie man das Programm mit unterschiedlichen Parametern verwendet

Wulf, Schmidt & Deubel (1993)

- Erlernen der generellen Struktur besser mit **periodischem Feedback**
- Lernen, wie man Bewegungsprogramme mit unterschiedlichen Parametern verwendet (etwas) besser mit **kontinuierlichem Feedback**

Zusammenfassung

Fitts & Anderson:

Das Erlernen von Fertigkeiten läuft in drei charakteristischen Stufen ab:

- 1) die kognitive Stufe
- 2) die assoziative Stufe
- 3) die autonome Stufe

Die kognitive Stufe

- 📖 Lernen nach Anleitungen oder anhand von Beispielen
- 📖 Verbalisieren der einzelnen Schritte
- 📖 Problemlösung:
 - Formen von **Operatoren**, um **Ziele** zu erreichen
 - Difference Reduction
 - Operator Subgoalig

Die assoziative Stufe

- 📖 Die Ausführung der Tätigkeit wird flüssiger und fehlerfreier
- 📖 Direkte Repräsentation des Gelernten statt Durchführung nach Anleitung (Prozeduralisierung)
- 📖 Erlernen und Anwendung von Production Rules:
wenn – dann – Beziehung

Die autonome Stufe

- 📖 Aktions-Teil der Production Rule
- 📖 Die Fertigkeit wird immer stärker automatisiert
 - Kognitive Beteiligung wird weniger
- 📖 Bewegungsfolgen werden in **Bewegungsprogrammen** abgespeichert

Das war's für heute ;)!