

Sommersemester 2006/2007

Thorsten Stein

Vorlesung:
Grundlagen der Sportmotorik

Kapitel 5: Theorien des motorisches Lernen

Dienstag, 17.30h – 19.00h

Hörsaal

Inhalt Kapitel 5

5.1 **Begriffsbestimmungen**

5.2 Motorisches Lernen und Gedächtnis

5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

5.4 Behavioristische Lerntheorien

5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

5.7 Zusammenfassung

5.8 Aufgaben

5.9 Literatur



5.1 Begriffsbestimmungen

Motorische Leistung

- jeder Versuch eine Bewegungsaufgabe zu lösen bzw. eine Bewegungsfertigkeit auszuführen führt als Ergebnis zu einer Bewegungsleistung
- *Bewegungsleistungen* sind beobachtbar u. im Idealfall auch messbare Verhaltensweisen in konkreten Situationen
- das Zustandekommen der Bewegungsleistung ist von vielen Einflussfaktoren (☞ Motivation, Konzentration, konditioneller Zustand...) abhängig
- Bewegungsleistungen werden als Indikator für das erreichte motorische Lernniveau betrachtet (vgl. Mechling & Spahr, 2004, S. 2)



5.1 Begriffsbestimmungen

Motorisches Lernen

- beherrschen einer sportlichen Technik setzt eine mehr oder weniger lange Übungsphase voraus
- Übung führt zu Veränderungen der motorischen Kontrollmechanismen, die der Bewegung zugrunde liegen
- Veränderung der motorischen Kontrollmechanismen = motorisches Lernen

Definition

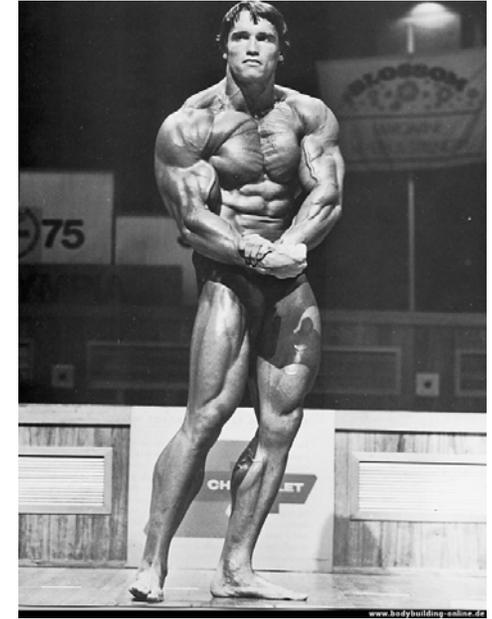
„Definitiv entspricht motorisches Lernen der erfahrungsabhängigen Veränderung der Kompetenz, in bestimmten Situationen durch ein bestimmtes Verhalten bestimmte Effekte zu erzielen.“ (Hossner & Künzell, 2003, S. 132)



5.1 Begriffsbestimmungen

Konsequenzen

- Vorübergehende Verhaltensänderungen fallen nicht unter den Lernbegriff (Wie lange ist vorübergehend?)!
- *Veränderung* ist neutral zu verstehen, d.h. auch relativ überdauernde Leistungsminderungen können als Lernen gedeutet werden
- Lernen erfolgt *erfahrungsabhängig* und nicht durch Reifung (genetische Anlage), Wachstum oder durch physiologische Anpassungen (Training)!



5.1 Begriffsbestimmungen

Konsequenzen

- *Veränderung der Kompetenz* bedeutet, dass die Verhaltensmöglichkeiten, die diese Kompetenz ausmachen, nicht unbedingt realisiert werden müssen, um dennoch als Lernprodukt anerkannt zu werden!
- der Zusatz *motorisch* kennzeichnet, dass es um die Veränderung motorischer Kontrollprozesse geht
- Motorisches Lernen meint die *Veränderung* eines spezifischen Verhaltens (motorische Fertigkeit); Veränderungen allgemeiner Leistungsvoraussetzungen (motorische Fähigkeiten) werden eher mit Training verbunden! (vgl. Hossner & Künzell, 2003, S. 132)



5.1 Begriffsbestimmungen

Leistungsmaße als Lernkriterien

- physiologische Prozesse im ZNS, die mit Lernvorgängen einhergehen, sind hochkomplex und können in ihrer Gesamtheit (noch) nicht direkt gemessen werden
- da Lernen als Prozess nur unzureichend erfassbar ist, kann Lernen nur über die Bewegungsleistung (Bewegungsergebnis) erschlossen werden
- folgende Leistungsmaße werden herangezogen
 - ▶ Geschwindigkeit (☞ Reaktionszeit, Aktionszeit, Frequenz)
 - ▶ Genauigkeit (☞ Fehleranzahl)
 - ▶ Niveau (☞ Vergleichsnormen, Auftretenshäufigkeit, Stabilität)
 - ▶ Transfer (☞ Reproduktion zu späterem Zeitpunkt, Übertragung auf andere Aufgaben)



(Magill, 1980; Pöhlmann, 1986; Singer, 1985, nach Mechling & Spahr, 2004, S. 3)



5.1 Begriffsbestimmungen

Leistungsmaße als Lernkriterien

- man schließt auf motorisches Lernen, wenn sich die Leistungsmaße wie folgt verändern:
 - ▶ die Leistungswerte verbessern sich im Zeitablauf
 - ▶ die Leistungswerte werden konstanter im Zeitablauf
 - ▶ die Leistungsverbesserung ist überdauernd (vgl. Mechling & Spahr, 2004, S. 3)



Inhalt Kapitel 5

5.1 Begriffsbestimmungen

5.2 Motorisches Lernen und Gedächtnis

5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

5.4 Behavioristische Lerntheorien

5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

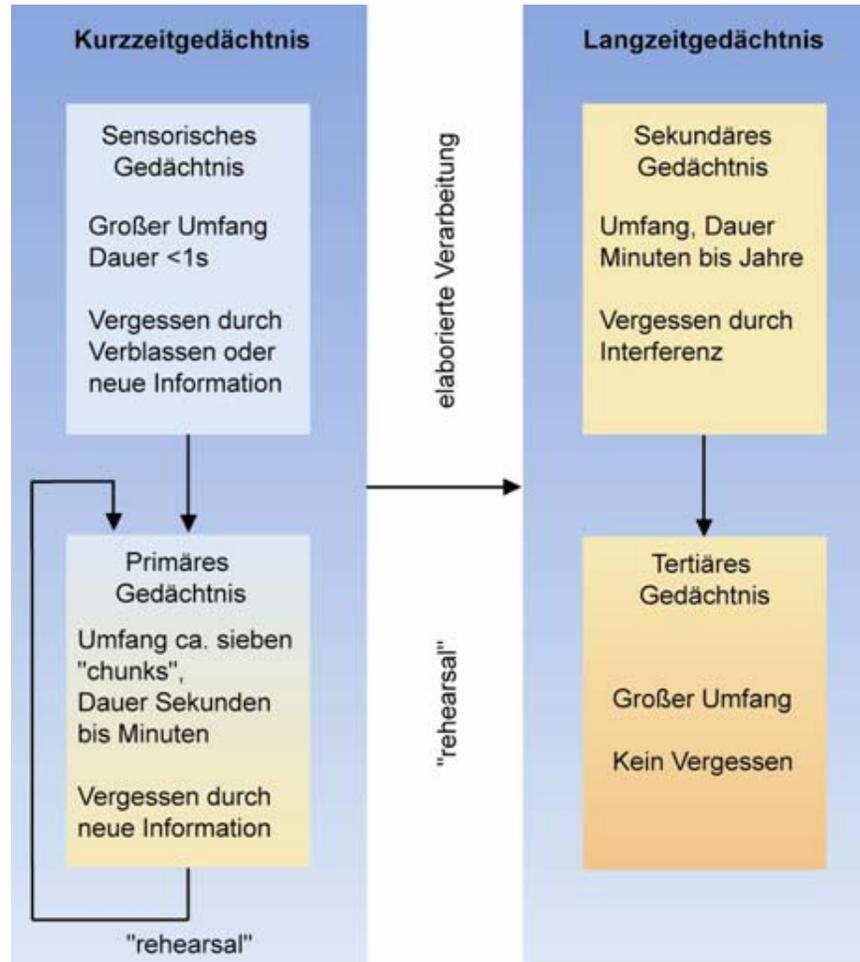
5.7 Zusammenfassung

5.8 Aufgaben

5.9 Literatur



5.2 Motorisches Lernen und Gedächtnis



Eine gute Einführung zum Thema „Motorisches Lernen und Gedächtnis“ findet man bei Magill (2001, Kap. 10)

Abb. 5.1: Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis
(Birbaumer & Schmidt, 2000, nach Olivier & Rockmann, 2003, S. 151)

Inhalt Kapitel 5

5.1 Begriffsbestimmungen

5.2 Motorisches Lernen und Gedächtnis

5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

5.4 Behavioristische Lerntheorien

5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

5.7 Motor-action Kontroverse

5.8 Zusammenfassung

5.9 Aufgaben

5.10 Literatur



5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

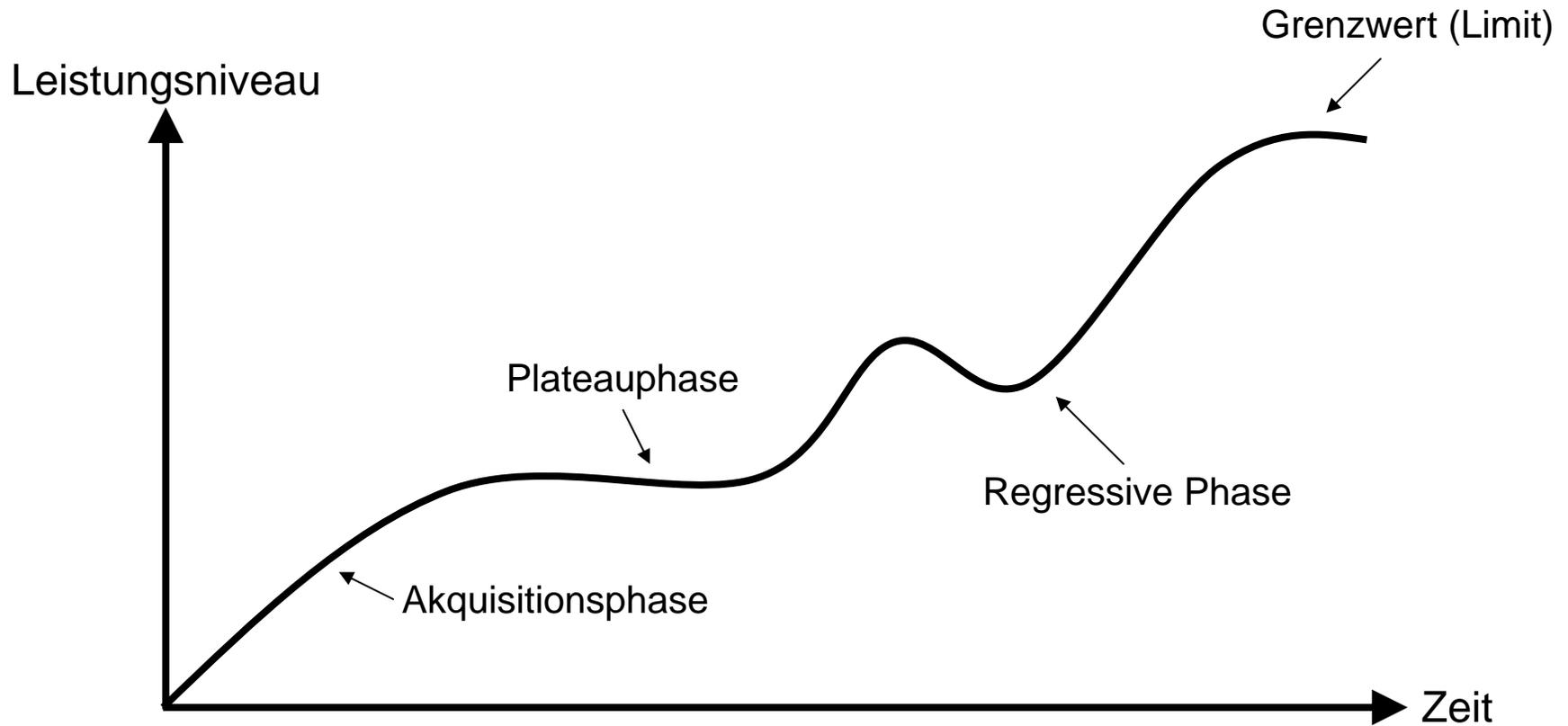


Abb. 5.2: Idealisierte Verlaufskurve eines Leistungskriteriums beim motorischen Lernen (mod. nach Loosch, 1999, S. 177)

5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

Grundlegende Annahmen

- aufgrund der Analyse von Lernkurven u. phänomenologischer Beobachtungen von Lernverläufen (vgl. Kap. 2.4) in sportlichen Trainings- u. Übungssituationen wurden Stufentheorien des motorischen Lernens entwickelt (vgl. Mechling, 2004, S. 1)
- Stufentheorien gehen von der Prämisse aus, dass motorisches Lernen sich als eine Folge von erreichbaren Zuständen beschreiben lässt, vom Novizen bis zum Experten (vgl. Rieder, 1991)
- Phasenabschnitte bieten die Grundlage für die Gestaltung des Lehr-Lernprozesses
- mittlerweile existieren diverse Stufentheorien, wobei man überwiegend zwei- oder dreiphasige Einteilungen findet (vgl. Loosch, 1999, S. 190)

Eine gute Überblicksdarstellung der gängigen Stufentheorien findet man bei Birklbauer (2006).



5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

Drei-Phasen-Modell nach Meinel und Schnabel (1998)

- aus der Perspektive einer didaktisch orientierten Bewegungslehre des Sports das bekannteste Phasenkonzept
- geht auf Meinel (1960) zurück, wird aber auch in aktuellen Ausgaben (☞ Meinel & Schnabel, 1998) der „Bewegungslehre“ aufgegriffen
- es werden drei Lernphasen unterschieden:
 - ▶ Entwicklung der Grobkoordination (1. Lernphase)
 - ▶ Entwicklung der Feinkoordination (2. Lernphase)
 - ▶ Stabilisierung der Feinkoordination und Entwicklung der variablen Verfügbarkeit (3. Lernphase)



5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

Drei-Phasen-Modell nach Meinel und Schnabel (1998)

- die drei Phasen stellen die Grundstruktur des motorischen Lernprozesse dar, unabhängig von der Sportart
- die drei Phasen sollen eine Basisorientierung für die methodische Gestaltung des motorischen Lernens bieten
- die drei Phasen kennzeichnen einen fließenden Entwicklungsprozess, der nicht umkehrbar ist
- Phaseneinteilung orientiert sich primär am äußeren Erscheinungsbild des Bewegungsablaufes
- Schnabel (1998, S. 160-194) bezieht die drei Phasen motorischen Lernens auf sein Koordinationsmodell u. beschreibt anhand des Modells wie sich die motorische Kontrolle im Lernprozess verändert



5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

1. Lernphase: Entwicklung der Grobkoordination

„Die erste Lernphase umfasst den Lernverlauf vom ersten näheren bekanntwerden mit dem zu erlernenden Bewegungsablauf bis zu einem Stadium, in dem der Lernende die Bewegung bei günstigen Bedingungen bereits ausführen kann.“ (Schnabel, 1998, S. 161)

Ablaufstruktur des Lernprozesses in der ersten Phase

- (gedankliches) Erfassen der Lernaufgabe
- erste, grobe Vorstellung (i.d.R. optisch, vielleicht auch kinästhetisch)
- erste Versuche (u.U. Lernen auf Antrieb)
- angemessene Übungsdauer
- Realisation bei günstigen Bedingungen
- geringe messbare Leistung (vgl. Schnabel, 1998, S. 161-162)



5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

Erscheinungsbild der Grobkoordination

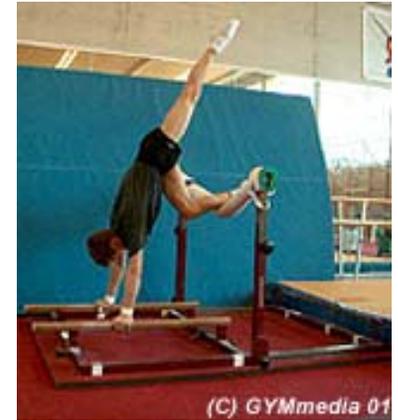
- übermäßiger u. teilweise falscher Krafteinsatz (*Bewegungsstärke*)
- zweckmäßige Wechsel von Anspannung u. Entspannung der Muskulatur noch nicht ausgeprägt (*Bewegungsrhythmus*)
- fehlende Kopplung verschiedener Phasen, d.h. es treten Stockungen u. Unterbrechungen im Bewegungsablauf auf (*Bewegungsfluss*)
- Ausholbewegungen sind noch unzweckmäßig ausgeprägt (*Bewegungsumfang*)
- Bewegungsausführung ungenügend auf die Aufgabenstellung abgestimmt (*Bewegungstempo*)
- *Bewegungspräzision* u. *Bewegungskonstanz* gering ausgeprägt (vgl. Schnabel, 1998, S. 164)



5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

Praktische Konsequenzen

- motorisches Ausgangsniveau beachten
- motorische Lernaufgabe präzise beschreiben (verbal und Demonstration)
- möglichst erste gelungene Ausführung nach wenigen Versuchen ermöglichen (Ermüdungsfreiheit, erleichterte Gerätebedingungen, Hilfestellungen)
- Hinweise und Korrekturen sparsam einsetzen
(vgl. Schnabel, 1998, S. 169-170)



5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

2. Lernphase: Entwicklung der Feinkoordination

„Die zweite Lernphase umfasst den Lernverlauf vom Erreichen des Stadiums der Grobkoordination bis zu einem Stadium, in dem der Lernende die Bewegung annähernd fehlerfrei ausführen kann.“

(Schnabel, 1998, S. 170).

Ablaufstruktur des Lernprozesses in der zweiten Phase

- Entwicklung von der Grob- zur Feinkoordination geht allgemein kontinuierlich vor sich
- Stagnationen u. regressive Phasen sind möglich
- zweite Lernphase verläuft für die einzelnen sportlichen Techniken nicht einheitlich (vgl. Schnabel, 1998, S. 171-172)



5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

Erscheinungsbild der Feinkoordination

- anfangs übermäßige Kraftaufwand ist auf das erforderliche Maß reduziert und zeitlich richtig abgestimmt (*Bewegungsstärke*)
- zweckmäßige Wechsel von Anspannung u. Entspannung der Muskulatur (*Bewegungsrhythmus*)
- zweckmäßige Ausprägung der *Bewegungskopplung*
- *Bewegungsumfänge* werden auf ein aufgaben-gemäßes Maß reduziert
- es treten keine Stockungen, Unterbrechungen u. Pausen mehr, der Bewegungsablauf ist rund (*Bewegungsfluss*)
- unter günstigen u. konstanten Rahmenbedingungen wird eine hohe *Bewegungskonstanz* u. *Bewegungspräzision* erreicht (vgl. Schnabel, 1998, S. 172-174)



5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

Erscheinungsbild der Feinkoordination

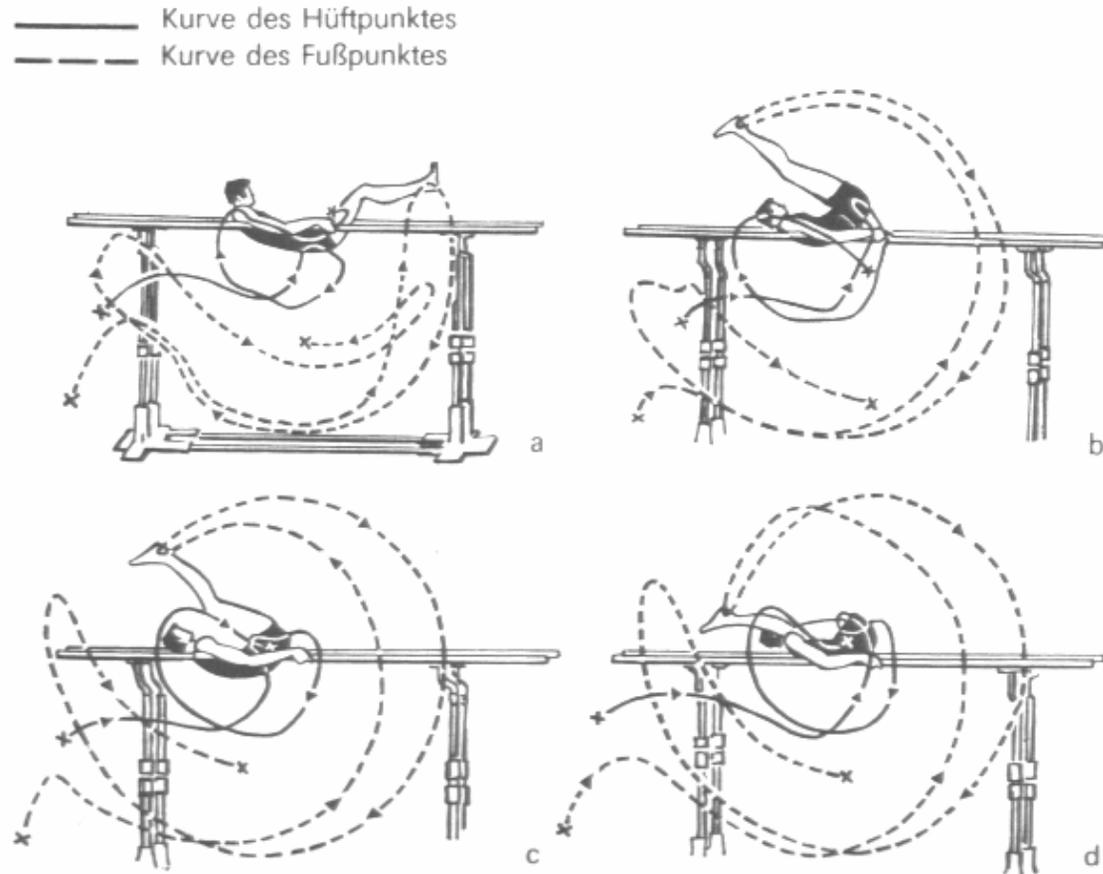


Abb. 5.3: Barrenübung: Sprung in den Oberarmhang u. Aufstemmen in den Stütz beim Rückschwung (mod. nach Schnabel, 1998, S. 173)

5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

Praktische Konsequenzen

- hohe Lernaktivität, d.h. „Arbeit an der Bewegung“, aber keine gedankenlose Wiederholungen
- Lenkung der Aufmerksamkeit auf einzelne Aspekte der Bewegung
- Feedback so einsetzen, dass der Lernende die Informationen mit seinen Detailsmpfindungen u. -vorstellungen der Bewegung verbinden kann
- kinästhetische Empfindungen über bildhafte Vergleiche sprachlich fassen u. anzusprechen
- Aufgaben zur Bewegungsbeobachtung, -beschreibung u. -beurteilung helfen bei der Herausbildung einer genauen Bewegungsvorstellung
- Umweltbedingungen moderat variieren (vgl. Schnabel, 1998, S. 181-183)



5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

3. Lernphase: Stabilisierung der Feinkoordination u. Entwicklung der variablen Verfügbarkeit

„Die dritte Lernphase umfasst den Lernverlauf vom Erreichen des Stadiums der Feinkoordination bis zu einem Stadium, in dem der Lernende die Bewegung auch unter schwierigen und ungewohnten Bedingungen sicher ausführen u. jederzeit erfolgreich anwenden kann“

(Schnabel, 1998, S. 183).

Ablaufstruktur des Lernprozesses in der dritten Phase

- relativer Abschluss des Lernprozesses
- selbst auf hohem Niveau weiteres Lernen erforderlich
- weitere Verbesserungen möglich (vgl. Schnabel, 1998, S. 183-185)



5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

Erscheinungsbild der Feinkoordination u. der variablen Verfügbarkeit

- Fertigkeit kann unter Wettkampfbedingungen erfolgreich angewendet werden, d.h. Genauigkeit und Konstanz der Leistung trotz Ermüdung, Gegnerdruck, psychischem Druck und wechselnden Bedingungen
- Bewegungsausführung weist alle Merkmale einer vollkommenen Technik auf
- Aufmerksamkeit wird von der Bewegungsausführung gelöst → freie Aufmerksamkeitsressourcen für taktische Überlegungen (vgl. Kap. 4.2.3) (vgl. Schnabel, 1998, S. 183-186)



5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

Praktische Konsequenzen

- unter sportartspezifisch variierenden Bedingungen üben (Wettkampftraining, hoher physischer und psychischer Druck)
- bewusste Fehlerkorrektur mit Zusatzinformationen (☞ Messplatztraining)
- Mentales Training (vgl. Schnabel, 1998, S. 192-194)

Mentales Training wird in Kapitel 6 thematisiert.

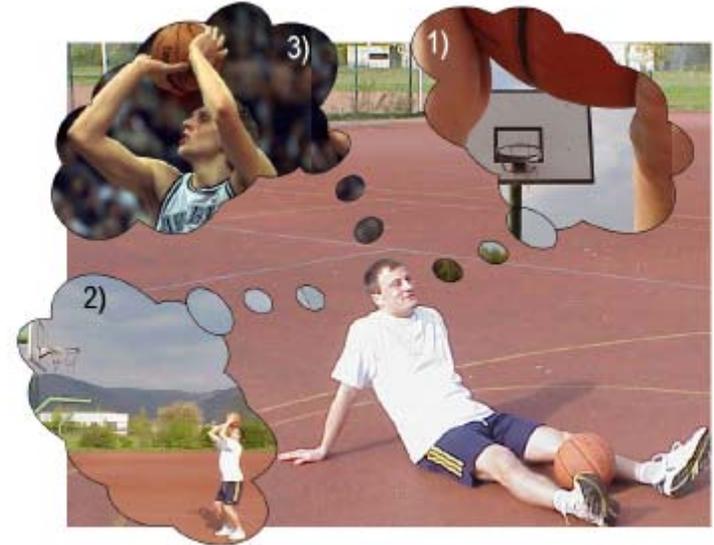


Abb. 5.4: Drei mögliche Perspektiven beim mentalen Training: 1) Innenperspektive, 2) Außenperspektive und 3) Außenperspektive eines Modells (mod. nach Erlacher, 2004, S. 11)

5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

Probleme und Kritikpunkte

- aufgrund der geringen experimentellen Absicherung handelt es sich weniger um eine motorische Lerntheorie, sondern eher um ein Konzept das trainingspraktische Empfehlungen erleichtert
- Phaseneinteilung wird primär am äußeren Erscheinungsbild festgemacht und „innere Entwicklungen“ finden zu wenig Berücksichtigung
- Phasenübergänge sind als problematisch einzustufen, da die Kriterien für den Übergang nicht trennscharf sind
- Phase der variablen Verfügbarkeit impliziert, dass im Anschluss an die ersten beiden Phasen ein verstärktes variables Training erfolgen sollte → aktuelle Befunde der Motorikforschung sprechen für eine deutliche Vorverlagerung variablen Übens (☞ Schematheorie nach Schmidt, 1975; differentielles Lernen nach Schöllhorn, 1999)



Inhalt Kapitel 5

5.1 Begriffsbestimmungen

5.2 Motorisches Lernen und Gedächtnis

5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

5.4 Behavioristische Lerntheorien

5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

5.7 Zusammenfassung

5.8 Aufgaben

5.9 Literatur



5.4 Behavioristische Lerntheorien

Historische Einordnung

- Forschungsrichtung des frühen u. mittleren 20. Jahrhunderts und damit Vorläufer der Informationsverarbeitungsansätze
- Mensch u. Tier werden als passiv auf einen äußeren Reiz (Stimulus) reagierend (response) verstanden
- daraus resultieren Bezeichnungen wie „Reiz-Reaktions-Theorie“, „Stimulus-Reaktions-Theorie“ oder „Stimulus-Response-Theorie“
- Behavioristen lehnen Spekulationen über interne Steuerungs- u. Regelungsmechanismen aufgrund forschungsmethodischer Bedenken ab



Abb. 5.5: Modellierung des Menschen als Black-Box-Modell

5.4 Behavioristische Lerntheorien

Habituation

- elementarste Form des Erwerbs von Erfahrung
- Lernen durch Gewöhnung
- unbedingter (angeborener) Reflex wird durch die wiederholte Konfrontation mit einem reflexauslösenden Reiz abgewöhnt
- es können z.B. Angst- u. Schutzreflexe durch wiederholte Darbietung der Situation allmählich reduziert werden (vgl. Loosch, 1999, S. 173)

Beispiel Handball

- unbedingter Reflex (z.B. Gesichtsschutz statt Fangen)
- Abgewöhnung des unbedingten Reflexes (Gesichtsschutz) durch wiederholte Konfrontation mit dem gleichen Reiz (Ballwurf)
- Gewöhnung an den ursprünglich reflexauslösenden Reiz (Ballwurf), d.h. jetzt Fangen statt Gesichtsschutz



5.4 Behavioristische Lerntheorien

Klassisches Konditionieren

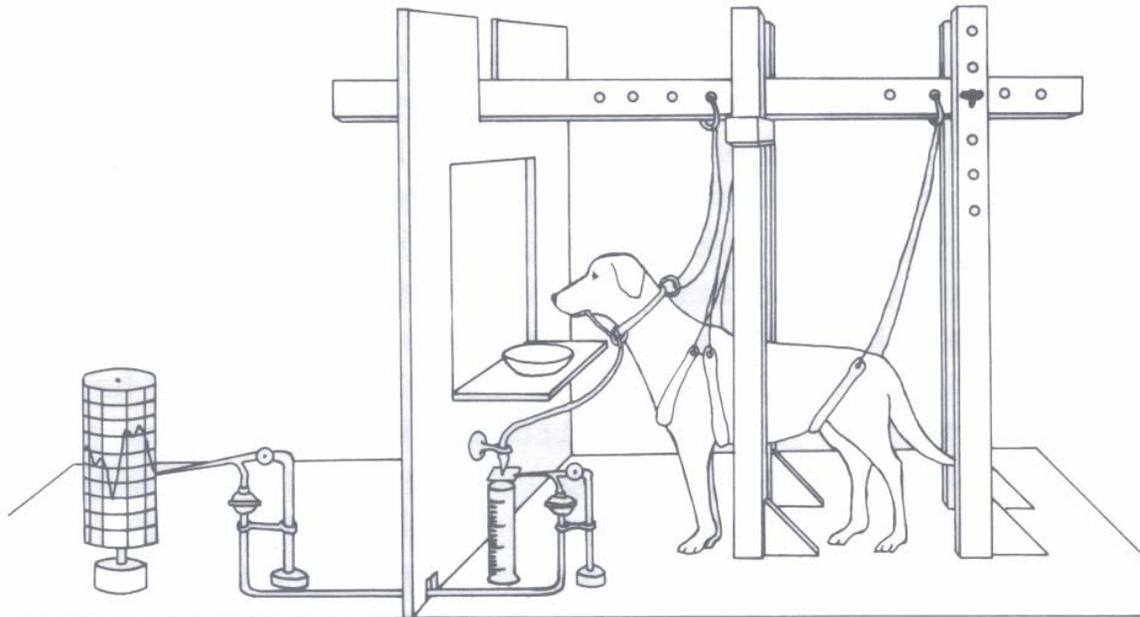


Abb. 5.6: Eine Versuchsanordnung nach Pawlow zur klassischen Konditionierung (Spada, Ernst & Ketterer, 1992, nach Olivier & Rockmann, 2003, S. 157)

5.4 Behavioristische Lerntheorien

Klassisches Konditionieren

„Beim klassischen Konditionieren löst ein neutraler Reiz, wenn er einmal oder mehrmals mit einem biologisch bedeutsamen Reiz gepaart wird und dadurch eine Assoziation zwischen diesen beiden Reizen hergestellt wird, eine Verhaltensreaktion in Abwesenheit des biologisch relevanten Reizes aus.“ (Singer & Munzert, 2000, S. 254)

Klassisches Konditionieren

- Futter (unkonditionierter Reiz) → Speichelfluss (unkonditionierte Reaktion)
Klingel (neutraler Reiz) → Aufstellen der Ohren (Orientierungsreaktion)
- Futterdarbietung u. Klingel wird mehrmals gekoppelt dargeboten
- Klingel (konditionierter Reiz) → Speichelfluss (konditionierte Reaktion)



5.4 Behavioristische Lerntheorien

Klassisches Konditionieren

- tritt ein konditionierter Reiz (☞ Klingel) wiederholt ohne Koppelung mit dem unkonditionierten Reiz (☞ Futter) auf, verliert er seine Wirksamkeit (→ *Extinktion*)
- wenn eine bedingte Reaktion aufgebaut ist, können auch dem konditionierten Reiz ähnliche Reize die konditionierte Reaktion auslösen (→ *Reizgeneralisierung*) (☞ „Der Fall des kleinen Albert Watson“)
- Begrenzung der Reizgeneralisierung möglich, indem nur der ursprünglich konditionierte Reiz (☞ Klingel) mit dem unkonditionierten Reiz (☞ Futter) dargeboten wird, während dem konditionierte Reiz ähnliche Reize wiederholt ohne den unkonditionierten Reiz dargeboten werden (→ *Reizdiskriminierung*)
- einmal konditionierter Reiz, kann eingesetzt werden, um einen weiteren Reiz zur Auslösung der gleichen Reaktion zu konditionieren (→ *Konditionierung zweiter Ordnung*) (vgl. Singer & Munzert, 2000, S. 254-255)



5.4 Behavioristische Lerntheorien

Operantes Konditionieren

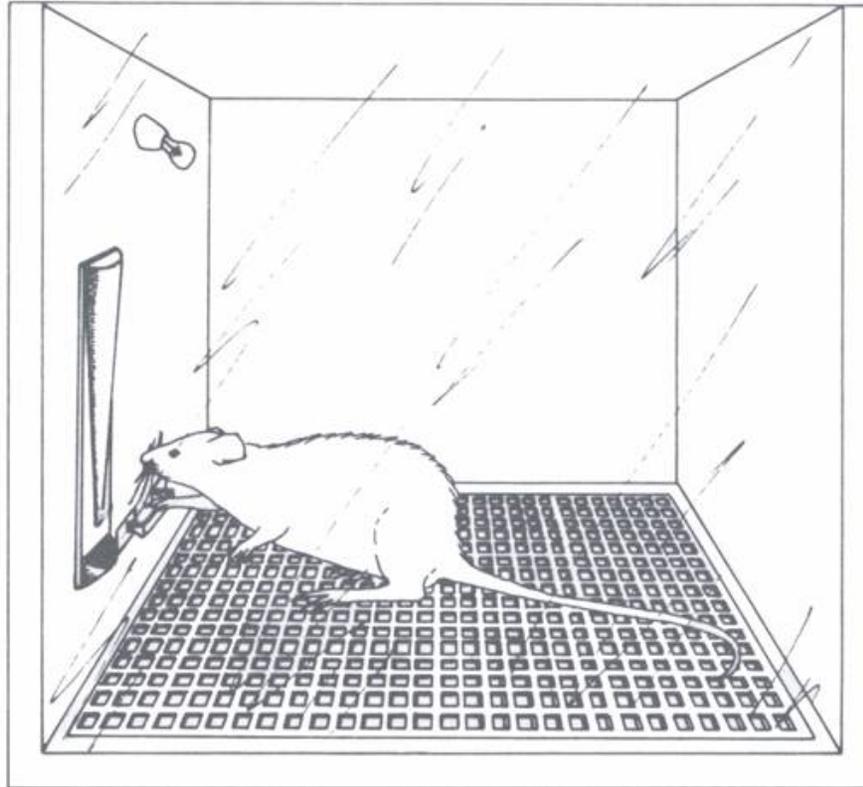


Abb. 5.7: Eine Skinner-Box zur operanten Konditionierung des Verhaltens von Ratten
(Ernst & Ketterer, 1992 , nach Olivier & Rockmann, 2003, S. 158)

5.4 Behavioristische Lerntheorien

Operantes Konditionieren

Untersuchungen zur operanten Konditionierung umfassen analog zum Vorgehen der klassischen Konditionierung vier Phasen:

1. *Ermittlung der Grundrate* (Kontrollphase): Wie häufig die Versuchstiere die zu konditionierende Verhaltensweise „Hebeldrücken pro Zeiteinheit“ ohne Verstärkung ausführen
2. *Experimentelle Verstärkungsphase* (Lernphase): Hebeldrücken wird durch Futterpille belohnt; Versuchstiere zeigen allmählich eine gezielte Betätigung des Hebels
3. *Löschung der erlernten Reaktion* (*Extinktion*): Zielverhalten wird nicht weiter verstärkt; am dieser Phase tritt der ursprüngliche Konditionierungseffekt bei der Mehrzahl der Tiere nicht mehr auf
4. *Spontanerholung*: Versuchstiere zeigen wieder das konditionierte Verhalten „Hebeldrücken“ und zwar in geringerer Ausprägung als am Ende der Lernphase, aber in höherer Ausprägung als zu Beginn (vgl. Wollny, 2006, S. 125)



5.4 Behavioristische Lerntheorien

Operantes Konditionieren

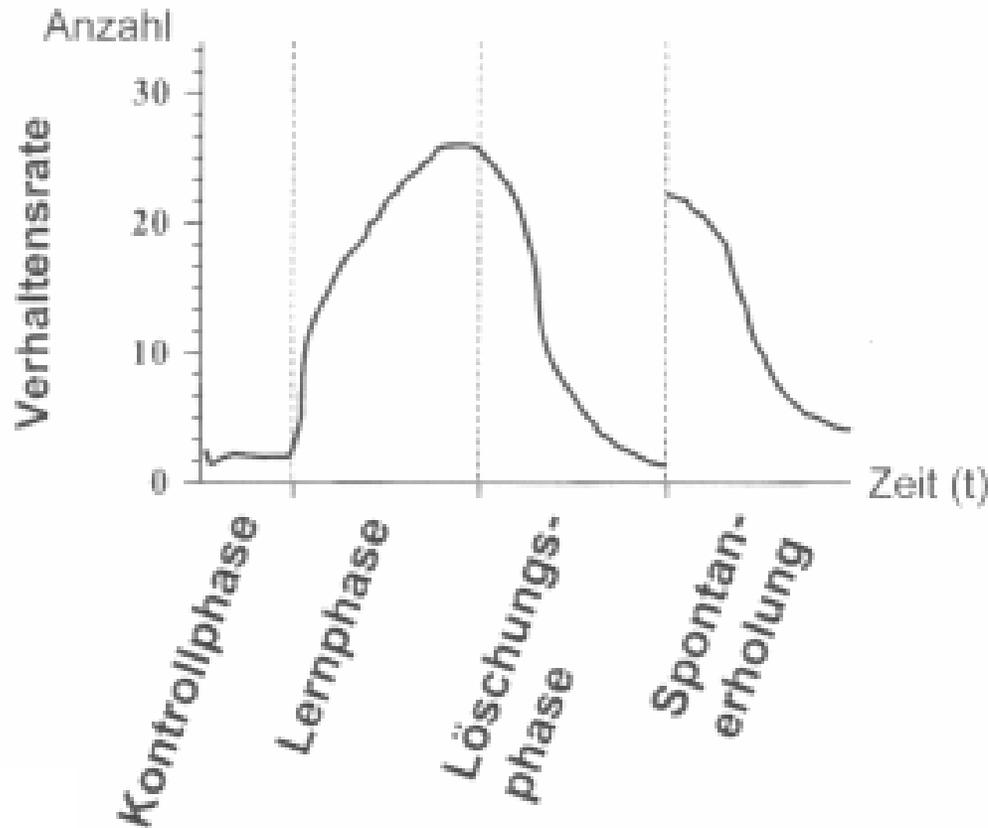


Abb. 5.8: Darstellung der verschiedenen Phasen der operanten Konditionierung (mod. nach Wollny, 2006, S. 124)



5.4 Behavioristische Lerntheorien

Operantes Konditionieren

„Bringt ein Subjekt in einer bestimmten Situation eine bestimmte Reaktion hervor und folgt dieser Reaktion ein befriedigender Zustand, so erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten dieser Reaktion in dieser (und ähnlichen) Situation(en). Folgt der Reaktion hingegen ein unbefriedigender Zustand, so verringert sich die Wahrscheinlichkeit ihres erneuten Auftretens.“ (Singer & Munzert, 2000, S. 256)

Operantes Konditionieren

- Operant heißt die Konditionierung, weil das lernende Subjekt zum Erhalt der Belohnung eine Operation ausführen muss (vgl. Loosch, 1999, S. 174)
- Verknüpfung von Situation und Reaktion hängt im wesentlichen von den folgenden Konsequenzen ab



5.4 Behavioristische Lerntheorien

Operantes Konditionieren

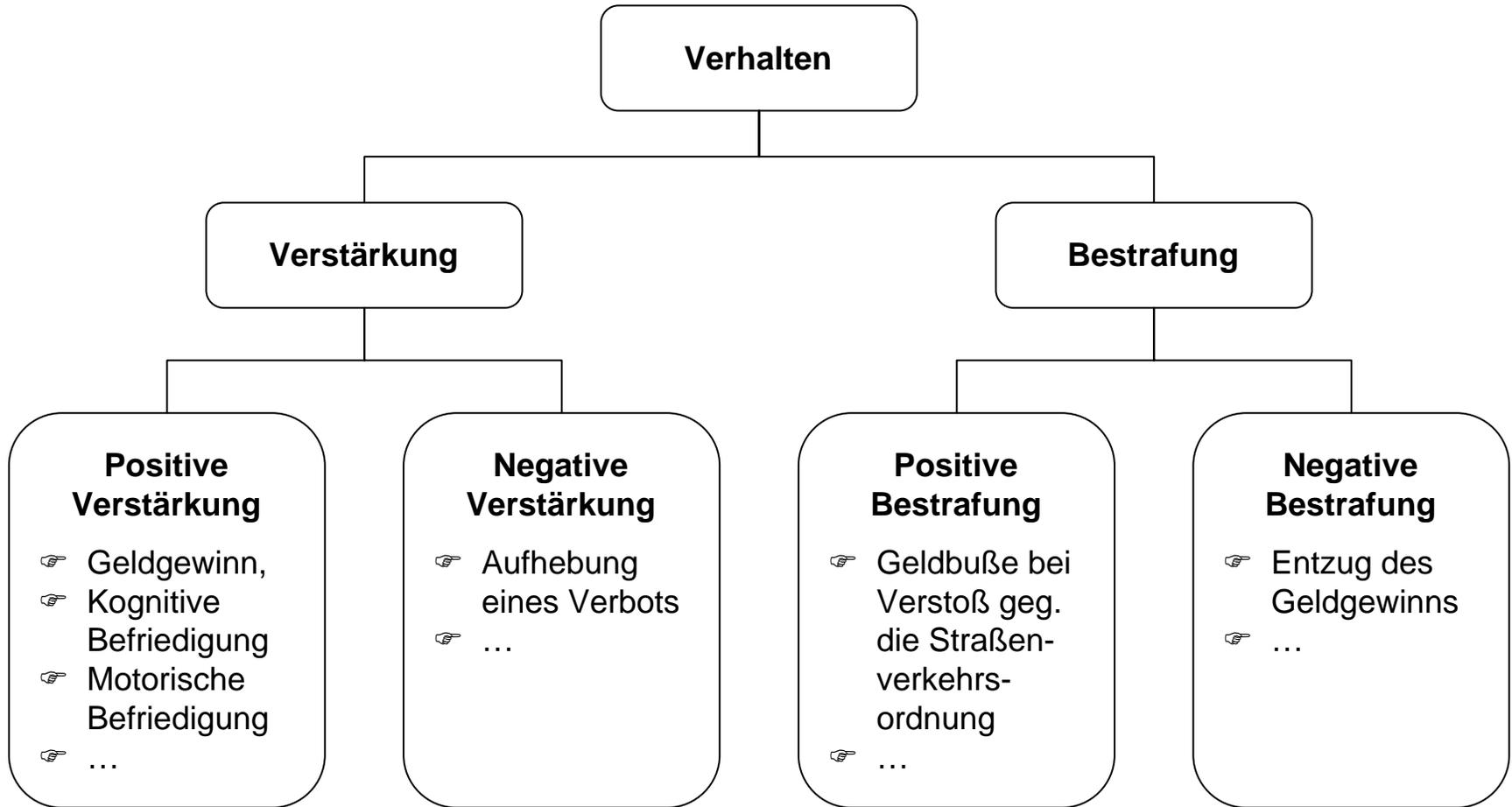


Abb. 5.9: Formen der Verstärkung u. Bestrafung kognitiver und motorischer Verhaltensweisen (mod. nach Wollny, 2006, S. 126)

5.4 Behavioristische Lerntheorien

Operantes Konditionieren

Beispiel Schulsport

Wenn im Schulsport ein Schüler eine sportliche Bewegung übt und im Anschluss vom Lehrer gelobt oder getadelt wird, so liegt eine typische Situation des operanten Konditionierens vor. Der Lehrer beeinflusst (gewollt oder ungewollt) durch sein Verhalten das des Schülers. Je nachdem, ob er ihn in seinem Tun bestätigt (positiver Reiz) oder kritisiert (negativer Reiz) wird er das entsprechende Verhalten des Schülers mehr oder weniger fördern oder unterdrücken.

(vgl. Olivier & Rockmann, 2003, S. 160)



Inhalt Kapitel 5

5.1 Begriffsbestimmungen

5.2 Motorisches Lernen und Gedächtnis

5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens

5.4 Behavioristische Lerntheorien

5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

5.7 Zusammenfassung

5.8 Aufgaben

5.9 Literatur



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Die zwei einflussreichsten Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes:

- ➔ ▪ „closed loop“-Theorie von Adams (1971)
- „Schema“-Theorie von Schmidt (1975)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

„closed loop“-Theorie von Adams (1971)

- Adams geht von zwei Arten des motorischen Gedächtnisses aus:
 - ▶ Wahrnehmungsspur („perceptual trace“)
 - ▶ Gedächtnisspur („memory trace“)
- Theorie begründet sich auf Ergebnissen experimenteller Untersuchungen mit langsamen Positionierungsaufgaben

(vgl. Olivier & Rockmann, 2003, S. 163)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

„closed loop“-Theorie von Adams (1971)

Wahrnehmungsspur

- Wahrnehmungsspur beinhaltet die sensorischen Konsequenzen der Bewegungen u. dient der fortlaufenden Bewegungsregulation
 - während der Bewegungsausführung einlaufenden sensorischen Informationen (Reafferenzen) werden als Wahrnehmungsspur im Gedächtnis gespeichert
 - setzt sich aus einzelnen sensorischen „Spuren“ der Bewegungsversuche zusammen
 - regelt die ausgeführte Bewegung (Referenzquelle), indem Sie bei Abweichungen von den gespeicherten sensorischen Konsequenzen für eine Korrektur sorgt, bis Ist- und Sollwert übereinstimmen
- ☞ Bei linearen Positionierungsaufgaben werden die sensorischen Konsequenzen beim Erreichen des Zielpunktes gespeichert

(vgl. Olivier & Rockmann, 2003, S. 163-164; Göhner, 1999, S. 159-160)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

„closed loop“-Theorie von Adams (1971)

Gedächtnisspur

- Gedächtnisspur ist ein motorisches Programm zum Auslösen der Bewegung und zur Steuerung des ersten Bewegungsteils (Bewegungsinitialisierung)
- zu Beginn der Bewegung liegen noch keine sensorischen Konsequenzen vor, also kann die Bewegung noch nicht durch die Wahrnehmungsspur kontrolliert werden (vgl. Olivier & Rockmann, 2003, S. 164)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

„closed loop“-Theorie von Adams (1971)

- motorisches Lernen ist abhängig von KR („knowledge of results“) und Übung
- Folge ist eine Präzisierung u. Stabilisierung der beiden Spuren
- bei fehlerhafter Bewegungsausführung in einem frühen Lernstadium (verbal-motorischen Phase) muss der Lernende die Relation von Wahrnehmungsspur und KR heranziehen, um den Fehler mit der Zeit zu minimieren
- weitere Übung mit KR führt zu einem immer geringeren Fehler und zu einer immer „tieferen“ Wahrnehmungsspur (motorische Phase)
- auf die „verbal-motorischen Phase“ folgt die „motorische Phase“ in der Lernen auch ohne KR möglich ist
- Gedächtnisspur wird ebenfalls durch Übung und KR verbessert (vgl. Olivier & Rockmann, 2003, S. 164-165; Göhner, 1999, S. 161)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

„closed loop“-Theorie von Adams (1971)

Kritische Würdigung

- + umfangreiches Datenmaterial, das in Laborsituationen erhoben wurde, kann erklärt werden (☞ Positionierungsaufgaben)
- + Erklärung, dass motorisches Lernen auch ohne KR möglich (motorische Phase)
- eingeschränkter Geltungsbereich (☞ langsame Positionierungsaufgaben)
- Speicherproblem
- Neuigkeitsproblem

(vgl. Olivier & Rockmann, 2003, S. 162-163; Göhner, 1999, S. 166-167)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Die zwei einflussreichsten Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes:

- „closed loop“-Theorie von Adams (1971)

- ▪ „Schema“-Theorie von Schmidt (1975)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

„Schema“-Theorie von Schmidt (1975)

- Schmidt geht von zwei Gedächtnisstrukturen aus:
 - ▶ *recall memory* für die Bewegungsproduktion
 - ▶ *recognition memory* zur Bewegungsevaluation
- Schema-Theorie baut auf der GMP-Theorie (Kapitel 4) auf, wobei ein Schema eine Regel ist, die sich auf der Grundlage von gesammelten Erfahrungen ausbildet (vgl. Schmidt & Lee, 1999, S. 418)
- nachdem eine Bewegung (☞ Wurf) unter Zuhilfenahme eines GMPs ausgeführt wurde, werden die folgenden vier Informationen gespeichert:
 - ▶ Anfangsbedingungen
 - ▶ GMP-Parameter (absolute Bewegungsdauer, absolute Krafteinsatz, Muskelauswahl)
 - ▶ Bewegungsergebnis
 - ▶ Sensorische Konsequenzen

Eine ausführliche u. kritische Darstellung der GMP- u. Schema-Theorie findet man bei Wiemeyer (1992a, b)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

- vier Informationen werden solange gespeichert, bis der Ausführende in der Lage ist, abstrakte Beziehungen zwischen den vier Informationsbereichen herzustellen
- Abstraktionen zwischen den Informationsbereichen führen zur Bildung von zwei Schemata:
 - ▶ *Recall-Schema* für die Bewegungsproduktion
 - ▶ *Recognition-Schema* zur Bewegungsevaluation



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

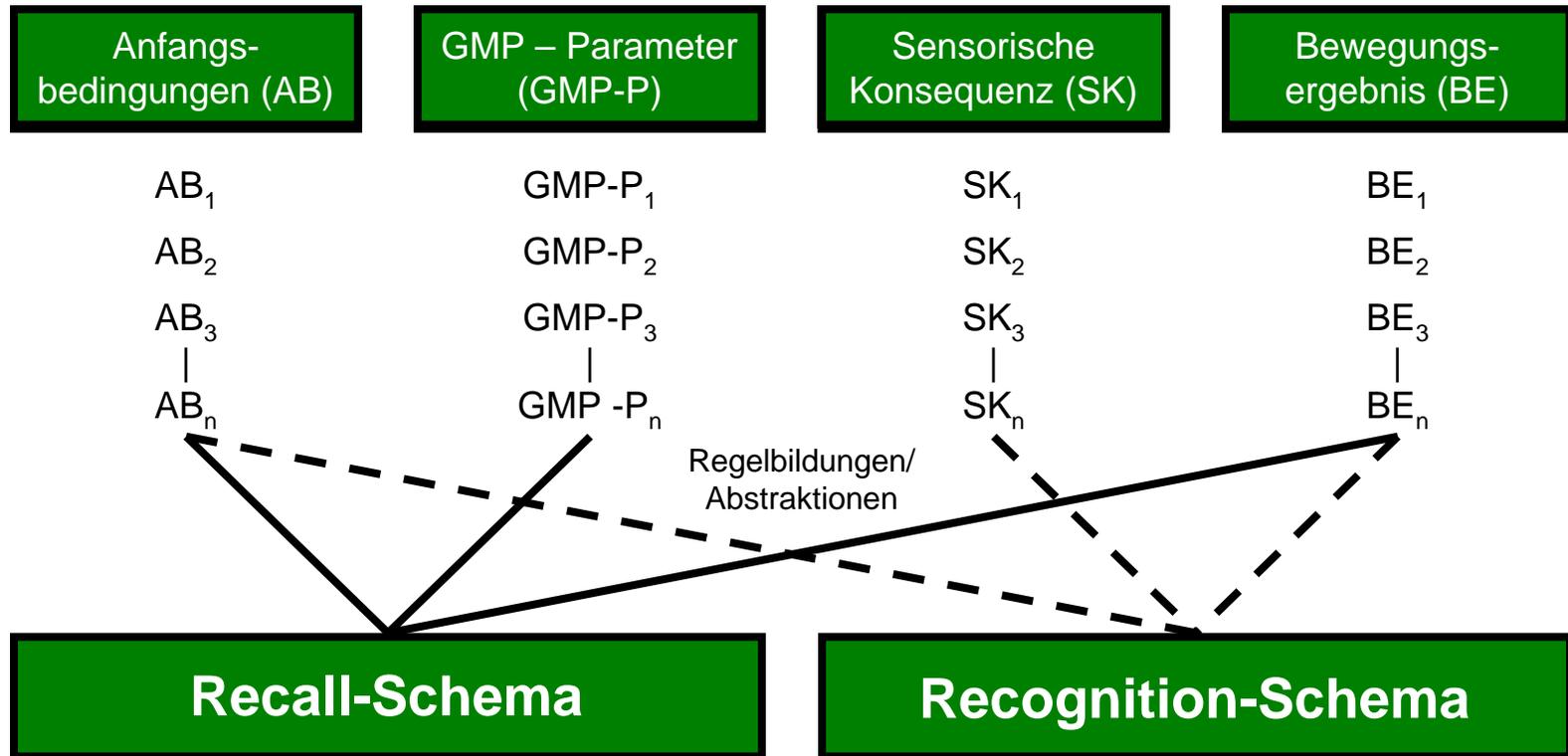


Abb. 5.10: Informationelle Grundlage des Recall u. Recognition Schemas (mod. nach Wiemeyer, 2004, Kap. 5)

5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Wie bildet sich das Recall-Schema genau aus?

- Standwurf im Basketball soll erlernt werden, wobei immer mit dem gleichen Ball geübt wird (Anfangsbedingungen)
- bei konstantem Abflugwinkel und konstanter Abflughöhe des Balles ist die Flugweite von der Abfluggeschwindigkeit u. damit vom Beschleunigungskraftstoß abhängig
- der GMP-Parameter *absolute Kraft* muss nun so angepasst werden, dass der passende Beschleunigungskraftstoß produziert wird
- zu Beginn des Lernprozesses wird das erzielte Ergebnis selten dem angestrebten Ergebnis entsprechen, daher werden in den folgenden Versuchen verschiedene Parametrisierungen des GMPs probiert



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

- es liegen nach einiger Zeit so viele Datenpaare wie Ausführungsversuche vor, wobei sich jedes Datenpaar aus der gewählten Parameterausprägung (absolute Kraft) u. dem Bewegungsergebnis (Wurfweite) zusammensetzt (Abb. 5.11)
- mit der Zeit bildet sich das Recall-Schema aus, d.h. es wird eine Regel gespeichert, die die Beziehung der beiden Größen absolute Kraft undwurfweite widerspiegelt
- die Originaldaten („individual movement“) werden gelöscht
- das Schema kann durch eine Regressionsfunktion, das ist die Gerade, deren Lage den Positionen der einzelnen Datenpunkte am besten entspricht, veranschaulicht werden (vgl. Olivier & Rockmann, 2003, S. 169-170)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

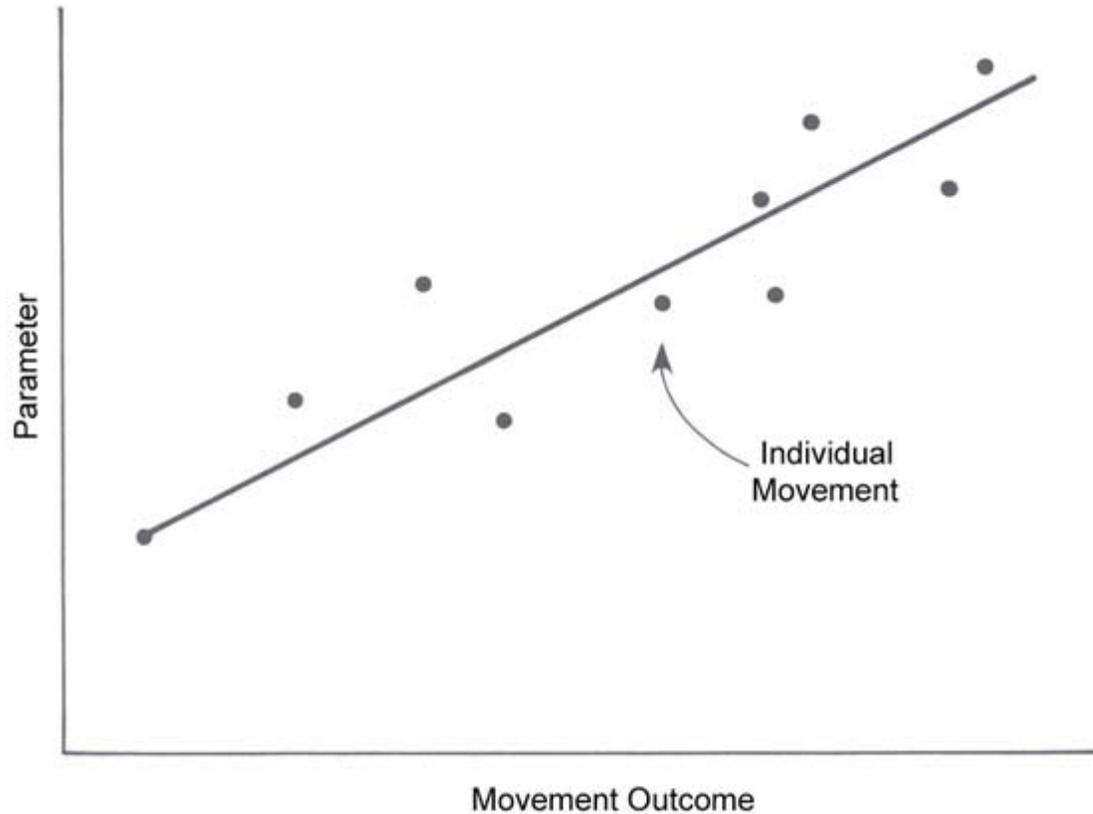


Abb. 5.11: Hypothetische Beziehung zwischen dem „Movement Outcome“ (☞ Wurfweite) und dem GMP-Parameter „absolute Kraft“ (mod. nach Schmidt & Lee, 1999, S. 372)

5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

- bei veränderlichen Anfangsbedingungen (☞ anderer Ball) müssen die Parameter entsprechend angepasst werden
- da bei jeder Bewegungsausführung nicht nur die GMP-Parameter und das Bewegungsergebnis gespeichert wurden, sondern auch die Anfangsbedingungen, sind diese Teil der Beziehungsregel bzw. des Recall-Schemas
- die verschiedenen Anfangsbedingungen sind in Abb. 5.12 durch unterschiedliche Regressionsgeraden dargestellt
- im Laufe des Übungsprozesses verbessert sich die Stärke des Schemas, so dass es eine immer präzisere Parameterauswahl erlaubt

(vgl. Olivier & Rockmann, 2003, S. 170)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

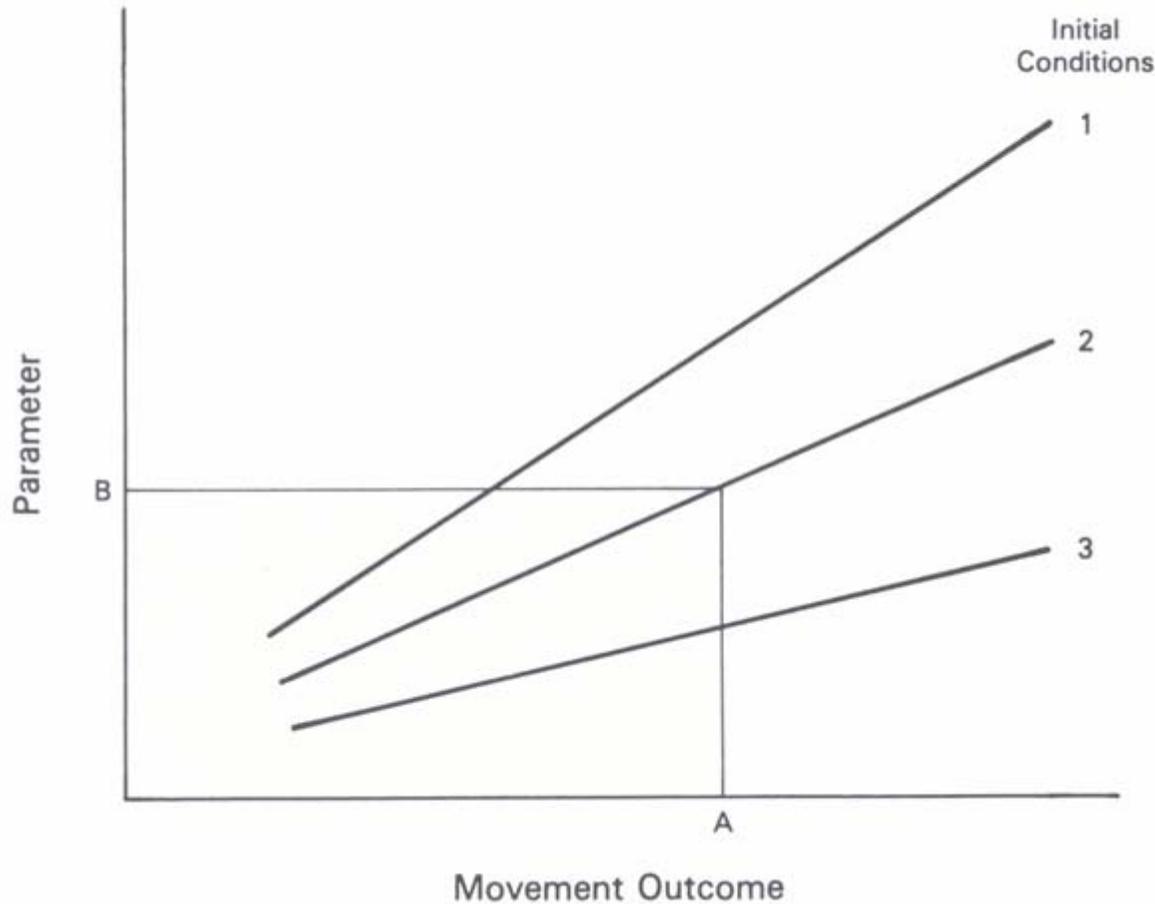


Abb. 5.12: Hypothetische Beziehung zwischen dem „Movement Outcome“ (☞ Wurfweite) und dem GMP- Parameter „absolute Kraft“ bei unterschiedlichen Anfangsbedingungen („Initial Conditions“) (mod. nach Schmidt & Lee, 1999, S. 372)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Wie bildet sich das Recognition-Schema genau aus?

- Recognition-Schema formt sich nach dem gleichen Prinzip aus wie das Recall-Schema
- neben den Anfangsbedingungen u. dem Bewegungsergebnis werden die *sensorischen Konsequenzen* zur Ausbildung des Schemas herangezogen
- Recognition-Schema fungiert als Referenzgröße zwischen den bei einer Bewegungsausführung erwarteten sensorischen Konsequenzen u. den tatsächlichen sensorischen Konsequenzen
- mit zunehmender Übung wird das Recognition-Schema stabiler und erlaubt eine immer genauere Vorhersage der zu erwarteten sensorischen Konsequenzen (vgl. Olivier & Rockmann, 2003, S. 172-173)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

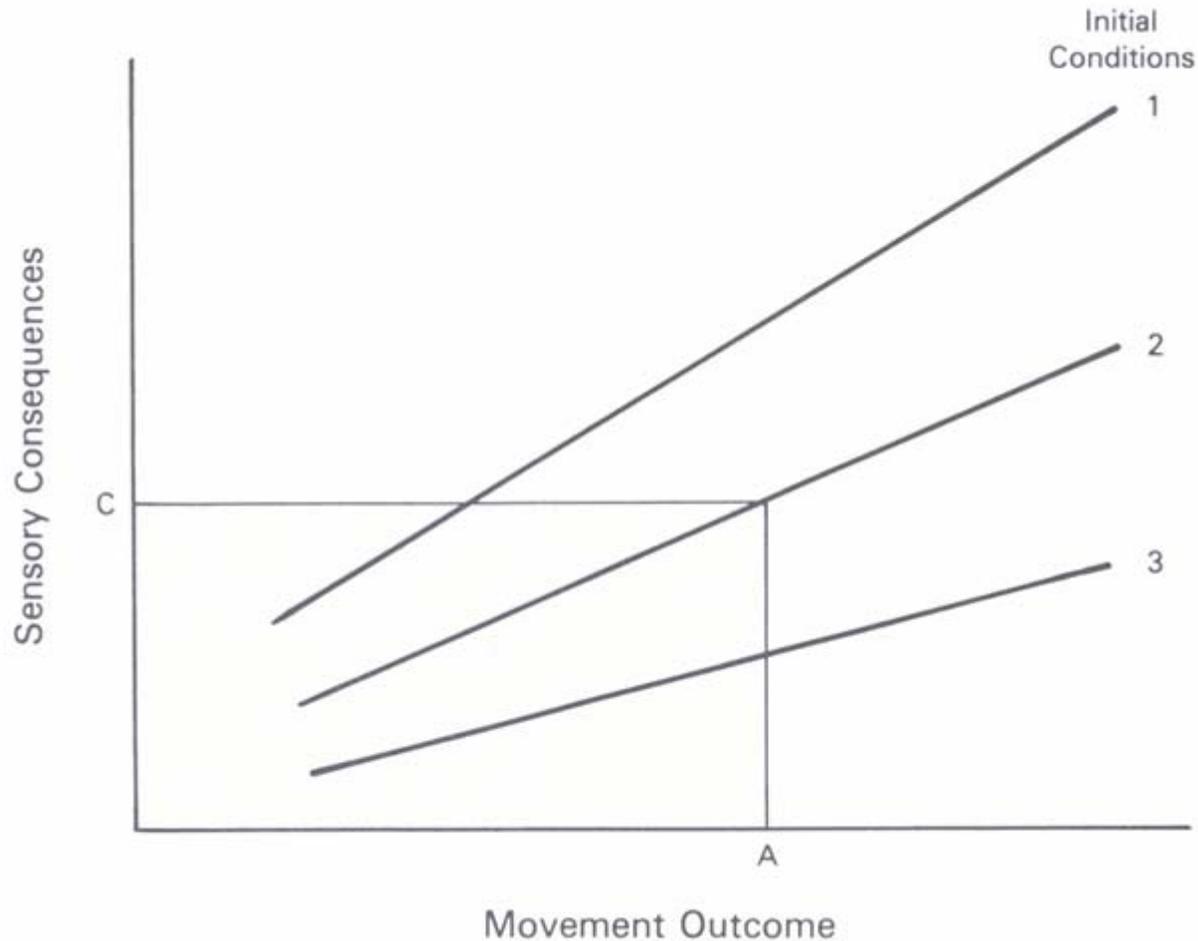


Abb. 5.13: Hypothetische Beziehung zwischen dem „Movement Outcome“ (☞ Wurfweite) und den sensorischen Konsequenzen bei unterschiedlichen Anfangsbedingungen („Initial Conditions“) (mod. nach Schmidt & Lee, 1999, S. 373)

5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

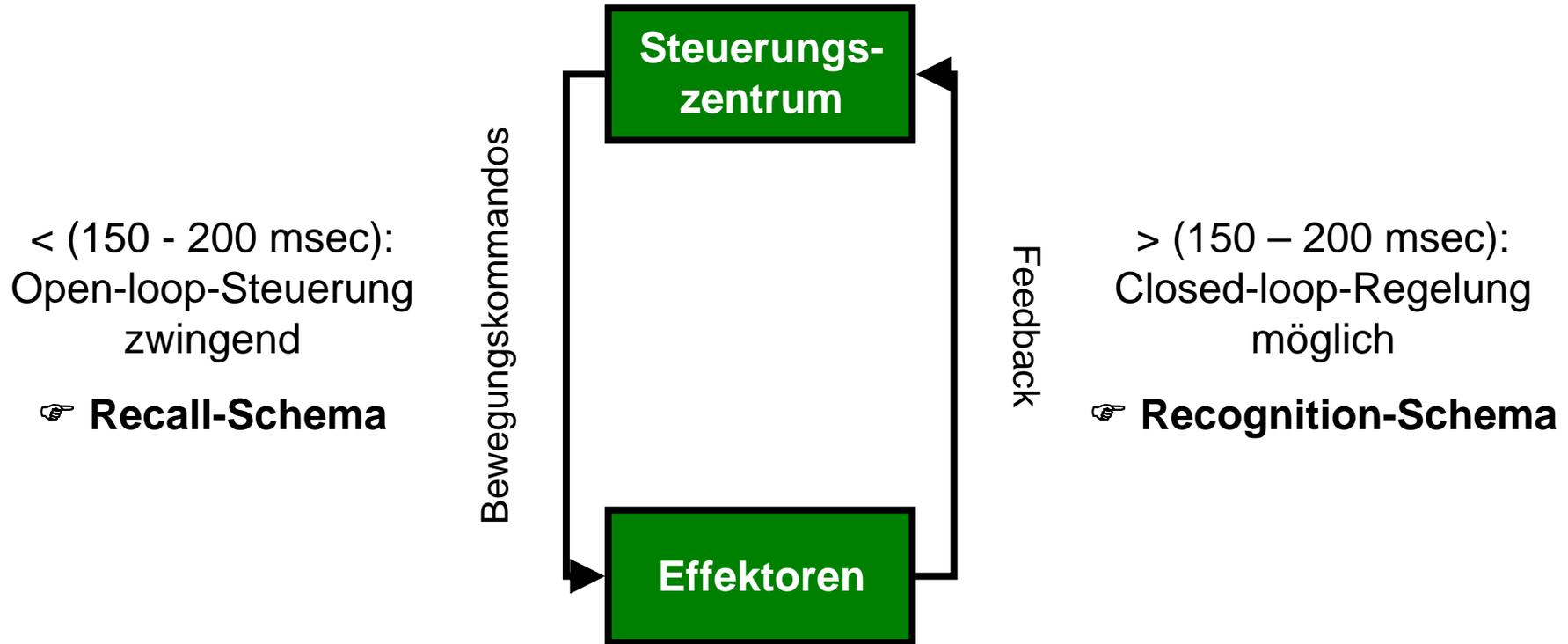


Abb. 5.14: Open-Loop-Steuerung und Closed-Loop-Regelung menschlicher Bewegungen nach der Schema-Theorie

Problem: Schmidt erklärt wie sich die beiden Schemata für ein bereits existierendes GMP ausbilden – Wie aber entsteht das GMP?

5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

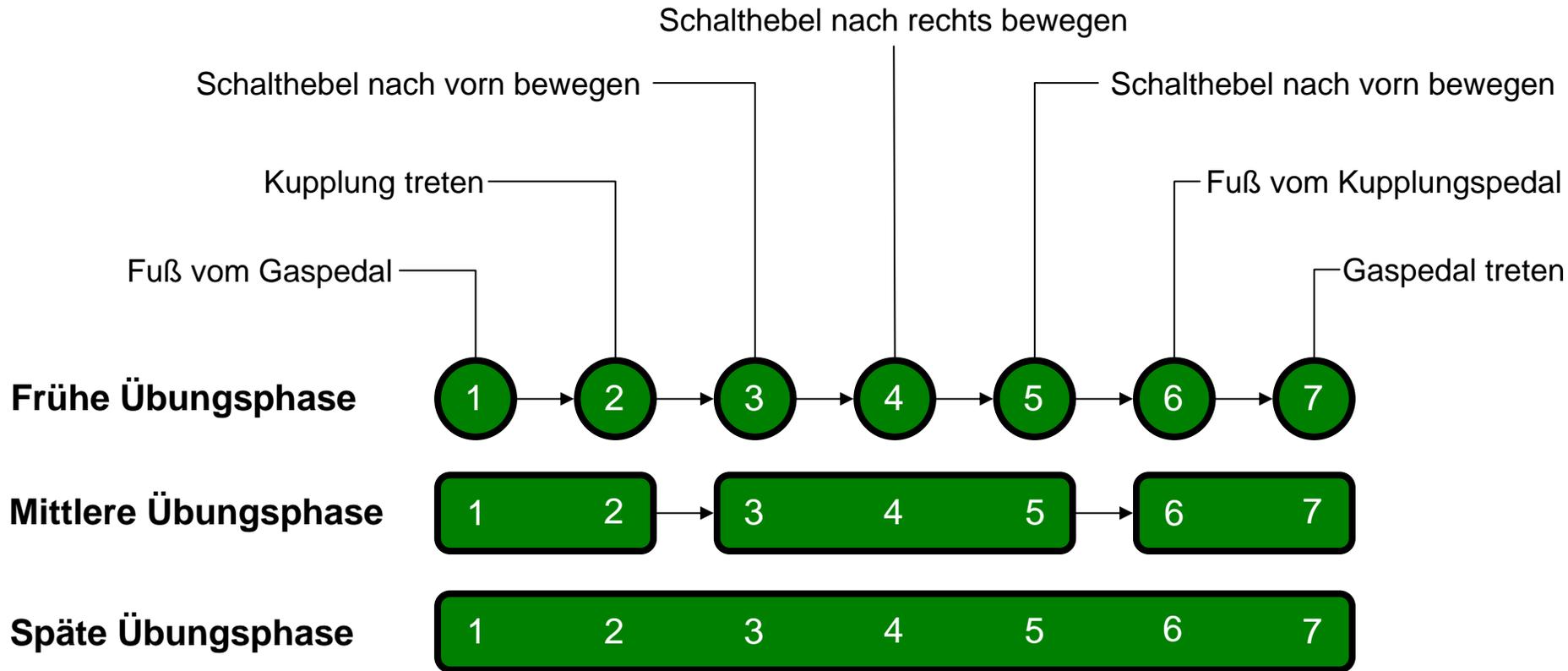


Abb. 5.15: Die Schalthebel-Analogie (mod. nach Schmidt & Lee, 1999, S. 378)

- Wo kommen die zu Beginn des Lernprozesses vorhandenen kleinen motorischen Programme her?
- Möglicherweise geschieht dies sehr früh in der individuellen Entwicklung durch die Modifikation von Reflexen!

5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Motorisches Lernen zwischen Labor und Sportplatz

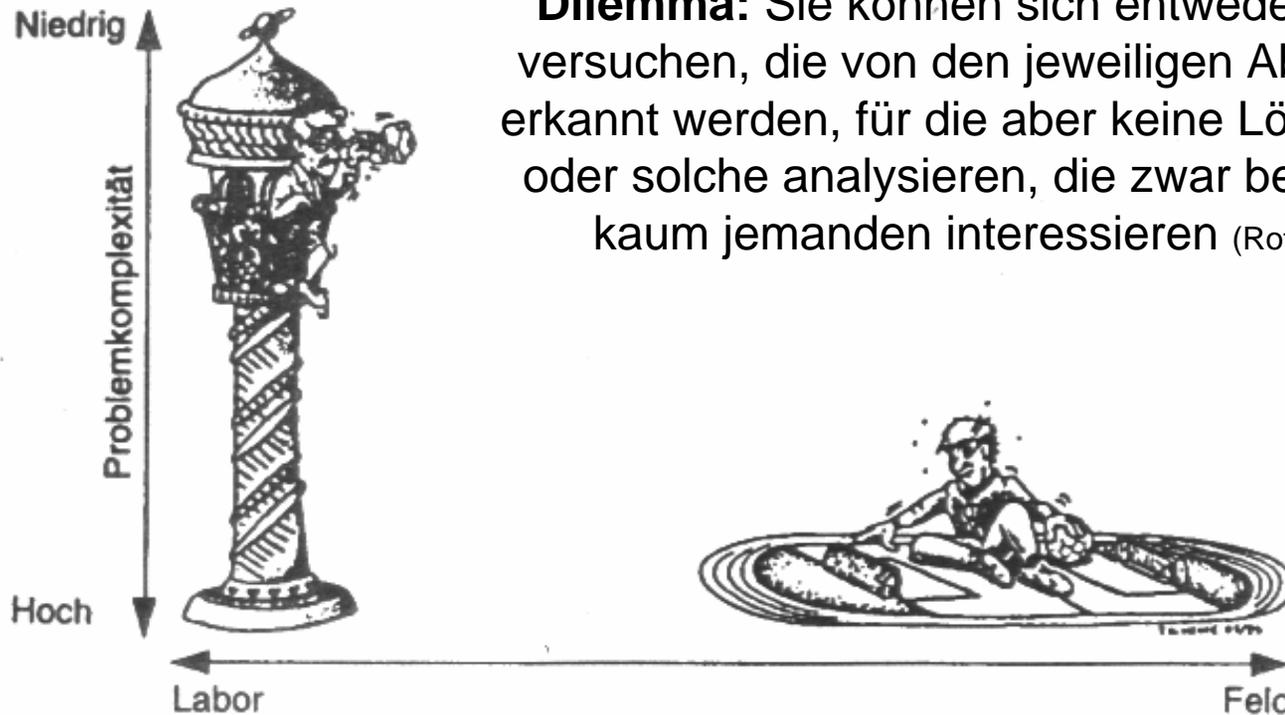
„Hältst Du für so lang das Leben, dass bis ans Grab Du Theorien nur studierst?“ (Emerich Madach, 1823-1864)

„Wer sich der Praxis hingibt ohne geordnetes Wissen, ist wie ein Steuermann, der ein Schiff ohne Ruder und Kompass besteigt und nie weiß, wohin er fährt.“ (Leonardo da Vinci, 1452-1519)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Motorisches Lernen zwischen Labor und Sportplatz



Dilemma: Sie können sich entweder an Fragestellungen versuchen, die von den jeweiligen Abnehmern als relevant erkannt werden, für die aber keine Lösungen zu finden sind, oder solche analysieren, die zwar beantwortbar sind, aber kaum jemanden interessieren (Roth & Hossner, 1992, S.184).

Abb. 5.16: Theorie-Praxis-Graben (mod. nach Roth, 1996, 17)

5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Motorisches Lernen zwischen Labor und Sportplatz



Welche Bedeutung
haben GMP- u. Schema-
Theorie für die Praxis?



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Brückenschlag zwischen Theorie und Praxis

- Das Neulernen einer motorischen Fertigkeit entspricht der **Aneignung eines GMPs**, in dem die strukturellen, fertigkeitsspezifischen Invarianten festgeschrieben sind (Bewegungsgrundmuster), nicht aber die variablen, austauschbaren Programmparameter!
- Nach den ersten erfolgreichen Versuchen sind die Ausführungen in der Regel noch störanfällig und durch Ungenauigkeiten in der Bewegungsprogrammierung gekennzeichnet, d.h. das **Recall- und Recognition-Schema** sind noch nicht ausgebildet! (vgl. Roth, 2003)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Brückenschlag zwischen Theorie und Praxis: GMP-Lernen

- Neulernen komplexer motorischer Fertigkeiten kann Novizen überfordern
- Komplexitätsreduktion mit spezifischen theoriegeleiteten Vereinfachungsstrategien

- ➔
1. **Überforderungsaspekt:** Programmlänge
Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Verkürzung der Programmlänge
 2. **Überforderungsaspekt:** Programmbreite
Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Verringerung der Programmbreite
Prinzip der Invariantenunterstützung
 3. **Überforderungsaspekt:** Parameteranforderungen
Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Parameterveränderung

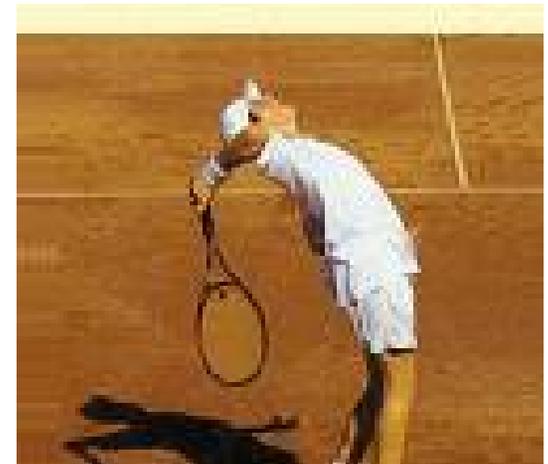


5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

1. Überforderungsaspekt: Programmlänge

Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Verkürzung der Programmlänge

- Gesamtbewegung zu lang, d.h. zu viele Teile zeitlich - nacheinander (sukzessiv) zu bewältigen
 - GMP muss in seiner Länge reduziert werden, d.h. in kleinere Abschnitte zerlegt werden
- ☞ Vereinfachung beim Erlernen des Aufschlags im Tennis



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

1. Überforderungsaspekt: Programmlänge

Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Verkürzung der Programmlänge

- GMP-Verkürzungen nur wirksam, wenn Zieltechnik durch gut isolierbare, nacheinander ausführbare Bewegungsteile gekennzeichnet ist
- bei engen Verzahnungen zwischen sukzessiv aufeinander abfolgenden Einzelabschnitten ist von der Trennung abzuraten
- bei zyklischen Bewegungen (☞ Schwimmen, Rudern...) ist es eher unüblich Haupt- von den Zwischenphasen zu trennen bzw. Einzelzyklen zu trainieren
- Bei azyklische Bewegungen kann die Vereinfachungsstrategie angewendet werden, aber auch hier existieren Ausnahmen (☞ Salti, Schrauben...) (vgl. Roth, 2003, S. 31-32)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Brückenschlag zwischen Theorie und Praxis: GMP-Lernen

- Neulernen komplexer motorischer Fertigkeiten kann Novizen überfordern
- Komplexitätsreduktion mit spezifischen theoriegeleiteten Vereinfachungsstrategien

1. Überforderungsaspekt: Programmlänge
Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Verkürzung der Programmlänge

 2. Überforderungsaspekt: Programmbreite
Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Verringerung der Programmbreite
Prinzip der Invariantenunterstützung

3. Überforderungsaspekt: Parameteranforderungen
Prinzip der Parameterveränderung



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

2. Überforderungsaspekt: **Programmbreite**

Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Verringerung der Programmbreite
Prinzip der Invariantenunterstützung

- Gesamtbewegung zu „breit“, d.h. zu viele Bewegungsaktionen gleichzeitig (simultan) zu koordinieren

- GMP muss in seiner Breite reduziert werden

☞ im Schwimmen werden Arm- und Beinbewegungen isoliert voneinander vermittelt



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

2. Überforderungsaspekt: Programmbreite

Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Verringerung der Programmbreite
Prinzip der Invariantenunterstützung

- Reduktion der GMP-Breite nur wirksam, wenn Zieltechnik durch gut isolierbare, gleichzeitig ausführbare Bewegungsteile gekennzeichnet ist
- bei engen Verzahnungen zwischen simultan zu koordinierenden Aktivitäten ist von der Trennung abzuraten
- bei nichtalternierenden zyklischen Bewegungen (☞ Rudern) und Techniken, die durch einen geregelten Wechsel in der rechten u. linken Körperhälfte charakterisiert sind (☞ Radfahren) ist von der Anwendung des Prinzips abzusehen
(vgl. Roth, 2003, S. 31-32)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

2. Überforderungsaspekt: Programmbreite

Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Verringerung der Programmbreite
Prinzip der Invariantenunterstützung

- *Rhythmusvorgaben* (akustisch) ☞ Sportlehrer verdeutlicht die zeitlichen Schlüsselstellen der Technik durch Zurufe („Und Jetzt“), rhythmisches Sprechen, Zählen oder Klatschbewegungen
- *Orientierungsvorgaben* (visuell) ☞ Verbesserung der räumlich-zeitlichen Ablaufgenauigkeit durch Markierungspunkte beim Erlernen des Hochsprunganlaufs
- *Bewegungsführende Hilfen* (taktile, kinästhetisch) ☞ Hilfestellungen bei Übungen im Gerätturnen (vgl. Roth, 2003, S. 33-34)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

2. Überforderungsaspekt: Programmbreite

Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Verringerung der Programmbreite
Prinzip der Invariantenunterstützung

- Verringerung der Präzisionsanforderungen für die Programminvarianten bzw. Erhöhung der Fehlertoleranzen
- Vereinfachungen dieser Art besonders wichtig, wenn geringfügige Abweichungen in der Bewegungsausführung bereits zum Misslingen der Gesamtbewegung führen
(vgl. Roth, 2003, S. 34-35)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Brückenschlag zwischen Theorie und Praxis: GMP-Lernen

- Neulernen komplexer motorischer Fertigkeiten kann Novizen überfordern
- Komplexitätsreduktion mit spezifischen theoriegeleiteten Vereinfachungsstrategien

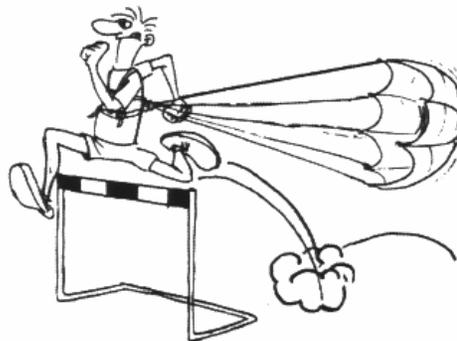
1. **Überforderungsaspekt:** Programmlänge
Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Verkürzung der Programmlänge
2. **Überforderungsaspekt:** Programmbreite
Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Verringerung der Programmbreite
Prinzip der Invariantenunterstützung
- ➔ 3. **Überforderungsaspekt:** Parameteranforderungen
Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Parameterveränderung



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

3. Überforderungsaspekt: Parameteranforderungen
Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Parameterveränderung
1. *Ablaufgeschwindigkeit der Bewegung ist zu hoch*
 - Bewegungen zu Beginn langsamer üben (Slow-Motion-Üben)
 - Geschwindigkeitsreduktion darf nicht zur Modifikation/Zerfall der invarianten Programmstrukturen führen!
- ☞ Speerwurfanlauf zunächst mit Geh- und nicht Laufgeschw. schulen

(vgl. Roth, 2003, S. 35-36)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

3. Überforderungsaspekt: Parameteranforderungen
Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Parameterveränderung
2. *Zu kurze Bewegungsdauer*
 - Lernende wird bei gleichbleibenden Ausführungsgeschwindigkeiten durch Vergrößerungen des Bewegungsumfanges unterstützt
 - ☞ Erhöhte Absprungflächen oder Sprunghilfen im Gerätturnen, um den Zeitdruck bei Rotationsbewegungen zu mindern (vgl. Roth, 2003, S. 35)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

3. Überforderungsaspekt: Parameteranforderungen

Vereinfachungsstrategie: Prinzip der Parameterveränderung

3. *Zu hohe Kraftanforderungen*

- Novizen üben zunächst mit geringeren Intensitäten oder zeitlichlichen Ausdehnungen der Krafteinsätze
- ☞ Wurf- u. Stoßtechniken in der Leichtathletik werden mit kleineren, leichteren Sportgeräten durchgeführt (vgl. Roth, 2003, S. 35)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Bemerkungen zu den vorgestellten Vereinfachungsstrategien

- Schwierigkeiten beim Erlernen der Programminvarianten (Programmlänge, -breite) können auch auf unzureichend ausgebildete allgemeine koordinative Basis zurückgeführt werden
- Schwierigkeiten mit den variablen Parametern Bewegungsgeschwindigkeit, -zeit u. -dynamik können auch auf unzureichend ausgebildete Kraft-, Ausdauer- oder Schnelligkeitsfähigkeiten zurückgeführt werden
- Erlernen motorischer Fertigkeiten wird auch durch Faktoren wie Angst, Unsicherheit, Motivation, Konzentration usw. beeinflusst (vgl. Roth, 2003, S. 36-37)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Brückenschlag zwischen Theorie und Praxis

- Das Neulernen einer motorischen Fertigkeit entspricht der **Aneignung eines GMPs**, in dem die strukturellen, fertigkeitsspezifischen Invarianten festgeschrieben sind (Bewegungsgrundmuster), nicht aber die variablen, austauschbaren Programmparameter!
- ➔ ▪ Nach den ersten erfolgreichen Versuchen sind die Ausführungen in der Regel noch störanfällig und durch Ungenauigkeiten in der Bewegungsprogrammierung gekennzeichnet, d.h. das **Recall- und Recognition-Schema** sind noch nicht ausgebildet! (vgl. Roth, 2003)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Brückenschlag zwischen Theorie und Praxis: Schema-Lernen

- die Stärke beider Schemata ist abhängig von der Rückmeldung des Bewegungsergebnisses (Knowledge of Results (KR))!
- nach der Schema-Theorie sollte variables Üben monotonem Üben überlegen sein → „*Variability-of-Practice*“ Hypothese!

(variables u. monotonem Üben aus der Sicht der Schema-Theorie betrifft konstante oder veränderliche Anfangsbedingungen, GMP-Parameter u. sensorische Konsequenzen)



5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

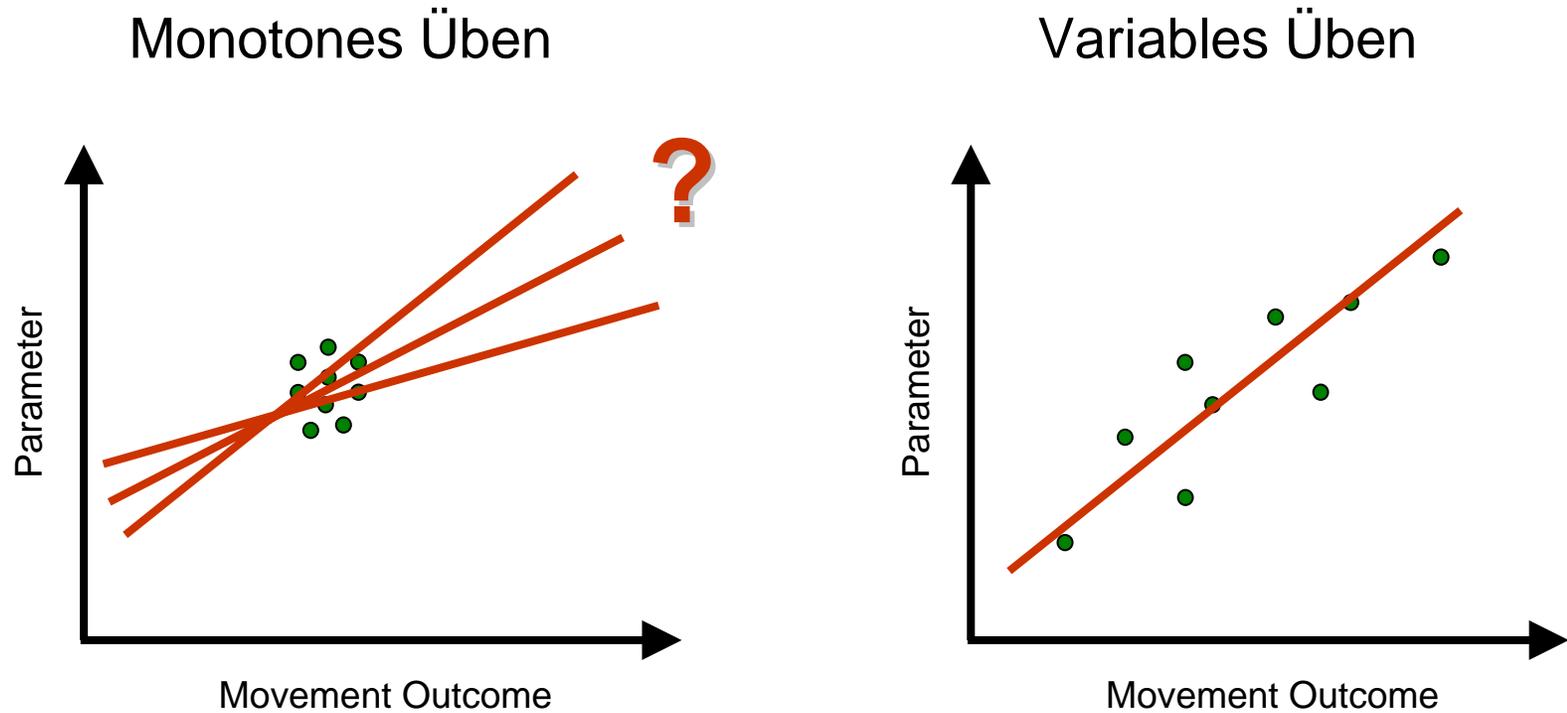


Abb. 5.17: Ausbildung von Schemata bei unterschiedlichen Übungsbedingungen

Zur Überprüfung der „Variability-of-Practice“ Hypothese wurden diverse Studien durchgeführt

- empirische Befundlage ist nicht eindeutig!
- bei Kindern findet man im Gegensatz zu Erwachsenen fast durchgängig eine Bestätigung der „Variability-of-Practice“ Hypothese (vgl. zusammenfassend van Rossum, 1990)!

5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes

Kritische Würdigung der GMP- und Schema-Theorie

- + Vereinigung von Open-Loop-Steuerung und Closed-Regelung in einer Theorie
- + Lösung des Speicher- und Neuigkeitsproblems
- Vernachlässigung des Programmlernens
- es liegen Befunde vor, die gegen die „Variability-of-Practice“- Hypothese sprechen!

Eine ausführliche u. kritische Darstellung der GMP- u. Schema-Theorie findet man bei Wiemeyer (1992a, b)



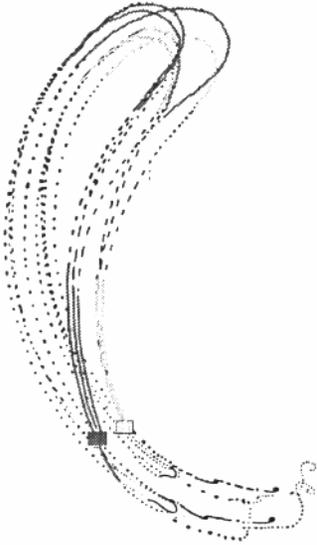
Inhalt Kapitel 5

- 5.1 Begriffsbestimmungen
- 5.2 Motorisches Lernen und Gedächtnis
- 5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens
- 5.4 Behavioristische Lerntheorien
- 5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes
- 5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien**
- 5.7 Zusammenfassung
- 5.8 Aufgaben
- 5.9 Literatur



5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

Problem der Ausführungsvariabilität



Wenn die Bewegungsausführung auf der Basis GMP erfolgt, müsste die Ausführungsvariabilität im Verlauf des Lernprozesses aufgrund der allmählichen Vervollkommnung des motorischen Programms gegen Null gehen!

Abb. 5.18: Hammerschläge eines Schmiedes
(Bernstein, 1967, nach Müller, 2001, S. 38)

5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

Lernen als selbstorganisierter Such- u. Entdeckungsprozess

- Verschiebung des theoretischen Blickwinkels weg von der zentralen Bewegungsprogrammierung innerhalb des Individuums hin zu der Interaktion zwischen Individuum und Umwelt bzw. Wahrnehmung und Handlung (Pesce, 2003)
- Systemtheorien, als eine Synthese aus:
 - ▶ Bernsteins Perspektive der motorischen Koordination (Bernstein, 1967; Latash & Turvey, 1996)
 - ▶ Gibsons psychoökologischen Ansatz zur direkten Wahrnehmung (Gibson, 1979)
 - ▶ Dynamischer Systemtheorien zur Selbstorganisation in biologischen Systemen (Haken & Schiepek 2006; Kelso, 1997)

Eine ausführlichere Darstellung der theoretischen Grundlagen zum Ansatz der Systemtheorien findet man in Kapitel 4.



5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

Lernen als selbstorganisierter Such- u. Entdeckungsprozess

- Koordinations- u. Lernprozesse verlaufen zum größten Teil selbstorganisiert
- Motorisches Lernen = Lernen der Gesetzmäßigkeiten, der spezifischen u. unauflösbaren Konstellation von Aufgabe, Person und Umwelt zugrunde liegen
- aktives Entdecken bzw. Erforschen des durch Aufgabe, Person und Umwelt konstituierten Wahrnehmungs-Bewegungsraums
- nach der Koordinationshypothese von Bernstein (1967) erfolgt Lernen in drei aufeinanderfolgenden Stufen:
 - ▶ Verminderung („Freezing“) der Freiheitsgrade
 - ▶ Exploration der Freiheitsgrade
 - ▶ Ausnutzung der Freiheitsgrade



5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

Lernen als selbstorganisierter Such- u. Entdeckungsprozess

1. Verminderung („Freezing“) der Freiheitsgrade
 - Anfänger suchen zunächst nach stabilen Lösungen
 - Ausschalten von redundanten Freiheitsgraden durch Gelenkblockaden (gleichzeitige Anspannung von Agonist u. Antagonist)
2. Exploration der Freiheitsgrade
 - Lernende kann Bewegung in vereinfachter Form ausführen
 - Blockaden werden langsam aufgehoben, d.h. zusätzliche Freiheitsgrade rekrutiert



5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

Lernen als selbstorganisierter Such- u. Entdeckungsprozess

3. Ausnutzung der Freiheitsgrade

- Fixierung der Gelenke wird vollständig aufgehoben – virtuose Bewegungskontrolle
- externe Störungen können kompensiert werden
- Kenntnis der Grenzen des Wahrnehmungs-Bewegungsraums, d.h. welche Grenzen durch Üben überwunden werden können und welche nicht (Wiemeyer, 2003)

Wie muss der Lernprozess gestaltet werden, damit ich möglichst schnell von der Stufe „Verminderung der Freiheitsgrade“ zu der Stufe „Ausnutzung der Freiheitsgrade“ gelange?



5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

Lernen als selbstorganisierter Such- u. Entdeckungsprozess

- aus der Nichtwiederholbarkeit einer beliebigen Konstellation von Aufgabe, Person und Umwelt resultiert die Nichtwiederholbarkeit einer Bewegung
- Sportler sollte im Training darauf vorbereitet werden, dass er sich bei jeder Bewegung neu anpassen muss, d.h.

„Wiederholung ohne Wiederholung“: Übung bedeutet nicht, immer wieder die gleiche Lösung einer bestimmten Aufgabe zu wiederholen, sondern mehrfach unter wechselnden Randbedingungen den Lösungsprozess zu wiederholen! (Corbetta & Vereijken, 1999)



5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

Differentielles Lernen

- zusätzliche Verstärkung der Fluktuationen, d.h. Konfrontation mit immer neuen Aufgaben, hat im Lernprozess eine leistungssteigernde Wirkung
- Nutzung der Interpolationsfähigkeit des Menschen, d.h. Werte zwischen Werten zu ermitteln
- Zielbereich ist nicht eng und stabil, sondern ein durch Aufgabe, Umwelt und Person aufgespannter Lösungsraum, in dem sich die optimale Lösung in jeder Situation ändert u. niemals wiederholt
- durch die Verstärkung der Fluktuationen bzw. das Erzeugen von Differenzen sollen die Grenzen des Lösungsraums abgetastet werden, eigentliche Information liegt in den Differenzen
- mögliche Lösungen innerhalb des Randbereichs können dann adäquat interpoliert werden (Schöllhorn, 1999; 2005)



5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

Differentielles Lernen: Kritik an klassischen Lerntheorien

▪ Zur Bedeutung von Fehlern

- ▶ Fluktuationen im Bewegungsablauf werden in den Informationsverarbeitungsansätzen als ‚Fehler‘ bezeichnet
- ▶ Fluktuationen werden im differentiellen Lernen als Voraussetzung für den Ablauf und die Entwicklung von Selbstorganisationsprozessen angesehen und damit für Lernen
- ▶ grundlegende Bedeutung von Fluktuationen für Adaptationsprozesse in biologischen Systemen ist bekannt

▪ Zur Bedeutung von Einschleifprozessen

- ▶ Wahrscheinlichkeit zweier identischer Bewegungen ist verschwindend gering
- ▶ durch Vielzahl an Wiederholungen und der nicht Reproduzierbarkeit einer Bewegung wird ein gewisses Maß an Streuung um die eigentliche Zielbewegung erzeugt
- ▶ Sportler wird durch die Vielzahl an Versuchen irgendwann auf seine ‚optimale Bewegungslösung‘ stoßen
- ▶ Erfolg auf die hohe Wiederholungsanzahl oder das Maß an Streuung zurückzuführen?



5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

Differentielles Lernen: Differentielle Selbstorganisation

▪ Ausgangsproblematik

- ▶ Schwankungen im Bewegungsverhalten können nicht verhindert werden bzw. exakte Bewegungswiederholung ist unmöglich
- ▶ individuelle Idealtechnik nicht existent

▪ Lösungsvorschlag

- ▶ Schwankungen sind Fehler, anhand derer das Bewegungssystem nach stabilen Zuständen im Wahrnehmungs-Bewegungsraum sucht
- ▶ Schwankungen sind systemimmanent u. lernrelevant, da sie eine Anpassung an sich ständig ändernde Bedingungen erlauben
- ▶ durch Schwankungen entstehen Differenzen; Großteil der relevanten Information ist in der Differenz von zwei Reizen enthalten → aus der Reizung eines Auges oder Ohrs kann keine räumliche Information entnommen werden
- ▶ Differenzen zwischen zwei (schwankenden) Bewegungsausführungen werden deshalb im Übungsprozess gezielt provoziert



5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

Differentielles Lernen: Differentielle Selbstorganisation

- Anpassungsmechanismen

- ▶ Inter- und Extrapolation
- ▶ periphere Selbstorganisation

- Inter- u. Extrapolation

- ▶ Interpolieren = Abschätzung des Bereichs zwischen zwei Zuständen (Bewegungen)
- ▶ Extrapolieren = näherungsweise Bestimmung von Zuständen außerhalb des bekannten Intervalls aufgrund der Kenntnis von Werten innerhalb des Intervalls
- ▶ Mechanismus der Extrapolation bisher kaum untersucht
- ▶ Mechanismus der Interpolation mit Hilfe künstlicher Neuronaler Netze häufiger untersucht und besser verstanden



5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

Differentielles Lernen: Differentielle Selbstorganisation

▪ peripheren Selbstorganisation

- ▶ Problematik einer zentralen Programmierung bei gleichzeitiger Modifikation der Bewegungsausführung
- ▶ bei vollständiger Programmierung aller Bewegungselemente, stellt sich die Frage, wie kann auf unbekannte Stör- und Einflussgrößen reagiert werden
- ▶ Peripherie wird eine gewisse Eigenständigkeit zugestanden, die einen unterstützenden auf ein etwas weiter gefasstes Bewegungsziel haben
- ▶ selbstorganisierenden Eigenschaften der Peripherie müssen gelernt werden
(Schöllhorn, 1999)



5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

Brückenschlag zwischen Theorie und Praxis: Differentielles Lernen

Lernprozess im Lauf- u. Sprinttraining kann durch folgende Variationsmöglichkeiten von außen gefördert werden:

- Räumlicher Aspekt (☞ höherer Kniehub im Sprinttraining)
- Raumzeitlicher Aspekt: Bewegungsgeschwindigkeit (☞ Bergabläufe)
- Dynamischer Aspekt: Beschleunigung (☞ Einsatz von Gewichtsmanschetten im Sprinttraining)
- Zeitlicher Aspekt: Bewegungsrhythmus (☞ linke u. rechte Seite unterschiedlich schnell bewegen oder Arme doppelt so schnell wie die Beine)
- Lenkung der Aufmerksamkeit auf einzelne Aspekte der Bewegung (☞ veränderter Hüftwinkel bei höherem Kniehub) (Schöllhorn, 2003, S. 55-60)



5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien

Diskussion des Ansatzes des Differentiellen Lernens

- Kleinkinder wiederholen keine Bewegung und sind trotzdem hoch effektiv lernende biologische System
- Wie groß müssen die Differenzen im Lernprozess sein, um optimale Anpassungen auszulösen?
- Muss das Ausmaß der Differenzen auf unterschiedlichen Leistungsstufen unterschiedlich sein?



Inhalt Kapitel 5

- 5.1 Begriffsbestimmungen
- 5.2 Motorisches Lernen und Gedächtnis
- 5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens
- 5.4 Behavioristische Lerntheorien
- 5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes
- 5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien
- 5.7 Zusammenfassung**
- 5.8 Aufgaben
- 5.9 Literatur



5.7 Zusammenfassung

- Begriffsbestimmungen: motorisches Lernen, motorische Leistung und Leistungsmaße als Lernkriterium
- Gedächtnis: Kurzzeit- u. Langzeitgedächtnis, Informationsübertragung zwischen den Gedächtnisinstanzen
- Stufentheorie des motorischen Lernens nach Meinel & Schnabel:
 - ▶ Stufe der Grobkoordination
 - ▶ Stufe der Feinkoordination
 - ▶ Stabilisierung der Feinkoordination u. Entwicklung der variablen Verfügbarkeit
- Behavioristische Lerntheorien: Habituation, klassische u. operante Konditionierung
- Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes:
 - ▶ Closed-loop Theorie von Adams
 - ▶ Schema-Theorie von Schmidt



5.7 Zusammenfassung

- Praktische Konsequenzen aus GMP- u. Schema- Theorie
- Lernen aus Sicht der Systemtheorien am Bsp. des differenziellen Lernens
- praktische Konsequenzen aus dem Ansatz des differenziellen Lernens



Inhalt Kapitel 5

- 5.1 Begriffsbestimmungen
- 5.2 Motorisches Lernen und Gedächtnis
- 5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens
- 5.4 Behavioristische Lerntheorien
- 5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes
- 5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien
- 5.7 Zusammenfassung
- 5.8 Aufgaben**
- 5.9 Literatur



5.8 Aufgaben

- Erklären sie die Funktion des Kurzzeit- und Langzeitgedächtnisses und wie die Informationen vom Kurzzeitgedächtnis in das Langzeitgedächtnis überführt werden.
- Nennen Sie die Stufen, die Meinel u. Schnabel in ihrer Stufentheorie des motorischen Lernens unterscheiden. Wie sollte der Übungsprozess auf den einzelnen Stufen strukturiert sein?
- Was unterscheidet die klassische von der operanten Konditionierung?
- Welche beiden Konstrukte unterscheidet Adams in seiner Lerntheorie? Benennen Sie die beiden Konstrukte und erklären Sie worin Sie sich unterscheiden.
- Erläutern Sie die Schema-Theorie von Schmidt. Gehen Sie dabei auf die Begriffe Recall- und Recognition-Schema ein und wie diese entstehen.



5.8 Aufgaben

- Welche praktischen Konsequenzen kann man aus der GMP- u. Schema-Theorie ableiten?
- Erklären Sie den Ansatz des differenziellen Lernens?
- Welche praktischen Konsequenzen kann man aus dem Ansatz des differenziellen Lernens ableiten?



Inhalt Kapitel 5

- 5.1 Begriffsbestimmungen
- 5.2 Motorisches Lernen und Gedächtnis
- 5.3 Stufentheorien des motorischen Lernens
- 5.4 Behavioristische Lerntheorien
- 5.5 Lerntheorien des Informationsverarbeitungsansatzes
- 5.6 Lernen im Rahmen der Systemtheorien
- 5.7 Zusammenfassung
- 5.8 Aufgaben
- 5.9 Literatur**



5.9 Literatur

- Adams, J.A. (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behaviour*, 3 (2), 111-149.
- Bernstein, N. (1967). *The coordination and regulation of movements*. London: Pergamon.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R.F. (2000). *Biologische Psychologie* (4. Aufl.). Berlin: Springer
- Birklbauer, J. (2006). *Modelle der Motorik*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Corbetta, D. & Vereijken, B. (1999). Understanding Development and Learning of Motor Coordination in Sport: The Contribution of Dynamic Systems Theory. *Int. Journal of Sport Psychology*, 30, 507-530.
- Erlacher, D. (2005). *Motorisches Lernen im luziden Traum: Phänomenologische und experimentelle Betrachtungen*. Universität Heidelberg: Institut für Sportwissenschaft
- Gibson, J.J. (1979). *The ecological approach of the visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Göhner, U. (1999). *Einführung in die Bewegungslehre des Sports. Teil 2: Bewegelerlehre des Sports*. Hofmann: Schorndorf.
- Haken, H. & Schiepek, G. (2006). *Synergetik in der Psychologie. Selbstorganisation verstehen und gestalten*. Göttingen: Hogrefe.
- Hossner, E.J. & Künzell, S. (2003). Motorisches Lernen. In H. Mechling & J. Munzert (Hrsg.), *Handbuch Bewegungswissenschaft – Bewegungslehre* (S. 131-153) Schorndorf: Hofmann.
- Latash, M. & Turvey, M.T. (1996). *Dexterity and its development*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.



5.9 Literatur

- Kelso, J.A.S. (1997). *Dynamic patterns. The self-organization of brain and behavior*. Massachusetts: MIT Press.
- Loosch, E. (1999). *Allgemeine Bewegungslehre*. Wiebelsheim: Limpert.
- Magill, R. (1980). *Motor Learning: Concepts and Applications*. Dubuque: W.C. Brown.
- Magill, R.A. (2001). *Motor learning: concepts and applications* (6. Edition). New York: McGraw-Hill.
- Mechling, H. (2004). *Phasenmodelle des motorischen Lernens*. Abgerufen am 20.01.2006 von <http://daten.swi.uni-saarland.de/>
- Mechling, H. & Spahr, M. (2004). *System des Bewegungshandelns als Grundlage für motorische Leistung und motorisches Lernen*. Abgerufen am 20.01.2006 von <http://daten.swi.uni-saarland.de/>
- Meinel, K. (1960). *Bewegungslehre*. Berlin: Sportverlag.
- Meinel, K. & Schnabel, G. (1998). *Bewegungslehre – Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (9. stark überarb. Aufl.). Berlin: Sportverlag.
- Müller, H. (2001). *Ausführungsvariabilität und Ergebniskonstanz*. Lengerich u.a.: Pabst.
- Pesce, C. (2003). Vorschriftlich oder heuristisch lernen? Kognitiver und ökologischer Ansatz zum motorischen Lernen im Vergleich: Didaktische Folgerungen und integrative Ausblicke. *Leistungssport*, 33 (3), 26-32.



5.9 Literatur

- Pöhlmann, R. (1986). *Motorisches Lernen: Psychomotorische Grundlagen der Handlungsregulation sowie Lernprozeßgestaltung im Sport*. Berlin: Sportverlag.
- Olivier, N. & Rockmann, U. (2003). *Grundlagen der Bewegungswissenschaft und -lehre*. Schorndorf: Hofmann.
- Rieder, H. (1991). Bewegungslernen. In H. Rieder & K. Lehnertz (Hrsg.), *Bewegungslernen und Techniktraining*. Studienbrief der Trainerakademie Köln des DSB (S. 7-103). Bd. 21. Schorndorf: Hofmann.
- Roth, K. & Hossner, E.-J. (1992). Methodische Übungsfolgen und empirische Problemreihen – Vereinfachungsstrategien zur Bearbeitung praxisnaher Fragestellungen in der Sportspielforschung. In G. Hagedorn & N. Heymen (Hrsg.), *Methodologie der Sportspielforschung* (S. 184-195). Ahrensburg: Czwalina.
- Roth, K. (1996). Forschungsstrategische Grundkonzeption. In K. Roth (Hrsg.), *Techniktraining im Spitzensport. Alltagstheorien erfolgreicher Trainer* (S. 15-39). Köln: Strauß.
- Roth, K. (2003). Wie lernt man schwierige geschlossene Fertigkeiten? In Bielefelder Sportpädagogen (Hrsg.), *Methoden im Sportunterricht* (4., Aufl.) (S. 27-46). Schorndorf: Hofmann.
- Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82 (4), 225-260.
- Schmidt, R.A. & Lee, T.D. (1999). *Motor control and learning: a behavioral emphasis* (3rd ed.). Champaign: Human Kinetics.



5.9 Literatur

- Schnabel, G. (1998). Motorisches Lernen. In K. Meinel & G. Schnabel (Hrsg.), *Bewegungslehre – Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (9. stark überarb. Aufl.) (S. 146-205). Berlin: Sportverlag.
- Schöllhorn, W. (1999). Individualität – ein vernachlässigter Parameter. *Leistungssport*, 29 (2), 5-12.
- Schöllhorn, W. (2003). *Eine Sprint & Laufschnule für alle Sportarten*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Schöllhorn, W. I. (2005): Differenzielles Lehren und Lernen von Bewegung - Durch veränderte Annahmen zu neuen Konsequenzen. In: Gabler, H. / Göhner, U. / Schiebl, F. (Hrsg.), *Zur Vernetzung von Forschung und Lehre in Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft*. Hamburg: Czwalina, 125-135.
- Singer, R. & Munzert, J. (2000). Psychologische Aspekte des Lernens. In H. Gabler, J.R. Nitsch & R. Singer (Hrsg.), *Einführung in die Sportpsychologie. Teil 1: Grundthemen* (3., erw. u. überarb. Aufl.) (S. 247-288). Schorndorf: Hofmann.
- Singer, R.N. (1985). *Motorisches Lernen und menschliche Leistung*. Bad Homburg: Lippert.
- Spada, H., Ernst, A.M. & Ketterer, W. (1992). Klassische und operante Konditionierung. In H. Spada (Hrsg.), *Lehrbuch Allgemeine Psychologie* (S. 323-372). Bern: Huber.
- Van Rossum, J.H.A. (1990). Schmidt's schema theory: The empirical base of the variability of practice hypothesis. A critical analysis. *Human Movement Science*, 9, 387-435.
- Wiemeyer, J. (1992a). Motorische Kontrolle und motorisches Lernen im Sport. Grundlagen und Probleme der Theorie Generalisierter Motorischer Programme. 1. Teil: Motorische Kontrolle. *Sportpsychologie*, 6 (1), 5-11.



5.9 Literatur

- Wiemeyer, J. (1992b). Motorische Kontrolle und motorisches Lernen im Sport. Grundlagen und Probleme der Theorie Generalisierter Motorischer Programme. 2. Teil: Motorisches Lernen. *Sportpsychologie*, 6 (2), 5-12.
- Wiemeyer, J. (2003). Motorisches Lernen – Lehrmethoden und Übungsgestaltung. In H. Mechling & J. Munzert (Hrsg.), *Handbuch Bewegungswissenschaft-Bewegungslehre* (S. 405-427). Schorndorf: Hofmann.
- Wiemeyer, J. (2004). *Bewegungswissenschaftliche Grundlagen des Sports*. TU Darmstadt: Institut für Sportwissenschaft. Abgerufen am 10.12.04 von <http://www.sport.tu-darmstadt.de/wiemeyer/>
- Wollny, R. (2006). *Bewegungswissenschaft. Ein Lehrbuch in 12 Lektionen*. Aachen: Meyer & Meyer.

