

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. GMP-Theorie von Schmidt
6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien
7. Literatur

Informationsverarbeitende Theorien



Abbildung aus: Röthig & Größing, 1990

Zur Kompliziertheit der Bewegungskoordination

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. GMP-Theorie von Schmidt
6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien
7. Literatur

Zur Einordnung

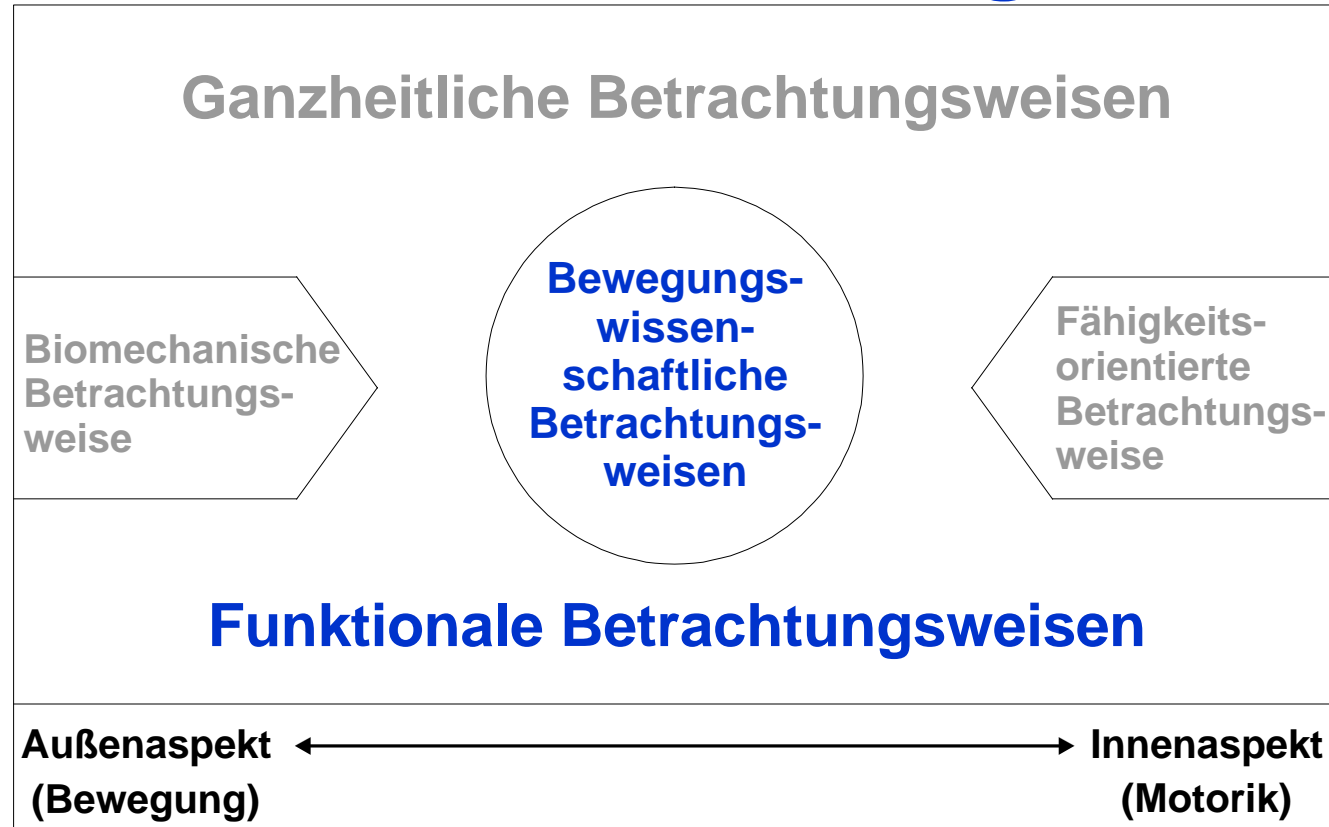


Abbildung aus: Roth & Willmczik, 1999

➔ Bewegungsausführungen und motorische Prozesse werden stets als Mittel, d.h. als Problem- oder Aufgabenlösung interpretiert, die einen bestimmten und bestimmbaren Zweck -also eine Funktion- erfüllen.

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. GMP-Theorie von Schmidt
6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien
7. Literatur

Zur Einordnung

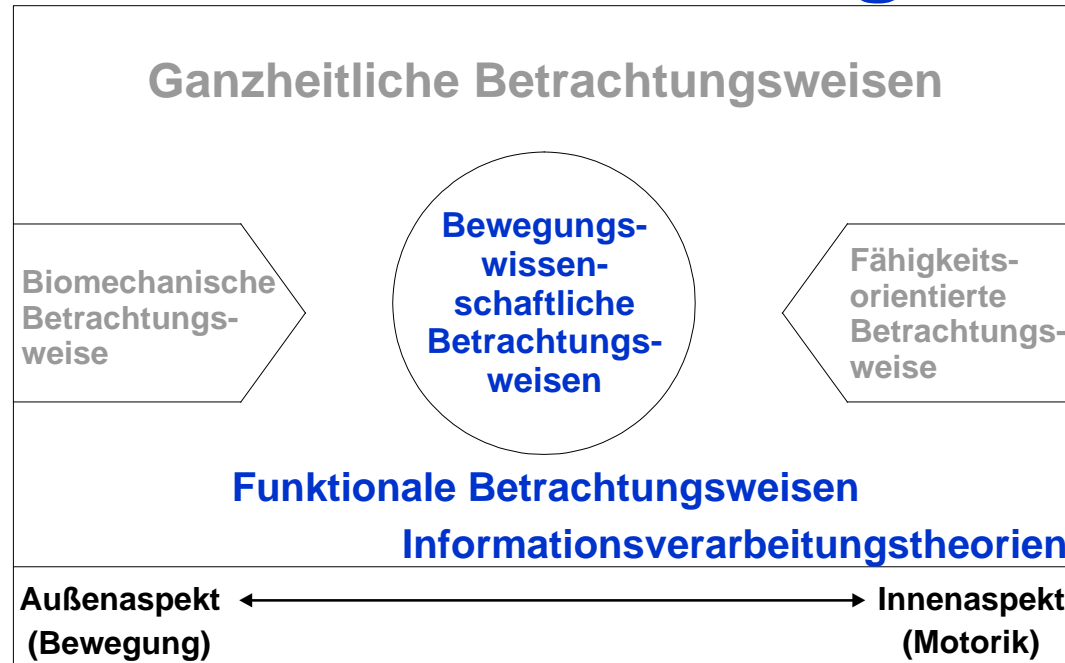


Abbildung aus: Roth & Willmezik, 1999

Zentrale Fragestellungen:

- ➔ Wie funktioniert die Ausführung räumlich-zeitlich geordneter motorischer Aktionen?
(Stabilität im motorischen Verhalten)
- ➔ Wie produziert und kontrolliert ein/e Sportler/in schnelle und flexible Bewegungsantworten auf situative Veränderungen?
(Variabilität im motorischen Verhalten)

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. GMP-Theorie von Schmidt
6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien
7. Literatur

Zur Einordnung

Behaviouristische Ansätze (bis 60er Jahre):

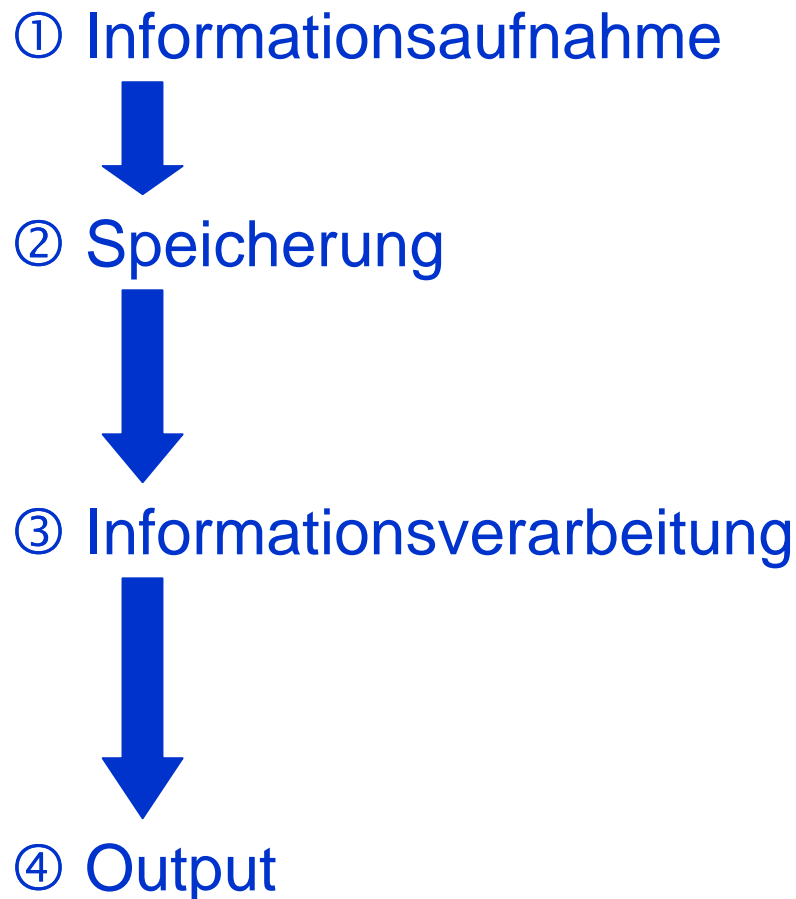
- ➔ Motorisches Verhalten als Reiz-Reaktions-Muster
- ➔ interne Steuerungs- und Regulationsmechanismen als „Black Box“

Informationsverarbeitende Ansätze (70er-90er):

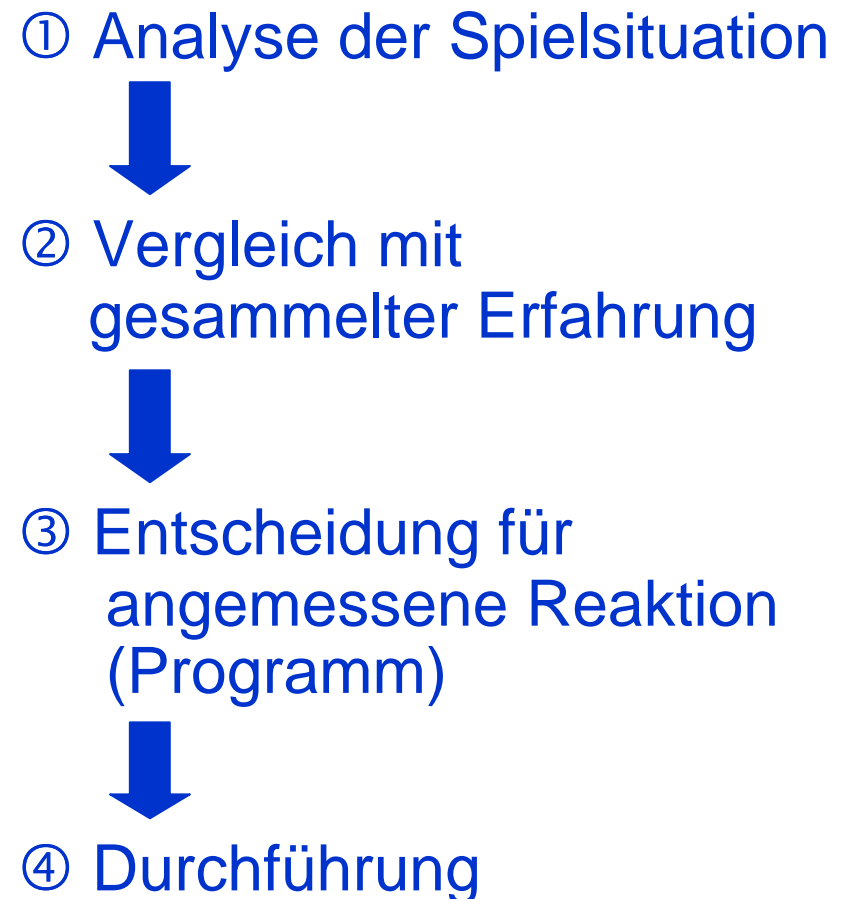
- ➔ Informationsverarbeitung (Speicherung, Abruf,...) im Zentrum des Interesses
- ➔ Rückschluß aus (psychologischen) Experimenten auf interne Steuerung und Regulationsmechanismen

„Erkenntnisleitende Metapher“ der Informationsverarbeitungstheorien

Computer-Metapher

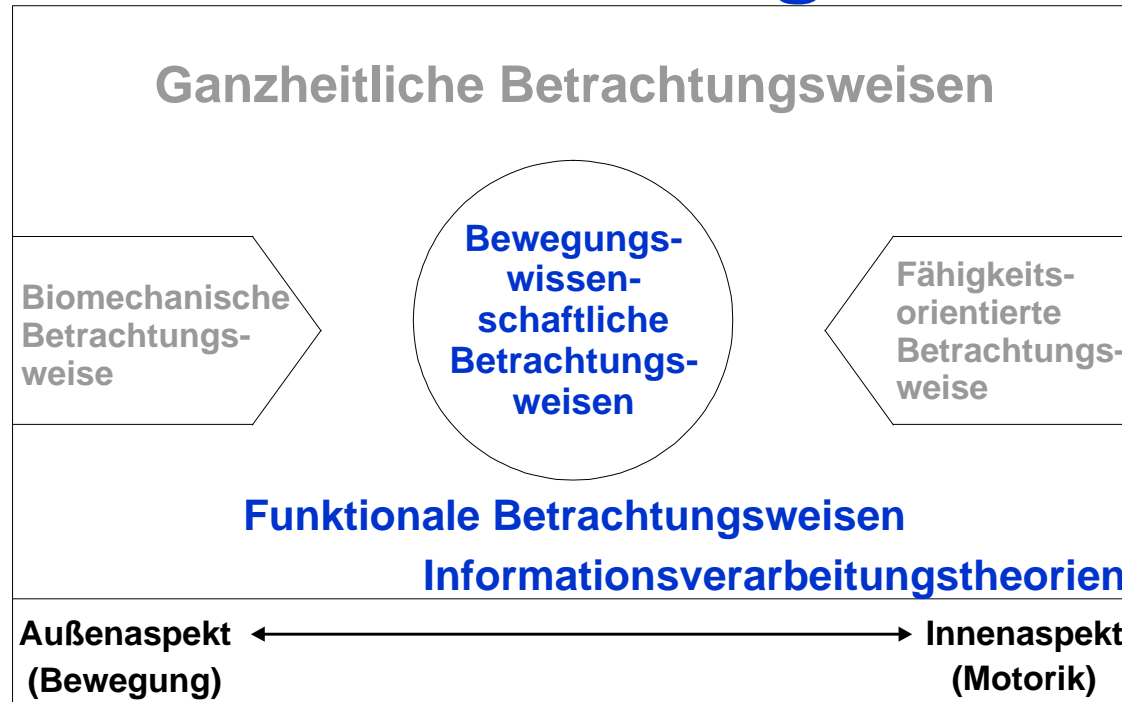


Beispiel Handball-Spieler



1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. GMP-Theorie von Schmidt
6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien
7. Literatur

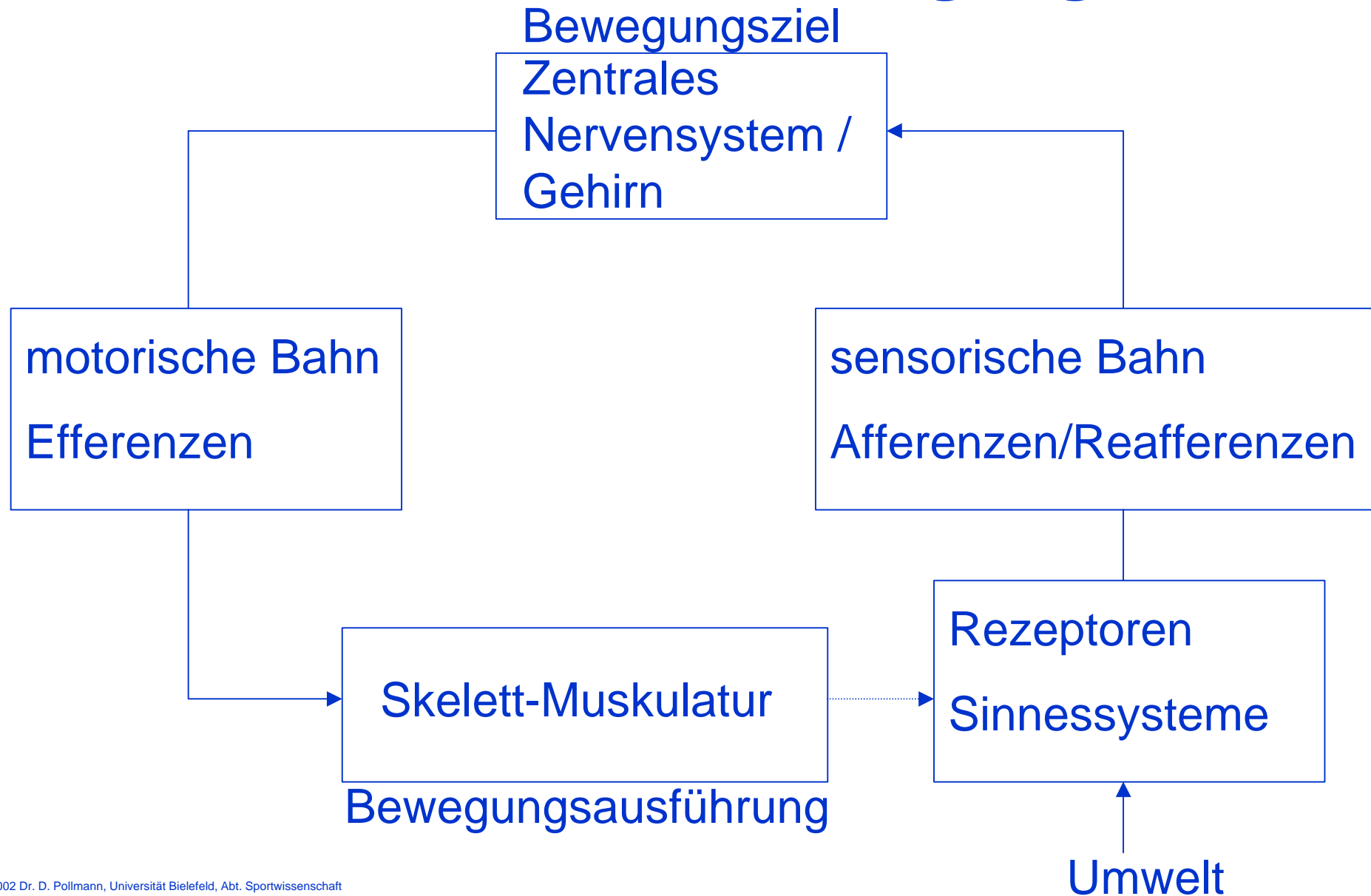
Einordnung



Definition:

In *Informationsverarbeitungsansätzen* wird der Mensch nach dem technischen Vorbild des Computers als Prozessor von Informationen aufgefasst. Im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen Aspekte der Speicherung, Kodierung, Transformation und des Abrufs verhaltensrelevanter Informationen.

Bausteine der Bewegung



1. Einordnung
2. **Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien**
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. **Modell von Meinel & Schnabel**
4. **Kritik an closed-loop-Modellen**
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. **Literatur**

Bausteine der Bewegungskontrolle

→ Afferenzen:

Informationen / sensorische Signale, die Sportler über ihre Umwelt und sich selbst erhalten und die zum ZNS geleitet werden

→ Efferenzen:

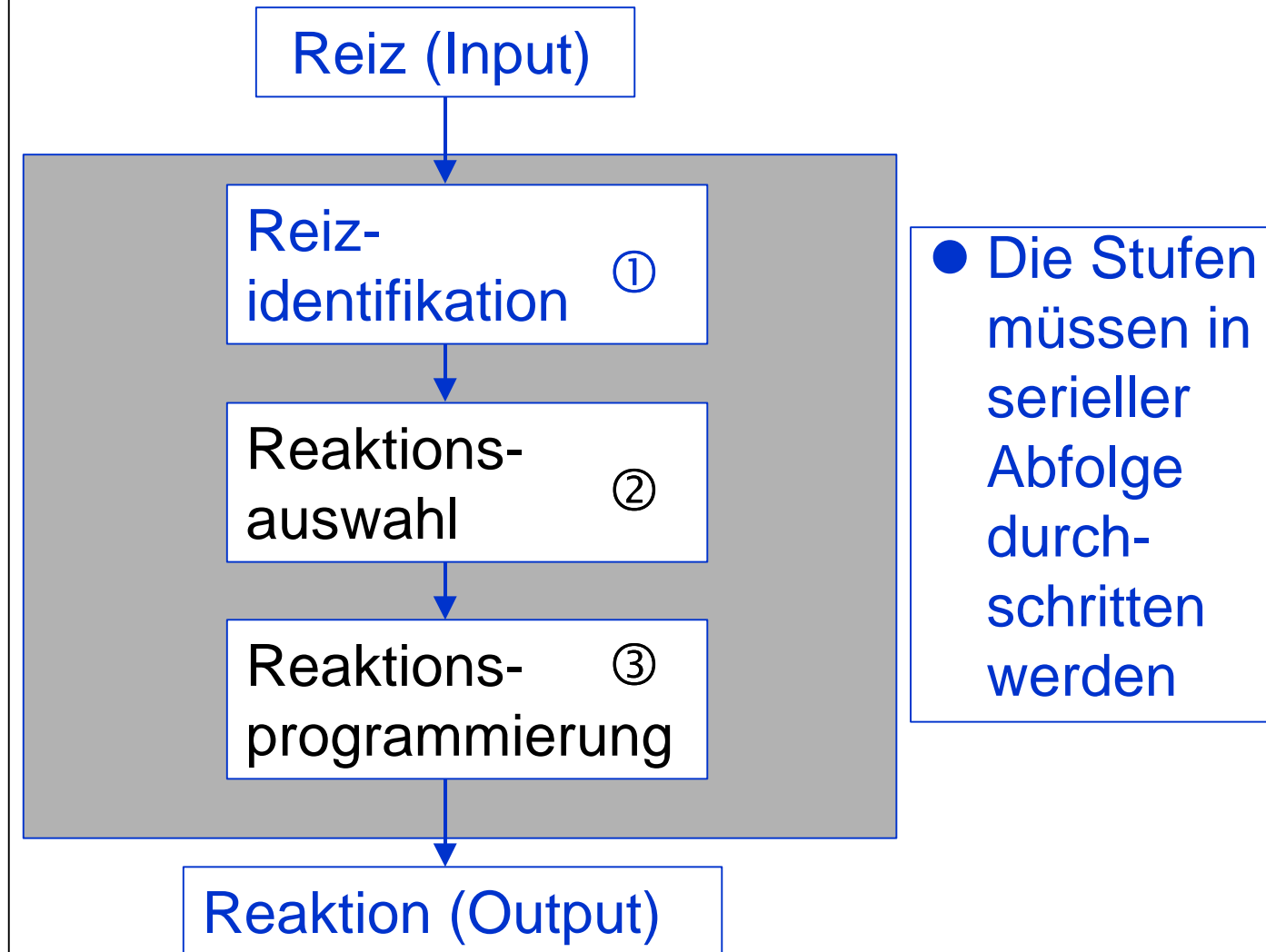
Informationen, die der bewegungsausführenden Muskulatur vom ZNS übermittelt werden

→ Reafferenzen:

Rückmeldungen (Feedback) über den Verlauf (bewegungsbegleitend) oder das Ergebnis einer motorischen Handlung

1. Einordnung
2. **Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien**
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. **Modell von Meinel & Schnabel**
4. **Kritik an closed-loop-Modellen**
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. **Literatur**

Stufen der Informationsverarbeitung



1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. GMP-Theorie von Schmidt
6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien
7. Literatur

① Reizidentifikation

Bewegungsrelevante Reize
extrahieren aus: ● Umwelt
● eigenem Körper

Zur Identifikation Rückgriff auf
spezifische Sinnesorgane /
Rezeptoren (Analysatoren)

optischer Sinn
akustischer Sinn
taktiler Sinn

Gleichgewichtssinn
kinästhetischer Sinn

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. GMP-Theorie von Schmidt
6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien
7. Literatur

② Reaktionsauswahl

- Entscheidung für angemessene Bewegungsantwort
- Auswahlprozesse benötigen Zeit
 - ↳ je mehr Alternativen, desto länger die Reaktionszeit (Hick'sches Gesetz)

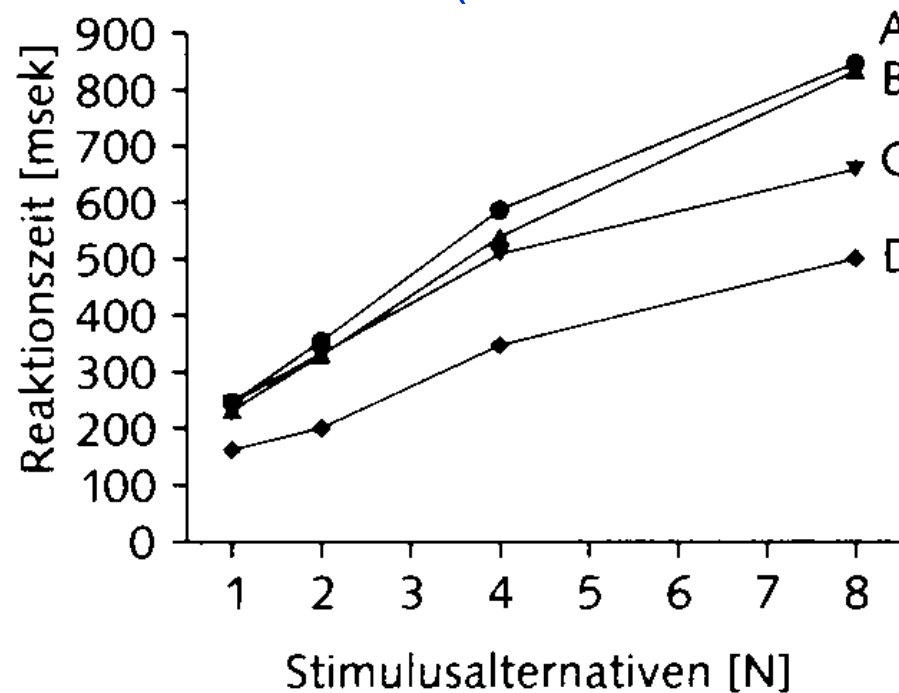
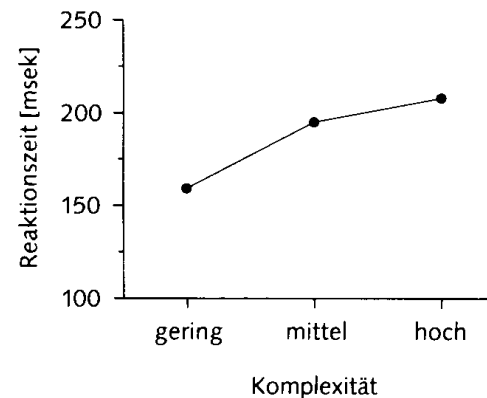
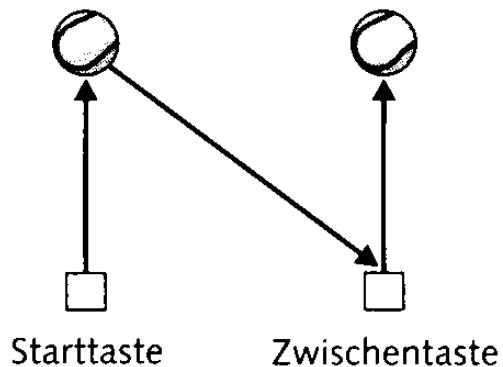


Abbildung aus: Roth & Willimezik, 1999

③ Reaktionsprogrammierung

- ➔ Realisierung der ausgewählten Bewegungsantwort (Programmierung)
- ➔ Trotz richtiger Situationsanalyse und richtiger Entscheidung falsche Programmierung möglich
- ➔ je komplexer die Bewegungsantwort, desto länger die Zeit zur Programmierung



Abbildungen aus: Roth & Willmozik, 1999

Experiment zum Zusammenhang zwischen Komplexität der Bewegung und der benötigten Einfachreaktionszeit (nach Henry & Rogers, 1960)

- ➔ je schwieriger die Aufgabe, desto länger die Bewegungszeit (speed-accuracy-trade-off; Fitts'sches Gesetz)

1. Einordnung
2. **Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien**
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 **Begrenzte Verarbeitungskapazität**
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. **Modell von Meinel & Schnabel**
4. **Kritik an closed-loop-Modellen**
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. **Literatur**

Begrenzte Verarbeitungskapazitäten

- ➔ Stufen der Prozessierung benötigen Verarbeitungskapazität
- ➔ trotz optimaler Aktivierung bleibt Kapazität der Informationsverarbeitung begrenzt
 - ↳ Interferenz: gleichzeitige Ausführung von zwei oder mehr Aufgaben führt zu geringeren Leistungen als bei getrennter Bearbeitung (Doppelaufgabenparadigma)
 - ↳ Voraussetzung für fehlerfreie Informationsverarbeitung:
Aufmerksamkeit

1. Einordnung
2. **Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien**
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. **Modell von Meinel & Schnabel**
4. **Kritik an closed-loop-Modellen**
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. **Literatur**

Antizipation

- ➔ **allgemein: Vorausnahme / Vorhersage noch nicht abgeschlossener Ereignisse (Handlungen, Situationen)**
- ➔ **informationstheoretisch: Vorabprozessierung relevanter Informationen**
- ➔ **3 Arten der Antizipation (nach Poulton):**
 - ➔ **Rezeptorantizipation: Vorhersage des Reizauftretens**
 - ➔ **Effektorantizipation: Vorhersage der eigenen Bewegung**
 - ➔ **Perzeptionsantizipation: Vorhersage von Ereignissen, z.B. Gegnerverhalten**
- ➔ **zutreffende Antizipation verkürzt Reaktionszeit**

Motorisches Gedächtnis

Computer

Festplatte:

- dauerhafte Speicherung von:
 - Daten
 - Programmen

Arbeitsspeicher:

- Verarbeitung neuer Eingaben

Mensch

Langzeitgedächtnis:

- a) deklaratives Gedächtnis:
 - Fakten
 - persönliche Erinnerung
- b) prozedurales Gedächtnis:
 - Wie ist etwas zu tun ?
(motorisches Programm)

Kurzzeit-/ Arbeitsgedächtnis:

- aktuelle Verarbeitungsprozesse
(Reizidentifikation, Reaktionsauswahl, Reaktionsprogrammierung)
- Verarbeitung aktuell gespeicherter Informationen
- Zusammenarbeit mit Langzeitgedächtnis
- Präsenzdauer aktueller Informationen
20 -30 Sekunden

➔ alle Gedächtniskomponenten sind an der motorischen Kontrolle beteiligt

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien

- 2.1 Bausteine
- 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
- 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
- 2.4 Antizipation
- 2.5 Gedächtnis
- 2.6 Steuerung vs. Regelung

3. Modell von Meinel & Schnabel

4. Kritik an closed-loop-Modellen

5. GMP-Theorie von Schmidt

6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien

7. Literatur

Bewegungssteuerung vs. Bewegungsregelung

Bewegungssteuerung	Bewegungsregelung
<p>Technikbeispiel</p> <p>„Ampelschaltung“</p> <p>Open-loop-Theorie:</p> <p>Gestartete Bewegungen werden ausschließlich von Programmen gesteuert. Afferenzen und Reafferenzen spielen keine Rolle mehr.</p>	<p>Technikbeispiel</p> <p>„Toilettenspülung“ (Regelkreismodell/Kybernetik)</p> <p>Closed-loop-Theorie:</p> <p>Bewegungen werden sofort nach ihrem Start (durch ein minimales Programm) ausschließlich von (Re-)Afferenzen geregelt.</p>

1. Einordnung 2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien

- 2.1 Bausteine
- 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
- 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
- 2.4 Antizipation
- 2.5 Gedächtnis
- 2.6 Steuerung vs. Regelung

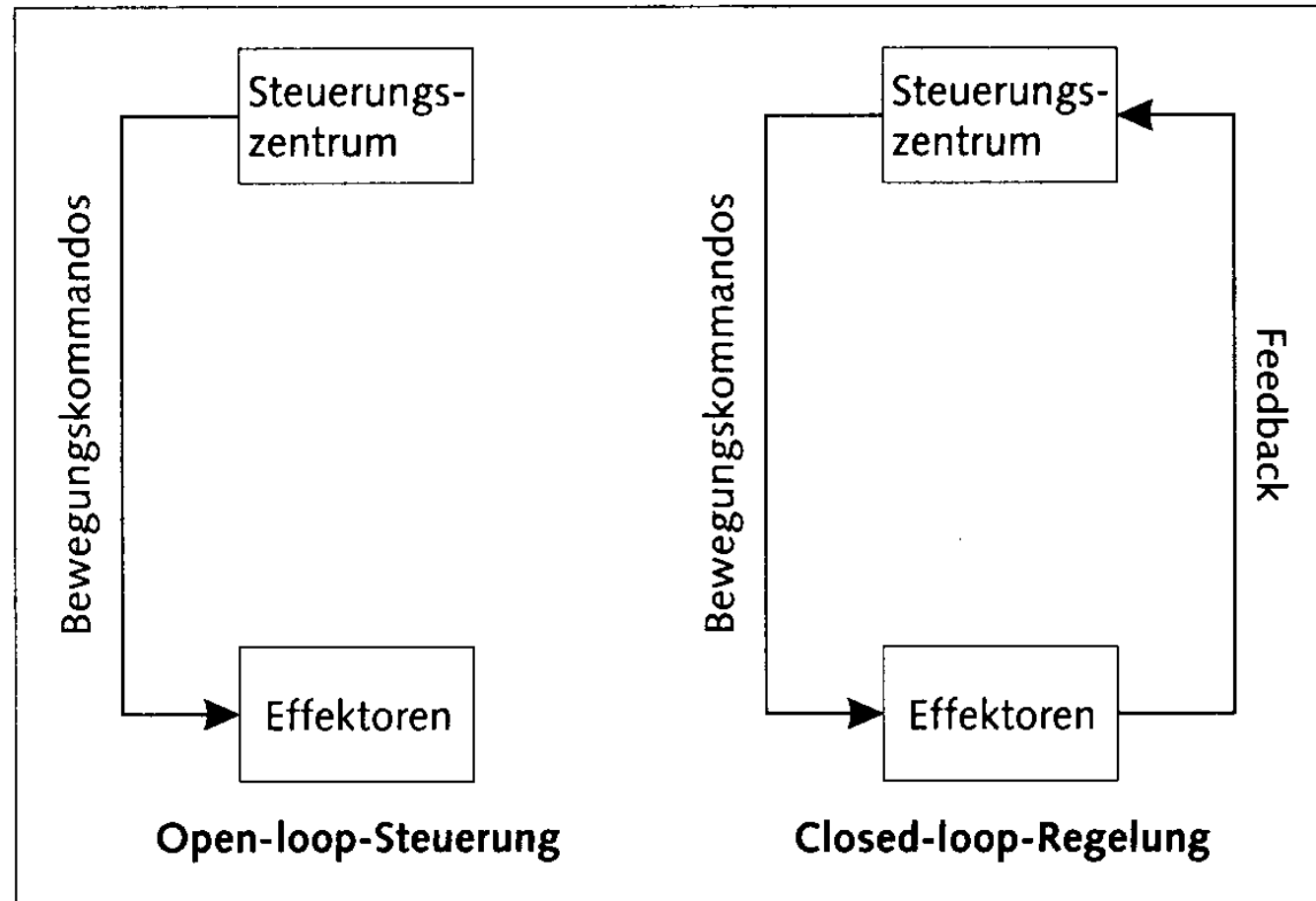
3. Modell von Meinel & Schnabel

4. Kritik an closed-loop-Modellen

5. GMP-Theorie von Schmidt

6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien

7. Literatur



Bewegungssteuerung und Bewegungsregelung

(aus Roth & Willimczik 1999, 186)

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. **Modell von Meinel & Schnabel**
4. **Kritik an closed-loop-Modellen**
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. **Literatur**

Modell der Bewegungskoordination

(Meinel & Schnabel)

Bewegungskoordination ist

- die Organisation von Bewegungsvollzügen in Abhängigkeit vom angestrebten Ziel
- darstellbar durch ein vereinfachtes, kybernetisch orientiertes Modell

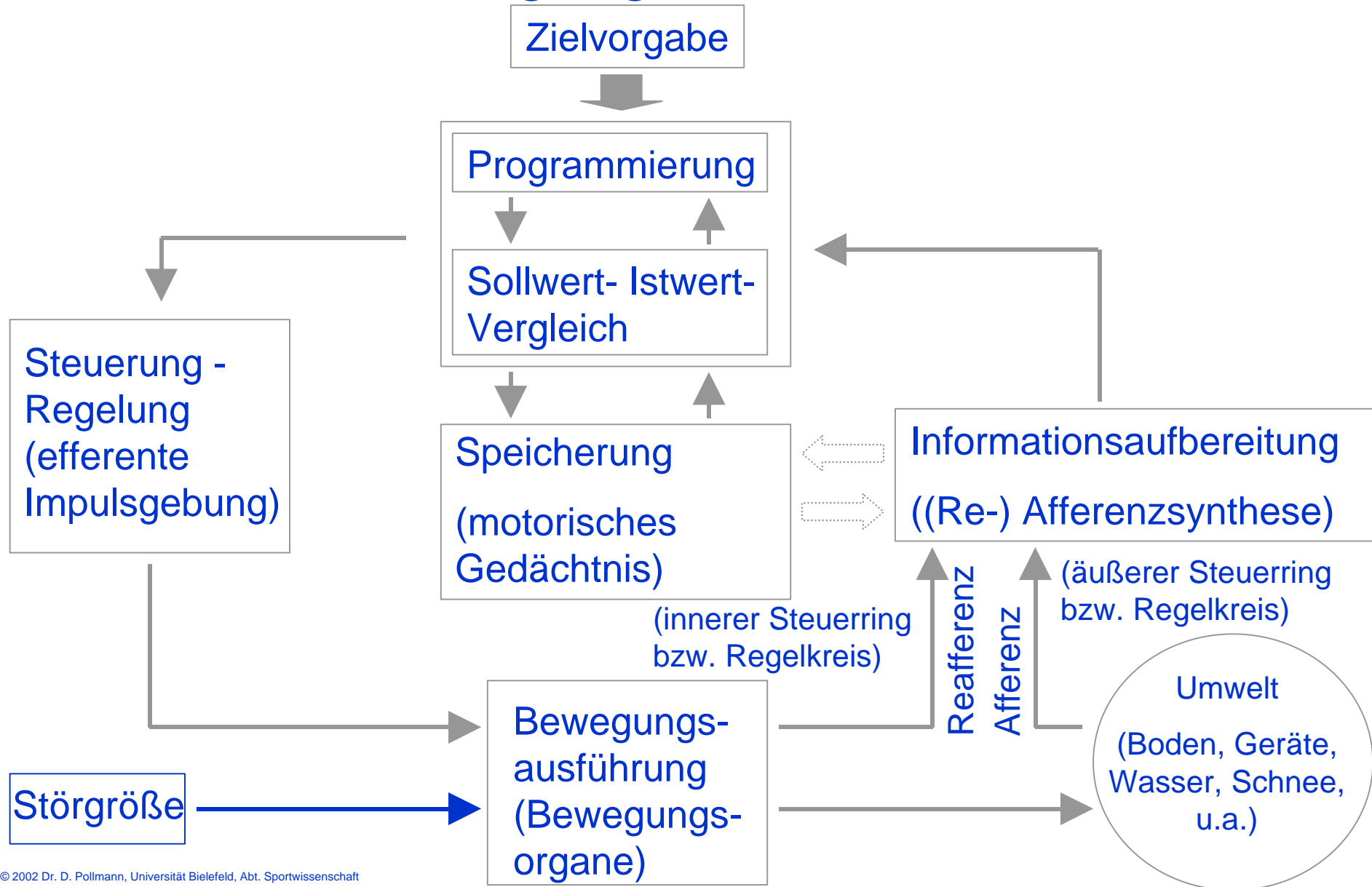
1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. **Modell von Meinel & Schnabel**
4. **Kritik an closed-loop-Modellen**
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. **Literatur**

Modell der Bewegungskoordination

(Meinel & Schnabel)

- ① afferente Informationsaufnahme und -aufbereitung (Afferenzsynthese)
- ② Programmierung des Bewegungsablaufs
- ③ Abfrage des motorischen Speichers
Speicherung von Ausführungsmustern
- ④ Efferente Impulse an Muskulatur
- ⑤ Bewegungsausführung durch Bewegungsapparat
- ⑥ Vergleich eingehender Informationen (Istwert) mit Bewegungsprogramm und erwarteter Rückmeldung (Sollwert)
- ⑦ Störgrößen

Modell der Bewegungskoordination (Meinel & Schnabel)



1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. **Modell von Meinel & Schnabel**
4. **Kritik an closed-loop-Modellen**
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. **Literatur**

3 Schlüsselmechanismen (zentrale Funktionskreise) der motorischen Kontrolle

A Aufnahme und Aufbereitung von Informationen und Rückinformationen (Afferenzsynthese)

- Auslösende und Umgebungsaferenzen
Voraussetzung für Programmierung
 - Ständige Korrekturen der ablaufenden Bewegung
(Regelung) auf Grundlage der Reafferenzen
 - Ausbildung innerer und äußerer Regelkreis
 - Reafferenzprinzip grundlegend für Regelvorgänge im
Modell
- ➔ alle Analysatoren beteiligt

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. **Modell von Meinel & Schnabel**
4. **Kritik an closed-loop-Modellen**
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. **Literatur**

3 Schlüsselmechanismen (zentrale Funktionskreise) der motorischen Kontrolle

B Antizipation und Programmierung

- ➔ Vorhersage der Zwischen-/ Endergebnisse der Handlung
- ➔ Berücksichtigung des Umweltverhaltens
- ➔ Aufbau eines inneren Modells der Bewegung
- ➔ Grundlage sind gespeichert Erfahrungen (Bewegungsprogramme)
- ➔ keine eindeutige Aussage, was ein Programm enthält
- ➔ Handlungsprogramm als Sollwert
- ➔ Efferenzkopie wird abgespeichert ?!

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. **Modell von Meinel & Schnabel**
4. **Kritik an closed-loop-Modellen**
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. **Literatur**

3 Schlüsselmechanismen (zentrale Funktionskreise) der motorischen Kontrolle

C Vergleichsprozesse: Sollwert-Istwert-Vergleich

- ➔ Grundlage für korrigierende efferente Impulse
- ➔ physiologischer Mechanismus noch fraglich (Efferenzkopie als Vergleichswert ?!)
- ➔ Grundlage für Umstellung des Bewegungsprogramms
- ➔ Relevanz für ballistische Bewegungen noch unklar (Zeit für Rückinformationen zu kurz)

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. GMP-Theorie von Schmidt
6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien
7. Literatur

Kritik an der Logik des Modells

→ Bewegungsauslösendes Programm ist Sollwert für den Vergleich (Funktion der Efferenzkopie)

↳ Ausführer kann Programmfehler nicht erkennen

- z.B. führt „falsche“ Programmierung zu einem unerwünschten Ablauf, es tritt aber keine Soll-Ist-Wert-Differenz auf.

→ Steuerung (Efferenzkopie / Programm)

+

Kontrolle (Regelung)

beide Mechanismen in einer zentralen Instanz

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. GMP-Theorie von Schmidt
6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien
7. Literatur

Kritik an Closed-loop-Modellen

- ① Bewegungen auch ohne Reafferenzen möglich
 - ➔ Experiment: Deafferentation von Affen
- ② Bei schnellen Bewegungen sind Informationsverarbeitung und Feedback zu langsam
 - ➔ Stop-before-eight-Experiment (Slater-Hammel, 1960)

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
 - 2.1 Bausteine
 - 2.2 Stufen der Informationsverarbeitung
 - 2.3 Begrenzte Verarbeitungskapazität
 - 2.4 Antizipation
 - 2.5 Gedächtnis
 - 2.6 Steuerung vs. Regelung
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. GMP-Theorie von Schmidt
6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien
7. Literatur

Konsequenz aus open/closed-loop - Kontroverse

Hybrides Modell der Bewegungskontrolle von Schmidt:

- ➔ sowohl Steuerungs- als auch Regelprozesse beteiligt
- ➔ während der ersten 150 bis 200 ms *muß* open-loop-Kontrolle stattfinden
- ➔ ab 200 ms *kann* closed-loop-Kontrolle stattfinden
- ↳ für Bewegungskorrekturen müssen wenigstens 200 ms zur Verfügung stehen

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
- 7. Literatur**

Die Theorie Generalisierter Motorischer Programme (GMP) von Schmidt

Sowohl Steuerung (open-loop-Befehlskette) als auch Regelung (closed-loop-Regelkreis) an koordiniertem Bewegungsverhalten beteiligt

Eine Annahme zum Inhalt motorischer Programme neben anderen (z.B. Masse-Feder-Modelle)

Grundannahme:

Ein generalisiertes motorisches Programm steuert eine ganze Klasse von strukturell ähnlichen Bewegungen.

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. Literatur

Bestandteile generalisierter motorischer Programme

- Programm: → Gruppe von Muskelkommandos
→ Abstrakte Gedächtnisstrukturen
→ Enthält nur wenige Grundelemente
→ Grundstruktur einer sportliche Technik (Invariante Merkmale)



Grundstruktur kann variierenden Bedingungen angepasst werden

- Parameter: → Variable, veränderbare Bewegungsmerkmale
→ situationsangepasst einlesen in gespeicherte Programme

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
- 7. Literatur**

Theorie generalisierter motorischer Programme (GMP-Theorie) von Schmidt

Grundannahme:

Ein generalisiertes motorisches Programm steuert eine ganze Klasse von strukturell ähnlichen Bewegungen (z.B Würfe).

3 Teiltheorien der GMP-Theorie

Impuls-Timing-Theorie

Inhalte der motorischen Grundprogramme

Gestaltkonstanz-Hypothese

Veränderung austauschbarer Bewegungsparameter

Schematheorie

Bewegungsparameter zielgerichtet in die ausgewählten Rahmenprogramme eingelesen

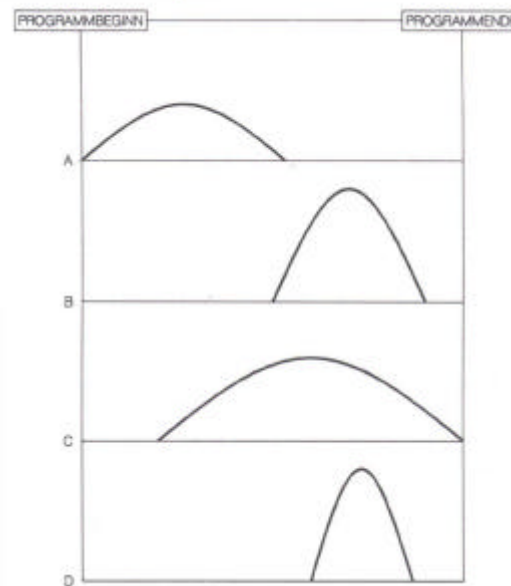
1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
- 7. Literatur**

Impuls-Timing-Theorie:

Drei unveränderliche (invariante) Element festgelegt:

1. Sequencing (Sequenzierung)

Die zeitliche Abfolge der Muskelimpulse und die zeitlichen Verhältnisse des jeweiligen Aktivitätsbeginns



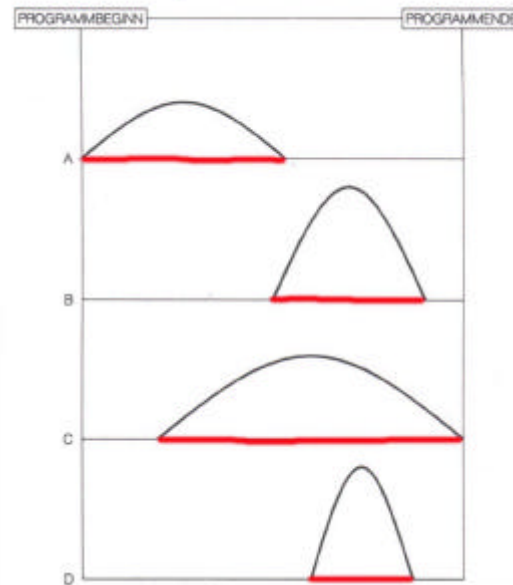
Impulsfolge: A vor C vor B vor D

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. Literatur

Impuls-Timing-Theorie:

Drei unveränderliche (invariante) Element festgelegt:

1. Sequencing (Sequenzierung)
2. Relative Timing (relative Zeiten)
Das Verhältnis der Zeitdauer (Einschaltdauer) der Einzelimpulse



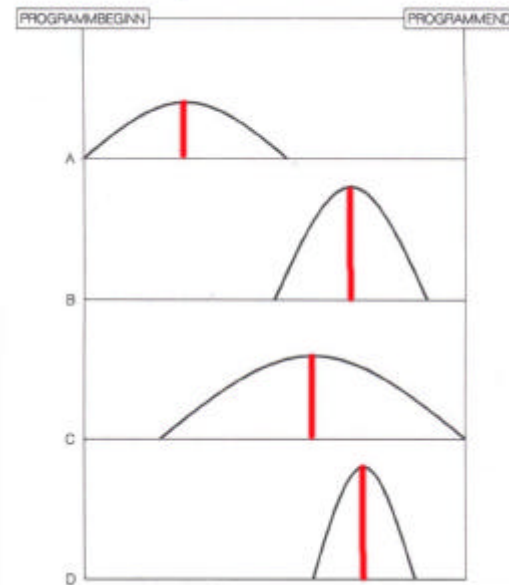
Impulsdauer: A:B:C:D = 1 : 0,75 : 1,5 : 0,5

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. Literatur

Impuls-Timing-Theorie:

Drei unveränderliche (invariante) Element festgelegt:

1. Sequencing (Sequenzierung)
2. Relative Timing (relative Zeiten)
3. **Relative Forces (relative Kräfte)**
Das Verhältnis der Intensitäten („Höhen“) der Einzelimpulse

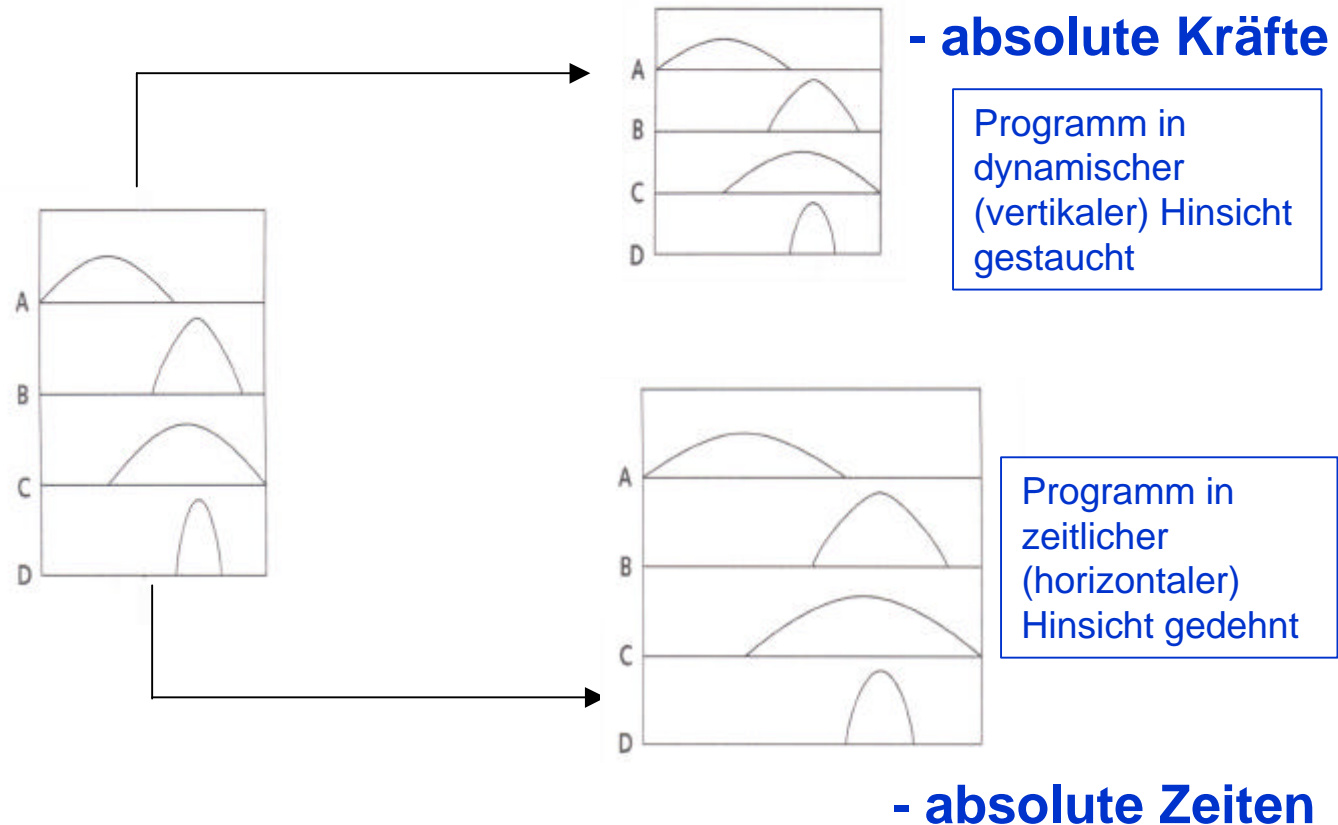


Impulshöhe: A:B:C:D = 1 : 2 : 1,5 : 2

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
- 7. Literatur**

Gestaltkonstanzhypothese

Ein Impuls-Timing-Muster (Programm) kann durch Variation der Parameter - absolute Zeiten (overall duration) - absolute Kräfte (overall forces) gedehnt bzw. gestaucht werden.



(Roth&Willimczik 1999, 190)

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
- 7. Literatur**

Gestaltkonstanzhypothese

Ein Impuls-Timing-Muster (Programm) kann durch Variation der Parameter

- absolute Zeiten (overall duration)
- absolute Kräfte (overall forces)

in zeitlicher (horizontaler) und/oder dynamischer (vertikaler) Hinsicht gedehnt bzw. gestaucht werden, die charakteristischen Kennwerte (Sequencing, Relative Timing, Relative Forces) des Programms bleiben dabei **unverändert**.

Als weitere variable Programmelemente werden angesehen:

- die Muskelauswahl
- ein räumlicher Parameter

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
- 7. Literatur**

Schema-Theorie:

Bewegungsparameter zielgerichtet in die ausgewählten Rahmenprogramme einlesen

Wiedergabeschema (Recall-Schema)

Gedächtnisinstanz:

- zur Festlegung des exakten Dehnungs-/ Stauchungsgrad eines GMP
- Einsatzregeln eines GMP für bestimmte Ausgangsbedingungen und angestrebte Ergebnisse
- zur Festlegung der Parameter d.h. Spezifizierung des Open-loop-Anteils der Bewegungskontrolle (Bewegungssteuerung)

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. Literatur

Wiedergabeschema enthält 3 Arten von Informationen

1. Ausgangsbedingungen

- Lage des Körpers im Raum
- situative Umgebungsbedingungen der Bewegung (z.B. Gegnerposition, Ballgewicht)

2. Bewegungsergebnis

- Information über Resultat der durchgeführten Bewegung (z.B. Weite, Richtung des Balles, Korrekturhinweise des Trainers)

3. Parameter

- Festgelegt werden variable Programmbestandteile (z.B. Absolute Kraft, Richtung, Geschwindigkeit)

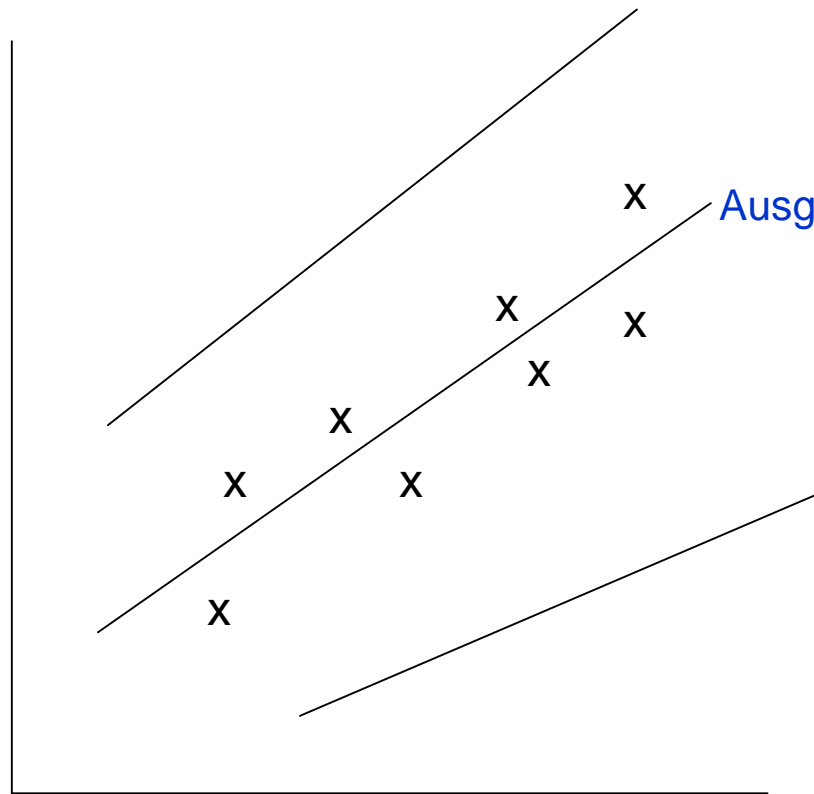
Grundgedanke:

Ausbildung regelhafter Beziehungen zwischen Ausgangsbedingungen, Parametrisierung und Bewegungsergebnis durch gesammelte Bewegungserfahrungen

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien
7. Literatur

Wiedergabeschema eines GMP für Bewegungsklasse „Wurf“

Parameter



Ausgangsbedingungen

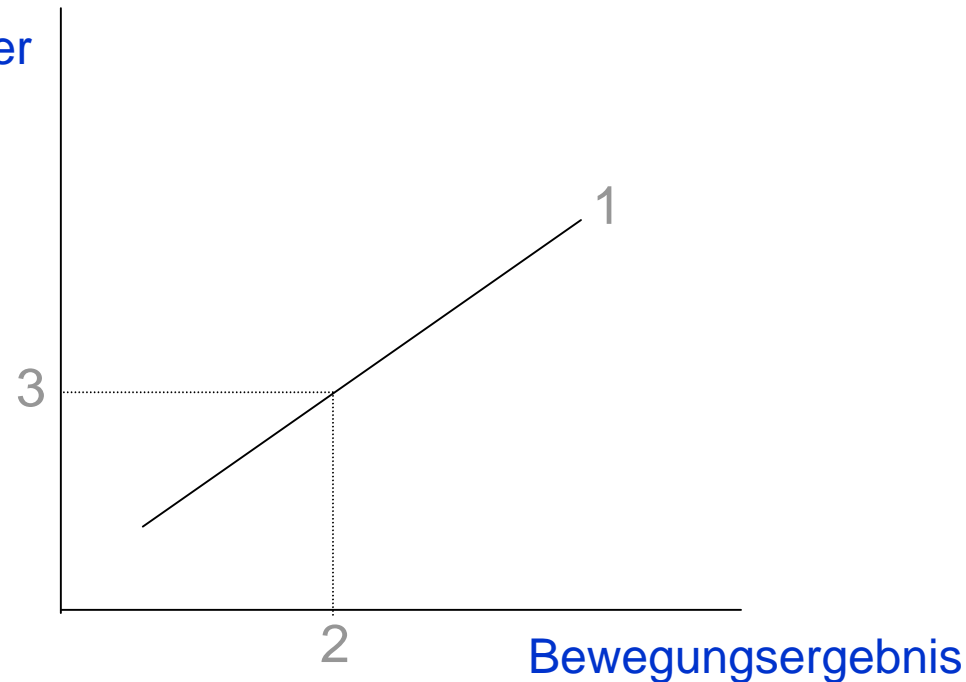
Bewegungsergebnis



1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien
7. Literatur

Steuerung der Bewegung durch:

Parameter



- 1: Analyse der Ausgangssituation
- 2: Festlegung des gewünschten Ergebnisses
- 3: Festlegung der optimalen Parameter

- ermöglicht auch die Realisierung bisher noch nicht durchgeführter Bewegungsvariationen

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. **Literatur**

Schema-Theorie:

Bewegungsparameter zielgerichtet in die ausgewählten Rahmenprogramme einlesen

Wiedererkennungsschema (Recognition-Schema)

Gedächtnisinstanz:

- zur Kontrolle der Bewegung
- zur Auslösung von Korrekturmaßnahmen
- für den Closed-loop-Anteil der Bewegungskontrolle (Bewegungsregelung)

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. **Literatur**

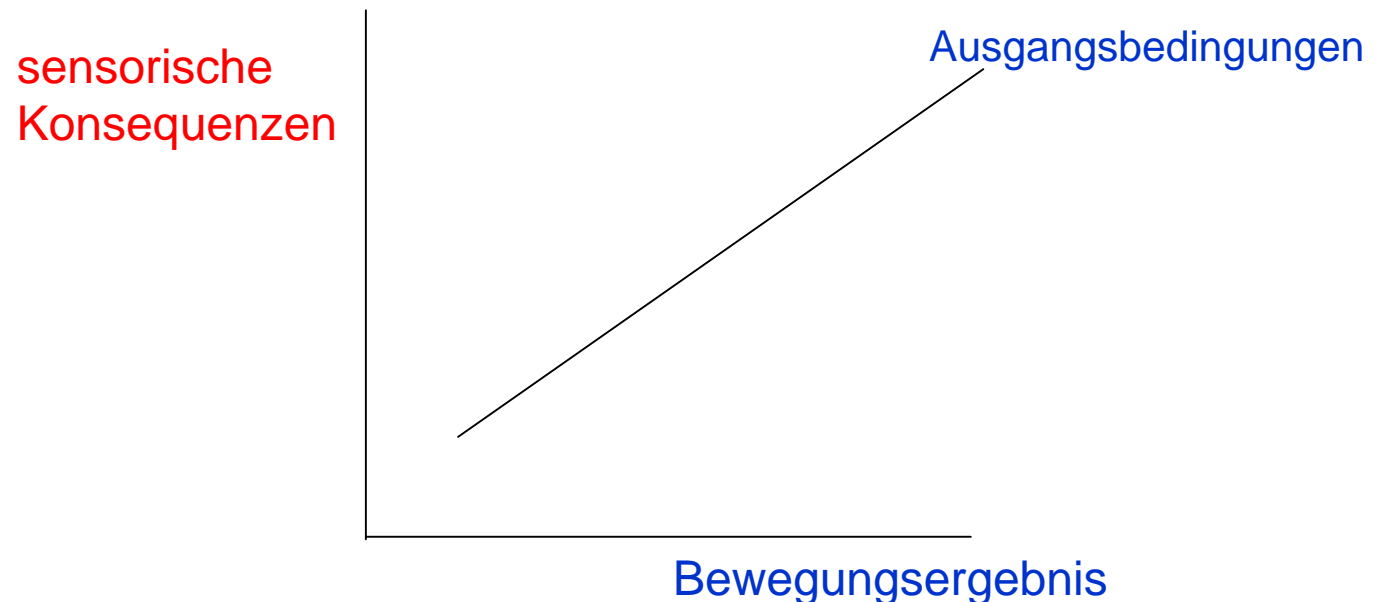
Wiedererkennungsschema (Recognition-Schema)
enthält 3 Arten von Informationen

1. Ausgangsbedingung

2. Bewegungsergebnis

3. Sensorische Konsequenzen

- werden während der Bewegung erzeugt
- alle durch Bewegung ausgelösten (re)afferenten Informationen



1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. Literatur

Wiedererkennungsschema (Recognition-Schema)

- **Regelung der Bewegung**

vor Bewegungsbeginn:

- Analyse Ausgangsbedingung
- Festlegung des Bewegungsergebnisses
- Vorhersage der erwarteten sensorischen Konsequenzen

während der Bewegung:

- erwartete sensorische Konsequenzen als Referenzwert für aktuell einlaufende Reafferenzen
- Differenz zwischen erwarteten und aktuellen Reafferenzen



Auslösung von Korrekturmaßnahmen

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
- 7. Literatur**

1: „Was-Entscheidung“

- Auswahl eines verfügbaren mot. Programms (Festlegung des Impuls-Timing-Musters mit invarianten Merkmalen)

2: „Wie-Entscheidung“

- Festlegen des konkreten Ergebnisses
- Festlegen der erforderlichen Parameter im Wiedergabeschema
- Parallele Aktivierung des Wiedererkennungsschemas, d.h. Vorhersage der dem angestrebten Ergebnis entsprechenden erwarteten sensorischen Konsequenzen

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. Literatur

1: „Was-Entscheidung“

2: „Wie-Entscheidung“

3: Auslösung der Bewegung

- efferente Impulse auf Grundlage der zentralen Programmierung

4: Ablaufüberwachung

- durch (Re)afferenzen
- Wiedererkennungsschema als fehleraufdeckende Instanz

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
- 7. Literatur**

Vier Arten der Ablaufkontrolle/-überwachung

A Kontrolle der fehlerfreien Realisation der gewählten Programm- u. Parameterspezifikation

- nicht, ob taktische Angemessenheit vorliegt

(K1): Korrekturmechanismus 1 = 30 - 80msec nach
Bewegungsbeginn

(K2): Korrekturmechanismus 2 = ab ca. 150msec

- Aufdecken von Programmierfehlern
- Kontrolle über Wiedererkennungsschema



Vergleich einlaufender Reafferenzen mit erwarteten sensorischen Konsequenzen



gegebenenfalls Anpassung der Parameterfestlegung

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
- 5. GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. Literatur

Vier Arten der Ablaufkontrolle/-überwachung

B Kontrolle der Angemessenheit von Programm und Parameter-Festlegung

(K3): Korrektur der „Wie-Entscheidung“

- z.B. nach neuer Situationsanalyse Entscheidung für andere Variante
- relativ hoher Zeitbedarf

SPORTART	K3 [msek]	K4 [msek]
Handball Sprungwurf	rechts, links, tief, hoch 383 msek	
Tischtennis Vh-Slice	rechts, links, kurz, lang 399 msek	
Tennis Vh-Schlag	rechts, links, kurz, lang 420 msek	
Volleyball Schmetter-schlag	diagonal, longline, kurz, lang 491 msek	

(Roth&Sahre 1990, 27)

praktische Konsequenzen:

➔ **Parameteränderung noch während Ausholphase realisierbar**

➔ **ab Beginn Vorschwungphase Parameteränderung nicht mehr erfolgreich**

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. **GMP-Theorie von Schmidt**
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
6. **Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. **Literatur**

Vier Arten der Ablaufkontrolle/-überwachung

B Kontrolle der Angemessenheit von Programm und Parameter-Festlegung

(K4): Korrektur der „Was-Entscheidung“

- Programmwechsel → neues Impuls-Timing-Muster
- hoher Zeitbedarf

SPORTART	K3 [msek]	K4 [msek]
Handball Sprungwurf	rechts, links, tief, hoch 383 msek	
Tischtennis Vh-Slice	rechts, links, kurz, lang 399 msek	Slice → Topspin 557 msek
Tennis Vh-Schlag	rechts, links, kurz, lang 420 msek	Vh-Schlag → Vh-Lob 610 msek
Volleyball Schmetter- schlag	diagonal, longline, kurz, lang 491 msek	Schmetter- schlag → Lob 745 msek

praktische Konsequenzen:

→ **geringe Erfolgswahrscheinlichkeit für Programmwechsel nach Bewegungsbeginn**

(Roth&Sahre 1990, 27)

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. GMP-Theorie von Schmidt
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. Literatur

Kritik an Informationsverarbeitungstheorien

- keine Erklärung, wie Motorikprogramme erworben werden

vor erster Bewegungsdurchführung müssen Lernende wissen, wie Parameter einzulesen sind
Aussage der Theorie: Schemaregeln nachträglich aufgrund Erfahrung
- unklare Grenzen eines Motorikprogramms - wie gross ist eine Klasse von Bewegungen?

Kritik am Invarianten-Konzept:

1. Theorie nicht falsifizierbar
 2. experimentelle Ergebnisse sprechen gegen die Invarianz des relativen Timings
- keine Entsprechung auf ZNS - Ebene für Programme

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. GMP-Theorie von Schmidt
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
- 6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien**
7. Literatur

Kritik an Informationsverarbeitungstheorien

Computer und Mensch grundsätzlich verschiedene Systeme

- biologische Realität weit entfernt von theoretischem Konzept



parallele Verarbeitung



Aufmerksamkeitsbeschränkung als Vorteil



Information ist subjektiv bedeutungsabhängig



alternative Ansätze:

- Modularitätshypothese
- systemdynamischer Ansatz (Selbstorganisation)
- Konnektionismus (Neuronale Netze)

1. Einordnung
2. Grundannahmen motorischer Kontrolltheorien
3. Modell von Meinel & Schnabel
4. Kritik an closed-loop-Modellen
5. GMP-Theorie von Schmidt
 - 5.1 Impuls-Timing-Theorie
 - 5.2 Gestalt-Konstanz-Hypothese
 - 5.3 Schematheorie
 - 5.4 Ablaufkontrolle
6. Kritik an Informationsverarbeitenden Theorien
7. Literatur

Literatur:

Roth, K. & Hossner, G. (1999). Informationsverarbeitende Ansätze In: *K. Roth & K. Willimczik. Bewegungswissenschaft*. Reinbek: Rowohlt, 227 - 258, 266 - 278.

Göhner, U. (1999). *Einführung in die Bewegungslehre des Sports*. Teil 2: Bewegungslehre des Sports, Kap. XI Die Schematheorie. Schorndorf: Hofmann, 164 - 177.

Meinel, K. & Schnabel, G. (1998). *Bewegungslehre - Sportmotorik*. Berlin: Sportverlag, 40 - 73.

Roth, K. & Sahre, E. (1990³). Der Innenaspekt: Die prozeßorientierte Betrachtungsweise. In: *P. Röthig & S. Grössing. Bewegungslehre: Kursbuch für die Sporttheorie*. Wiesbaden: Limpert (besonders 15 -29)