



Universität Regensburg

AOR Peter Hargasser

Vorlesung

„Grundlagen der Bewegungswissenschaften I und II“

im Wintersemester 2023/24 und
Sommersemester 2024 an der Universität
Regensburg

Übersicht über die Inhalte der Vorlesung Bewegungswissenschaften

1. Allgemeines – Überblick
2. Ansätze der Bewegungslehre – Überblick
3. Betrachtungsweisen der Bewegungslehre – Überblick
4. Bewegungsbegriff und Bewegungsstruktur
5. Bewegungskoordination, -kontrolle und -steuerung
6. Sportmotorik
7. Sportmotorisches Lernen
8. Motorische Ontogenese
9. Feedback und Instruktion
10. Methoden der Bewegungslehre
11. Methodische Reihen
12. Physikalische Grundlagen
13. Literatur

1. Allgemeines

Einordnung und Überblick über die Teilgebiete der Sportwissenschaften

- ▶ Wissenschaftstheoretische Grundlagen (angewandte Sportwissenschaft)
- ▶ Trainingslehre
- ▶ **Bewegungslehre**
- ▶ Sportpädagogik
- ▶ Sportpsychologie
- ▶ Sportmedizin mit Orthopädie
- ▶ Anatomie
- ▶ Physiologie
- ▶ Sportökonomie
- ▶ Sportgeschichte
- ▶ Sportmotorik
- ▶ Organisationslehre
- ▶ Sportsoziologie
- ▶ Sportstätten
- ▶ Sportinformation und -dokumentation
- ▶ u.a.m.

Kenntnisse werden aus anderen Wissenschaftsbereiche mit einbezogen

Aus anderen Wissenschaften :

- Physik
- Mathematik
- Biologie
- Medizin
- Psychologie
- Pädagogik

Aus den Sportwissenschaft:

- Sportpädagogik
- Sportpsychologie
- Sportbiologie und -medizin
- Biomechanik
- Trainingslehre
- Theorie der Sportarten

Wohin gehört die Bewegungslehre?

- ▶ Bewegungslehre ist ein Teilbereich der Sportwissenschaften
- ▶ Wissenschaftliche Erkenntnisse über Bewegungen (und ihr zugrundeliegende Steuerungs- und Regelungsprozesse) sind abhängig vom Forschungszugang
- nicht die Bewegungslehre, sondern unterschiedliche Betrachtungsweisen zur sportlichen Bewegung

- ➔ **keine einheitliche Auffassung**

Womit beschäftigt sich die Bewegungslehre? – ein Vergleich

- ▶ Gesetzmäßigkeiten und *Analyse* der sportlichen Bewegung

→ *Zustandsbeschreibung* der Motorik

→ Theorie der Bewegungsabläufe sportpraktischer Aspekte (*Fehleranalyse*)

Bewegungslehre

- ▶ *Planung* der sportlichen Leistung durch Gesetzmäßigkeiten des Trainings

→ *Zustandsveränderung* der Motorik

→ Theorie der sportlichen Leistung unter dem Aspekt der Optimierung (*Fehlereliminierung*)

Trainingslehre

Was ist Bewegungslehre?

Definitionsversuch:

Bewegungslehre des Sport ist eine integrative Wissenschaftsdisziplin, welche die Gesamtheit der wissenschaftlichen Aussagen zum Komplex der Bewegung im Sport subsummiert.

Im Mittelpunkt steht die sportliche Bewegung:

- menschliche Bewegung (im engeren Sinn)
= **das nach außen gerichtete Produkt -> *Außenaspekt***
- der sich bewegende Mensch (im weiteren Sinn)
= **der nicht unmittelbar zu beobachtende (Ausführungs-) Prozess**
-> *Innenaspekt*

Erste Werke

Vorläufer und Vorbilder:

- Deutsche Hochschule für Leibesübungen (Berlin) hatte ab 1920 Biomechanisches Labor. Veröffentlichte Monographien, Psychomotorik. Leipzig 1930, psychologische Ansätze
- Buytendijk: Allgemeine Theorie der menschlichen Haltung und Bewegung. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1956

Erste Werke:

- Ballreich, R.: Weitsprunganalyse. Berlin, 1970
- Baumann, W.: Biomechanik – Methoden und Anwendungsaspekte. Leipzig, 1972
- Fetz, F.: Bewegungslehre der Leibesübungen. Frankfurt, 1972
- Rieder, H.: Bewegungslehre des Sports. Sammlung grundlegender Beiträge I + II. Schorndorf, 1973 + 1977

1976: Neuauflage von Meinel unter Mitarbeit von Schnabel.

2. Ansätze der Bewegungslehre

Ansätze der Bewegungslehre – ein Überblick

Unter anderem gibt es:

- ▶ Historisch-gesellschaftliche Betrachtungsweise
- ▶ Morphologie Betrachtungsweise
- ▶ Anatomisch-physiologische Betrachtungsweise
- ▶ Psychologische Betrachtungsweise
- ▶ Biomechanische Betrachtungsweise

Entwicklung von „**Schulen der Bewegungslehren**“, da keine einheitlichen Lehr- und Forschungsbereiche!

Verschiedene „Schulen“ der Bewegungslehren: historische Betrachtung

1. Qualitativer Ansatz: (geisteswissenschaftlich)

- ▶ Meinel (1960): Qualitativer Ansatz. Das Sicht- und Wahrnehmbare hat im Vordergrund zu stehen.

2. Quantitativer Ansatz (naturwissenschaftlich – empirisch)

- ▶ Gutewort und Pöhlmann (1966): exakte **biomechanische** Grundlage.
- ▶ Ballreich (1966): präskriptives, über möglichst exaktes **Datenmaterial** entwickeltes Aussagesystem
- ▶ Schnabel/Meinel haben sich später angeschlossen: quantitative Erfassung

(=> Peyker (1977) übt **Kritik**: man erkennt im Schulsport nur noch Vorgänge an, die biomechanisch erfasst und behandelt werden. Didaktisch nicht zu rechtfertigen.)

3. Praktischer Ansatz (praxisorientierte Oberflächlichkeit)

- ▶ Meinel: *morphologische Betrachtungsweise*
(Phasenstruktur: siehe 3.1.3.)

4. (nutzlose) kybernetische Grundlagenforschung

- ▶ Hatze: Bewegungstheorie von menschliche Bewegung in biomathematische bzw. kybernetische Modelle verwandelt => **Steuerung und Regelung**

Leistungen der Bewegungslehre – was wird betrachtet?

1. Bewegungsqualitäten

- ▶ Meinel:
System von Bewegungskategorien (Phasenstruktur 3.1.3.) und Bewegungsrhythmus, Bewegungsübertragung, Bewegungsfluss, Bewegungselastizität, Bewegungsgenauigkeit, Bewegungsharmonie, Vorausnahme (Antizipation),
später: Bewegungsharmonie übergeordnet, neu: Bewegungstempo, -umfang und -stärke
-> **andere Unterteilung möglich**
- ▶ Fetz: Differenzierung von Bewegungseigenschaften und motorischen Eigenschaften.

2. Bewegungsquantitäten

- ▶ Konzentration auf einzelne sportliche Bewegungsprobleme
z.B. beim Weitsprung: bei welcher Veränderung von Parametern treten mit welcher Wahrscheinlichkeit welche Folgen für das Ergebnis ein?
- ▶ -> **Mechanik**:
messen und analysieren

3. Bewegungsprinzipien

Ausgangspunkt: Prinzipien, die eine sportliche Bewegung bedingen (Sobotka)

Zweckmäßigkeit

und

Ästhetik

↓
Zweckbewegungen

- ↓
- Ökonomie
 - Energieversorgung
 - Energieumsetzung
 - Präzision

↓
Formbewegungen

- ↓
- Schwierigkeit
 - Harmonie
 - Präzision im Ablauf der Bewegung

4. biomechanische Prinzipien

- ▶ **Hochmuth**: stellte diese zur Beurteilung von zweckmäßigen Lösungsverfahren auf.

=> weitgehend *mechanisch* orientiert (Reduzierung), Mensch ist aber *biologisch*!

5. Bewegungshandlung

- ▶ **Kaminski** (Baumann/Reim): Innenaspekt der Bewegung, da eine Bewegung reguliert, korrigiert und vervollkommnet wird und ein Ziel verfolgt

6. Bewegungsanalyse

- ▶ **Meinel, Ungerer, Göhner, Wiemann:**
Analysen sportlicher Bewegungen v.a. über die Wahrnehmung (Analysatoren)

7. Bewegungsbedeutung

- ▶ **Kurz:**
Frage nach dem Sinn:
instrumentelle, explorierend-
erkundende, soziale und
personale
Bedeutungsdimension
- ⇒ Bezug zur Fachdidaktik:
Konzepte und Methoden

Mögliche Betrachtungsweisen der Bewegung

Der Gegenstandsbereich der BWL erstreckt sich gleichermaßen auf die **äußerlich sichtbaren Abläufe**, d.h. auf die Bewegungen als räumlich-zeitliche Veränderung, wie auf die **körperinternen Steuerungs- und Funktionsprozesse** (*Regelungsprozesse*), die beim Zustandekommen der sichtbaren Vollzüge beteiligt sind.

Zweck der verschiedenen Betrachtungsweisen

- ▶ Voraussetzung für Bewegungslernen/Techniktraining
- ▶ Hilfen zur Bewegungsoptimierung (hierbei wird auf die Fähigkeiten, Fertigkeiten und die körperlichen Voraussetzungen der Athleten Rücksicht genommen)
- ▶ Unterschiedlicher Standpunkt der Wissenschaftler

Allgemein: Beschreibung, Ablauf und Fehleranalyse einer Bewegung, sowie deren Entstehung und Festigung

Möglichkeiten der Unterteilung

Allgemein:

- ▶ Bewegung von außen und von innen
- ▶ Morphologische Betrachtungsweise
- ▶ Funktionsanalytische Betrachtungsweise
- ▶ Funktionale Betrachtungsweise
- ▶ Biomechanische Betrachtungsweise
- ▶ Handlungstheoretische Betrachtungsweise
- ▶ Historisch-gesellschaftliche Betrachtungsweise
- ▶ Anatomisch-physiologische Betrachtungsweise
- ▶ Psychologische Betrachtungsweise
- ▶ Handlungsorientierte Betrachtungsweise
- ▶ Handlungstheoretische Betrachtungsweise
- ▶ Empirisch-analytische Betrachtungsweise
- ▶ Motorische Betrachtungsweise
- ▶ Ganzheitliche Betrachtungsweise
- ▶ Funktionell-anatomisch Betrachtungsweise
- ▶ Neurophysiologisch Betrachtungsweise
- ▶ Energetisch Betrachtungsweise
- ▶ Fähigkeitsorientierte Betrachtungsweise
- ▶ Sensomotorisch-informationstheoretische Betrachtungsweise
- ▶ Systemdynamische Betrachtungsweise
- ▶ Konnektivismus
- ▶ u.v.m.

Bewegung und Motorik (Willimczik, Roth),
Bewegung und Sensorik (Daug),
Produkt- und Prozessbereich (Göhner),
Außen- und Innenaspekt (Grosser):

- ▶ *Außenaspekt:*
morphologische,
biomechanische,
funktionsanalytische
Betrachtungsweise
- ▶ *Innenaspekt:*
fähigkeitsorientierte,
informationsverarbeitend,
systemdynamische
Betrachtungsweise,
Konnektivismus

Bewegung von außen und von innen

Außenaspekt:

- ▶ Beschreibung der nach außen hin *sichtbaren* Phänomene = objektiv auftretende Erscheinungen (sichtbare Bewegung)
 - ▶ Beobachtung, Analyse, Vergleich und Anwendung physikalischer und biologischer Erkenntnisse
 - ▶ **Außenaspekt:**
häufig als „**Bewegung**“ bezeichnet
- *Produkt, Fremdsicht, Außensicht*

Innenaspekt:

- ▶ = Mensch als wahrnehmendes, denkendes und handelndes Wesen
 - ▶ Die zur Realisierung einer Bewegung notwendigen *körperinternen* Steuerungs- und Funktionsprozesse
 - ▶ Bewegungskoordination, Neurophysiologie, Handlungspsychologie
 - ▶ **Innenaspekt:**
häufig mit „(Senso)**Motorik**“ gleichgesetzt
- *Prozess, Eigensicht, Innensicht*

Funktionell - anatomische Betrachtungsweise

- ▶ **Aufgaben für BL:**
Bestimmung der Funktions- und Stabilisierungsmuskeln und deren Muskelarbeitsweisen
- ▶ materiellen Struktur der Gewebe des menschlichen Organismus, v.a. des Bewegungsapparates.
- ▶ anatomisch-physiologische Zusammenhang zwischen den Strukturen (Knochen, Gelenke, Bänder, Sehnen und Muskeln) und deren Aufbau und ihre Funktion im Rahmen von Bewegungen
- ▶ Bereiche: Anatomie, Biomechanik, Physiologie

Funktionell - anatomische Analyse: Basiswissen

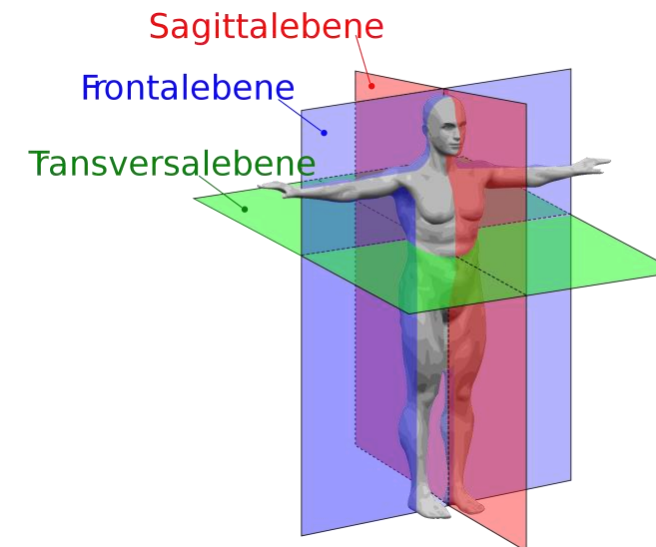
- ▶ Achsen, Ebenen, Richtungen, anteilige/beteiligte Körperelemente (Gliederkette) und Bewegungsmöglichkeiten der Gelenke (z.B. Sattelgelenk)

- ▶ Eingesetzte Muskeln, Muskelgruppen und Muskelschlingen werden bestimmt (= Plausibilitätsbetrachtung)

- ▶ Arbeitsweisen der Muskeln:
 - Art der Kontraktion zu bestimmten Zeitpunkt (dynamisch (konzentrisch, exzentrisch), statisch, isometrisch, isotonisch, auxotonisch)
 - Kontraktionszeitpunkt, -dauer, -stärke (nur in Verbindung mit biomechanischen Verfahren möglich)

weiteres Wissen zur Funktionell - anatomischen Analyse

- ▶ Darstellung der Anatomie des Muskels in Regionalgliederung (Systematik nach Körperregionen) und funktionelle Gliederung (Systematik nach Funktionssystemen = Muskelschlingen/ -ketten)
- ▶ Muskelfaseranordnung (Fiederungswinkel)
- ▶ Muskelfasertypen (FT, ST, ...)
- ▶ Muskelhärte (stiffness)
- ▶ Energiespeicher (ATP, KP,...) www.wikipedia.de



Historisch - gesellschaftliche/ soziologische Betrachtungsweise

- ▶ Entwicklung der sportlichen Bewegungsformen
- ▶ Auswahl von Sportarten in Abhängigkeit von der gesellschaftlichen Schicht
- ▶ Einfluss der Gesellschaft und Kultur auf Veränderung von Sportauffassungen

3. Betrachtungsweisen der Bewegungslehre

3. Betrachtungsweisen der Bewegungslehre – eine Auswahl

- ▶ 3.1. Biomechanische Betrachtungsweise
- ▶ 3.2. Ganzheitliche Betrachtungsweise
- ▶ 3.3. Funktionale Betrachtungsweise
- ▶ 3.4. Fähigkeitsorientierte Betrachtungsweise

3.1. Biomechanische Betrachtungsweise

- a) Biomechanik des Sports
- b) Biomechanische Merkmale und Methoden
- c) Biomechanische Prinzipien
- d) Biomechanische Messverfahren
- e) Biomechanische Technikanalyse

a) Biomechanik: empirisch - analytische Betrachtungsweise

Innere und äußere Biomechanik

- ▶ Funktions- und Steuerungsprozesse von Bewegungen:
Neurophysiologischer Ansatz, **Innenaspekt**
- ▶ Erscheinungen und Ursachen von Bewegungen nach den Gesetzen der Mechanik: mechanischer Ansatz, **Außenaspekt**

Ausdifferenzierung

- ▶ **Leistungsbiomechanik:**
Technikanalyse und Technikoptimierung
Beispiel: Erklärung der Sprungweite beim Weitspringen
- ▶ **Anthropometrische Biomechanik:**
Eignungsdiagnose und Leistungsprognose
Beispiel: Körperbaumerkmale
- ▶ **Präventive und rehabilitative Biomechanik:**
Belastungsanalyse und Belastungsgestaltung
Beispiel: Hebetekniken

Die sportliche Bewegung...

... ist physikalisch gesehen eine **Orts-, Positions- und Geschwindigkeits-veränderung** des menschlichen Körpers (oder von Körperteilen) in seiner Umgebung

Biomechanik (Bewegungsmechanik)

besteht aus zwei Bestandteilen:

BIO

griechisch: biòs = Leben

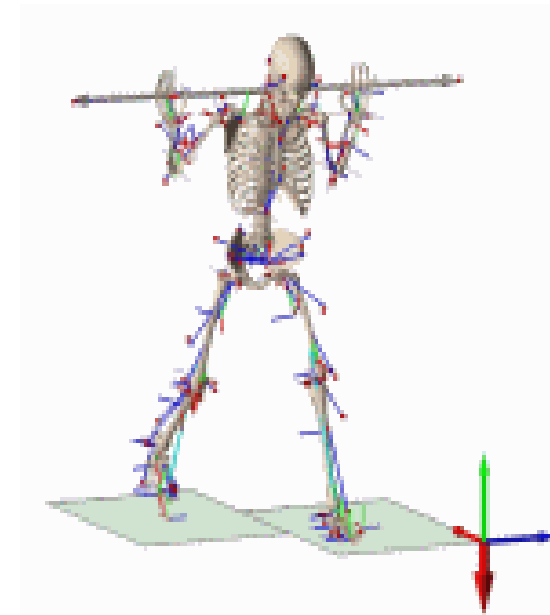
Sportbiomechanik:

Fragen zur Bewegung, zum
Haltungs- und
Bewegungsapparat

MECHANIK

(Teilgebiet der Physik)

Sie befasst sich mit der Bewegung von
Körpern und der Einwirkung von
Kräften.



Quelle: unbekannt

BIO-logische Grundlagen

- ▶ Bewegungsapparat
- ▶ Abmessungen und Eigenschaften von Knochen, Sehnen und Bändern
- ▶ Freiheitsgrade der Bewegung von Gelenken
- ▶ mechanische Eigenschaften in den verschiedenen Arbeitszuständen der Muskulatur

Biomechanik des Sports

Die Biomechanik des Sports ist eine naturwissenschaftliche Teildisziplin der Sport- bzw. Bewegungswissenschaft. Gegenstand biomechanischer Untersuchung sind die äußerlich in Erscheinung tretenden Bewegungen im Sport. Die Biomechanik bezeichnet eine Symbiose aus Physik und biologischen Organismen. Mit Modellen und Begriffen der Mechanik wird versucht biologische Gesetzmäßigkeiten zu determinieren.

Biomechanik des Sports

Die Biomechanik des Sports ist die „wissenschaftliche Disziplin, die die sportliche Bewegung unter Verwendung von Begriffen, Methoden und Gesetzmäßigkeiten der Mechanik beschreibt und erklärt.“ (Ballreich, 1988a, S. 2)

Die Biomechanik ist eine Wortzusammensetzung: sie untersucht die Strukturen und Funktionen **biologischer Systeme** unter der Verwendung der Gesetze und Begriffe der **Mechanik (Physik)**

b) Biomechanische Merkmale

- ▶ Es existieren mehrere für die Biomechanik relevante Merkmale. Diese wären:
 - Kinematische Merkmale: Winkel, Beschleunigung, Geschwindigkeit, Weg
 - Dynamische Merkmale: Kraft, Masse, Drehmoment, Impuls, Trägheitsmoment
 - Zeitmerkmale: Zeitspanne, Frequenz

MECHANIK mit (quantitativen) Merkmalen unterteilt in

Kinematik (= Raum und Zeit)

- ▶ Objektivierung von Orts- und Lageveränderungen des Körpers bzw. von Körperteilen in Raum und Zeit

= Beschreibung der **Bewegungsformen von Körpern** mittels

kinematischer Merkmale (Zeit, Weg, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Winkel, Winkelgeschwindigkeiten, Winkelbeschleunigung)

- ▶ Unterteilung möglich in **Translation** und **Rotation**

Dynamik (Lehre von den Kräften)

- ▶ Kraftmerkmale, die Ursachen für die Bewegung von Körpern bzw. von Geräten sind

- ▶ = Beschreibung von **Kräften auf Körper** mittels

dynamischer Merkmale (u.a. Masse, Kraft/Drehmomente, Impuls, Arbeit, Energie, Leistung, Trägheitsmoment, Drehimpuls)

- ▶ Unterteilung in **Statik** (Kräfte im GG) und **Kinetik** (beschleunigender Aspekt der Kräfte)

c) Biomechanische Prinzipien

nach Hochmuth:

- ▶ Prinzip des optimalen Beschleunigungswegs
(samt: Prinzip der optimalen Tendenz des Beschleunigungsverlaufs)
- ▶ Prinzip der (maximalen) Anfangskraft
- ▶ Prinzip der (zeitl.) Koordination der Einzel-/Teilimpulse
- ▶ Prinzip der (Dreh-)Impulserhaltung
- ▶ Prinzip der Gegenwirkung und des Drehrückstoßes

zusätzlich

nach Göhner:

- ▶ Go & Stop - Prinzip

nach Wiemann:

- ▶ Kinetion & Modulation von Ganzkörperbewegungen
- ▶ vorgedehnter Muskel

d) Einteilung der Messverfahren...

... zur quantitativen Beschreibung von Bewegungsabläufen:

- ▶ **Dynamometrie:** Kraftmessung der äußeren Kräfte
- ▶ **Kinemetrie:** Lage/Geschwindigkeit einzelner Körperteile im Raum bestimmen bzw. Weg-Zeit-Messung der Lage und Geschwindigkeit von Körpern
- ▶ **Anthropometrie:** Trägheitskräfte, Muskelkraftmomente durch Körperabmessungen, Abmessungen und Massenverteilungen sowie Körperschwerpunkt
- ▶ **Elektromyographie:** Aufzeichnung des elektrischen Aktivierungszustands des Muskels und des Innervationsverhaltens

e) Biomechanische Technikanalyse

- ▶ **Definition:** die biomechanische Technikanalyse liefert dem Trainer Hinweise auf die im Techniktraining besonders zu berücksichtigenden biomechanischen Merkmale.

- ▶ Quantitative vs. Qualitative Analyse
- ▶ drei Schritte notwendig für BM Technikanalyse:
 - ▶ a) Bestimmung der Vielzahl von Einflussgrößen (biomechanische Merkmale)
 - ▶ b) Schätzung der Einflusshöhe der Einflussgrößen auf die Leistung
 - ▶ c) Korrelation von der sportlichen Leistung und biomechanischen Einflussgrößen verschiedener Sportler

3.2. Ganzheitliche Betrachtungsweise – eine Auswahl

- ▶ man bewegt sich
 - ▶ man bewegt einen Gegenstand
 - ▶ man wird von anderen (Kräften) bewegt
 - ▶ man ist bewegt
 - ▶ man bewegt etwas
 - ▶ bewegende Worte und Ereignisse
 - ▶ geistig beweglich
 - ▶ motorisch (un)beweglich
- u.v.m.

Morphologie

- ▶ Die Morphologie (von griechisch μορφή, *morphé*, „Gestalt, Form“,^[1] und λόγος, *lógos*, „Wort, Lehre, Vernunft“^[2]) ist die Lehre von der äußerlich wahrnehmbaren Form oder Gestalt eines Sachverhaltes und ihrem Wandel

Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/Morphologie_\(Sportwissenschaft\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Morphologie_(Sportwissenschaft))

Systemdynamische Ansatz

- ▶ Der systemdynamische Ansatz baut auf der Theorie dynamischer Systeme auf. Hiernach ist Bewegung das Ergebnis von Selbstorganisationsprozessen. Die Kontrolle der Bewegung erfolgt durch situationsangepasste Muskelkopplungen. Bewegungslernen erfolgt hier als ein Such- und Erfahrungsprozess im Wahrnehmungs- und Erfahrungsraum. Beispiele sind Ökologische Aktionstheorien, die Synergetik, aber auch die Chaos-Theorie. Ein Beispiel für die Übertragung dieses Modells auf das Bewegungslernen ist das Differenzielle Lernen

Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Modelle_der_Bewegungssteuerung

Konnektivismus

- ▶ Der **Konnektionismus** ist ein Problemlösungsansatz in der Kybernetik und beschäftigt sich mit dem Verhalten vernetzter Systeme basierend auf Zusammenschlüssen von künstlichen Informationsverarbeitungseinheiten.^[1] Verhalten wird als Produkt einer Vielzahl interagierender Komponenten verstanden, die sich wechselseitig beeinflussen.

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Konnektionismus>

3.3. Funktionale Betrachtungsweise – eine Auswahl

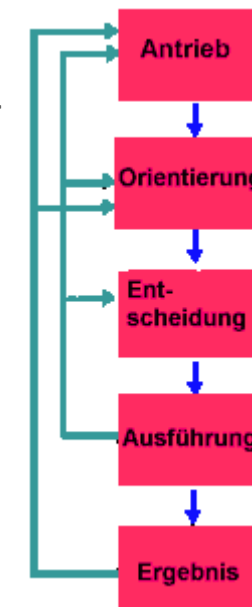
- ▶ Handlungstheorien
- ▶ Funktionsanalysen
- ▶ Informationsverarbeitungsansätze
- ▶ Modularitätshypothese

Handlungstheorien

Die sportliche Bewegung ist ein motivierter, bedeutungserfüllte, **zielgerichteter komplexer Prozess**, der sich zwar in räumlich-zeitlicher Veränderung ausdrückt, die Regulation aber stets nach einem antizipierten **Bewegungsziel** ausgerichtet ist

→ eine sportliche Bewegung kann als Handlung bezeichnet werden

- ▶ Handlungstheorien aller Art versuchen menschliches Handeln, seine Gründe und Motive zu erklären
- ▶ Jede Bewegungshandlung ist erwartungsgesteuert und zielorientiert. Eine Handlung beginnt aber nicht erst mit ihrer sichtbaren Ausführung. Bevor die sensomotorische Ebene im Ausführungsteil beginnt, laufen (meist) kognitive und emotionale Prozesse ab.
- ▶ Emotionale, kognitive und sensomotorische Prozesse, sowie konditionelle und koordinative Fähigkeiten sind notwendige Bestandteile der sportlichen Handlung
- ▶ Die fünf Teilabschnitte der Handlung:



Funktionsanalysen (Hauptvertreter: Göhner)

- ▶ Alle Bewegungsveränderungen haben eine Funktion (Aufgabe/ Bedeutung) bzgl. eines Zieles einer Aufgabe. Aufgabenanalyse äußerlich sichtbarer Produkte: Bewegungsaufgaben werden in Teile, Abschnitte, Phasen, Unteraufgaben zerlegt, um den Lernprozess kontrollieren zu können
- ▶ Ziel der Lehrstoffanalysen ist das Aufgliedern der Techniksollwerte in einzelne Bestandteile Kriterium ist die Benennung von Funktionen, d. h. abgrenzbare Abschnitte (Funktionsphasen)

Informationsverarbeitungsansätze

Informationsverarbeitung, beinhaltet basale

Gedächtnisprozesse bzw. kognitive Operationen und Strategien,

die die *Encodierung* (Einprägen), das *Speichern* (Behalten) und

den *Abruf* (Erinnern, Wiedergabe) von Information

beeinflussen (Gedächtnis).

Modularitätshypothese

- ▶ Bezeichnung für die Annahme, daß die menschliche Informationsverarbeitung aus einzelnen voneinander unabhängigen Modulen besteht und kognitive Teilsysteme modular sind.
- ▶ Auf Sport bezogen: Hier ergeben sich zwei Möglichkeiten: – Technikbausteintraining zur Strukturierung (Formung) einzelner Module (= Technikbausteine). – Technikgebäudetraining zur Einbindung der Module in eine Gesamtkontrollstruktur

3.4. Fähigkeitsorientierte Betrachtungsweise – eine Auswahl

- ▶ Differentielle Motorikmerkmale
 - Spezifität vs. Allgemeinheit
 - Motorische Fertigkeiten
 - Motorische Fähigkeiten

- ▶ Sportmotorische Tests

- ▶ Leistungsdifferenzen

Differentielle Motorikmerkmale

▶ Spezifität vs. Allgemeinheit

Das Prinzip der **Spezifität** besagt, dass Sporttraining für den **Sport**, für den die Person trainiert, relevant und angemessen ist, um den gewünschten Effekt zu erzielen, wohingegen das Prinzip der Allgemeinheit im Sporttraining vorsieht eine allgemeine Grundlage der sportmotorischen Fähigkeiten zu verbessern und nicht speziell auf die Bedürfnisse einer Person abzielt

▶ Motorische Fertigkeiten

Motorische Fertigkeiten sind also die sichtbaren Vollzüge von Bewegungen und werden in Grundfertigkeiten wie Laufen, Springen und Werfen sowie komplexe sportmotorische Fertigkeiten wie Dribbeln, Passen oder Rad fahren unterteilt

▶ Motorische Fähigkeiten

Motorische Fähigkeiten sind ein dynamischer Komplex der inneren, teilweise genetisch bedingten Voraussetzungen des menschlichen Organismus zur Realisation absichtlicher Bewegungstätigkeit

Für das jeweilige Ausführungsniveau sind die **motorischen Fähigkeiten** Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Koordination und Beweglichkeit verantwortlich (Bös, 2006).

Sportmotorische Tests

Sportmotorik: Tätigkeitsfeld „Sport“

Definition: „Wissenschaftlich begründete Untersuchungs- und Kontrollmethode, die durch Lösen sportlicher Bewegungsaufgaben unter standardisierten Bedingungen charakteristische Ergebnisparameter erfragt, die als Indikatoren für sportmotorische Fähigkeiten und Fertigkeiten dienen.“ (Blume, 1984a)

Ziel: möglichst quantitative Aussage über den relativen Grad der individuellen Merkmalsausprägung (Fähigkeits- bzw. Fertigniveau)

Sportmotorische Tests

Sportmotorischer Test (SMT)

- ... ist ein **sportwissenschaftliches Routineverfahren**
- ... sein Gegenstandsbereich: **motorisches Fähigkeitsniveau**
- ... sein Ziel: **quantitative Aussage über relativen Grad der individuellen Merkmalsausprägung**
- ... seine Durchführung findet unter **Standardbedingungen** statt
- ... er unterliegt statistischen **Gütekriterien**

(nach BÖS, 2001)

Praktische sportmotorische Tests

Test zur Überprüfung der *Schnelligkeit*:

4x9m Pendellauf, Fallstabtest, fliegende Läufe, 20m Sprint

Test zur Überprüfung der *Kraft*:

Medizinballweitwurf, Standweitsprung, Jump and Reach

Test zur Überprüfung der *Ausdauer*:

Cooper-Test, Conconi-Test, 30 Minuten DL

Test zur Überprüfung der *Beweglichkeit*:

Sit-and-Reach, Stand-and-Reach, Spreizfähigkeit

Test zur Überprüfung der *Koordination*:

Balancieren rückwärts, Kasten-Bumerang-Lauf

Allgemeine sportmotorische Tests:

Münchner Fitnesstest (MFT)

Wiener Koordinationsparcours

Eurofit -Test

Beuker-Stemper-Test

Genauerer zum Eurofi-Test:

- ▶ Körpergröße und -gewicht, BMI, Körperfett
- ▶ Einbeinstand: statische Koordination
- ▶ Plate Tapping Test: Koordination bei Präzisionsaufgaben
- ▶ Sit and reach: Beweglichkeit
- ▶ Standweitsprung: Schnellkraft; Sprung-
- ▶ Handkraftmessung: isometr. Maximalkraft
- ▶ Sit ups: Kraftausdauer Rumpfmuskulatur
- ▶ Klimmzughang: relative Kraftausdauer
- ▶ 10x5m Shuttle run: schnelligkeit
- ▶ Multistage Fitness Test: aerobe Ausdauer

Aufgabenauswahl

Tab. 3.1. Testaufgaben.

Aufgabenstruktur	Motorische Fähigkeiten				Passive Systeme der Energieübertragung
	Ausdauer AA	Kraft KA SK	Schnelligkeit AS	Koordination KZ KP	
Lokomotionsbewegungen	6-Min gehen, laufen Sprünge	SW	20m	Bal rw SHH	Beweglichkeit B
Teilkörperbewegungen	Obere Extremitäten Rumpf	LS SU			RB

Konstitution

Ergänzend werden die konstitutionellen Merkmal Größe, Gewicht und daraus berechnet der Body Mass Index (BMI) erfasst.

Kürzel der Testitems

- 6-Min 6-Minuten Ausdauerlauf
- SW Standweitsprung
- LS Liegestütz in 40 sec
- SU Sit-ups in 40 sec
- 20m 20 Meter Sprint
- Bal rw Balancieren rückwärts auf einem Balken
- SHH Seitliches Hin- und Herspringen
- RB Rumpfbeugen

3.3 Alternative Testaufgaben

Im Ausschuss wurden auch andere Testaufgaben in Betrachtet gezogen. Folgende alternative Testaufgaben wurden diskutiert und verworfen:

Tab. 3.2. Diskutierte Testaufgaben.

Fähigkeit/Test	Quelle	Ausschlussgründe
AA		
Ergometer	MoMo	In Schule und Verein nicht praktikabel
Shuttle Run (Ausdauer)	Eurofit, Science Studies	Wenig Testerfahrungen (Vergleichsstudie geplant)
Stufentest	WIAD	Nicht valide
KA		
Matthias Test	KATS-K	Eingeschränkter Altersbereich
Halten im Hang	WIAD, Eurofit	sehr motivationsabhängig
Crunches	Science Studies	Wenig gebräuchlich, Alter eingeschränkt
MK		
Handkraft	KATS-K, Eurofit	In Schule und Verein nicht praktikabel
SK		
Messplatte	MoMo	In Schule und Verein nicht praktikabel
MedBall	KATS-K, Dü-Test	Alter eingeschränkt
Standhoch	WIAD	Weniger valide als Standweit
5er Sprung	Science Studies	Wenig gebräuchlich
Shuttle Run (Sprint)	Eurofit	Wenig gebräuchlich, komplex
RS		
Reaktionstest	MoMo	Elektronisch in Schule und Verein nicht praktikabel, manuell ungenau
KZ		
Hindernislauf	KATS-K, Dü-Test	Alter eingeschränkt
Ballprellen	WIAD	Eingeschränkter Altersbereich
Tapping	Eurofit	Nicht möglich über gesamte Altersspanne
MLS	MoMo	In Schule und Verein nicht praktikabel
KP		
Zielwerfen	KATS-K, Dü-Test, WIAD	Eingeschränkter Altersbereich (wird für Testweiterentwicklung erprobt)
Sit and reach	Eurofit, Science Studies	Höherer apparativer Aufwand als Rumpfbeuge

Genauerer zum MFT:

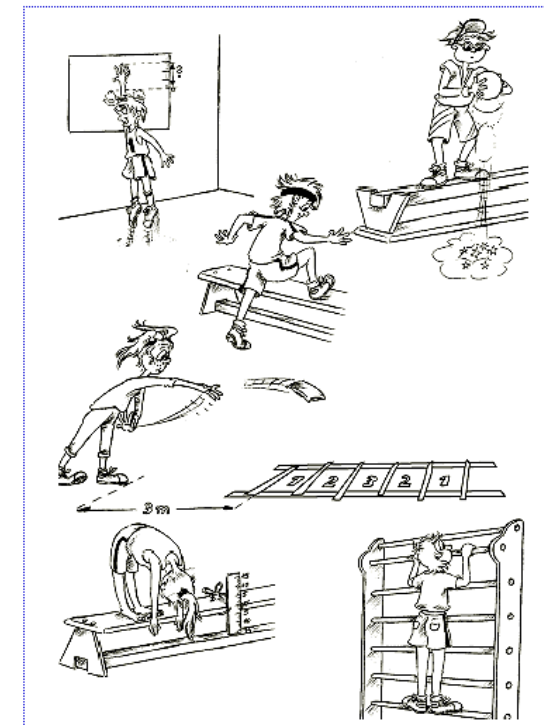
- ▶ **Ziele** der Testanwendung können sowohl die Grobdiagnose von Muskel-, Organleistungs- und Koordinationsschwächen als auch Veränderungsdiagnosen zur Beurteilung des Unterrichtserfolges sein.

Testaufgabe	Rohwerte	T-Werte	Beurteilung
1. Ballprellen	47	52	befriedigend
2. Zielwerfen	12	58	gut
3. Rumpf-/Hüftbeugen	-5	36	ausreichend
4. Standhochspringen	24	42	ausreichend
5. Halten im Hang	3	35	mangelhaft
6. Stufensteigen	-4	58	gut
Summe der T-Werte =		281	Gesamtbeurteilung
mittlerer Gesamtwert (Summe:6) gerundet =		47	befriedigend

ÜBUNGEN:

- ▶ Ballprellen
- ▶ Standhochsprung
- ▶ Rumpfbeugen/Hüftbeugen
- ▶ Halten im Hang
- ▶ Stufensteigen

Quelle: <http://www.sportunterricht.de/mft/Zielwerfen>



Zeichnungen: Susi Bauermann

Leistungsdifferenzen

- ▶ Die in vielen Sportarten gängige Unterscheidung in getrennte Leistungsklassen für Männer und Frauen wird traditionell mit den körperlichen Leistungsdifferenzen der Geschlechter begründet. Die sportlichen Werte Fairness und Chancengleichheit werden dann zur Begründung herangezogen Frauen und Männer nicht gegeneinander antreten zu lassen.

4. Bewegungsbegriff und Bewegungsstruktur

4. Bewegungsbegriff und Bewegungsstruktur

4.1. Der Bewegungsbegriff

4.2. Bewegungsklassifikation

4.3. Beschreibungsebenen der Bewegung

4.4. Biomechanik (Schwerpunkt: Biomechanische Prinzipien)

4.5. Die Phasenstruktur der Bewegung

4.6. Funktionale Betrachtungsweise

4.7. Sensomotorische Sequenz

4.1. Der Bewegungsbegriff

Verschiedenen Definitionen für „Bewegung“

- ▶ Änderung der Koordinaten eines Körpers im Laufe der Zeit in einem beliebig gewählten, dann aber festgehaltenen Bezugssystem (Internetlexikon)
- ▶ Orts- bzw. Lageveränderungen in der Zeit gegenüber einem Bezugspunkt (Söll)
- ▶ Bewegungen dienen als Mittel zur Bildung und Erziehung motorischer Leistungsfähigkeit im Sport und zur Freude und Erholung (Meinel/Schnabel)
- ▶ Alle im menschlichen Handeln auftretenden Bewegungen zählen zur menschlichen Motorik (Meinel/Schnabel)

Formen der Bewegung

- ▶ Alltags- *z.B. Zähneputzen*
- ▶ Arbeits- *z.B. Bekleben von Waren*
- ▶ Ausdrucks- *z.B. Mimik, Gestik*
- ▶ Sportbewegungen *z.B. Kippe, Handballwurf*
→ von einigen Autoren werden auch die Bewegungen von Gegenständen (Leichtathletik/Ballspiele) oder Tieren (Pferdesport) in die Überlegungen mit einbezogen.

4.2. Bewegungsklassifikationen: Arten sportlicher Bewegung

- ▶ einfache/komplexe Formen
- ▶ azyklische/zyklische Formen
- ▶ Translatorisch/rotatorisch
- ▶ Verlaufsorientiert/ergebnisorientiert
- ▶ Stereotyp/situative Bewegungen bzw. offen/geschlossen
- ▶ mit/an/ohne Gerät
- ▶ Einzel/mit bzw. gegen Partner, Gegner, Gruppen oder Mannschaften
- ▶ Technische/Handlungsähnlichkeiten

abhängig von:

- ▶ verschiedene Umgebungsbedingungen
- ▶ Regeln/Vorschriften/Vereinbarungen

Mögliche Systematisierung von Bewegungen

- ▶ **verlaufsorientiert** (*Qualität: Eislaufen*) oder **resultatorientiert** (*messen*)
- ▶ **offen** (*im Spiel - variabel*) oder **geschlossen** (*z.B. Kugel - konstant*)
- ▶ **Bewegungsverwandtschaften untereinander** (*z.B. im Turnen alle Kippbewegungen*)

Gemeinsamkeiten aller Bewegungen



- ▶ Gewisse Ziel- oder/ und Aufgabenstellung

- ▶ “Movendum“ (Bewegungsobjekt) stets räumlich - zeitliche Veränderung

4.3. Beschreibungsebenen der Bewegungen: (quantitativen) Merkmalen unterteilt in

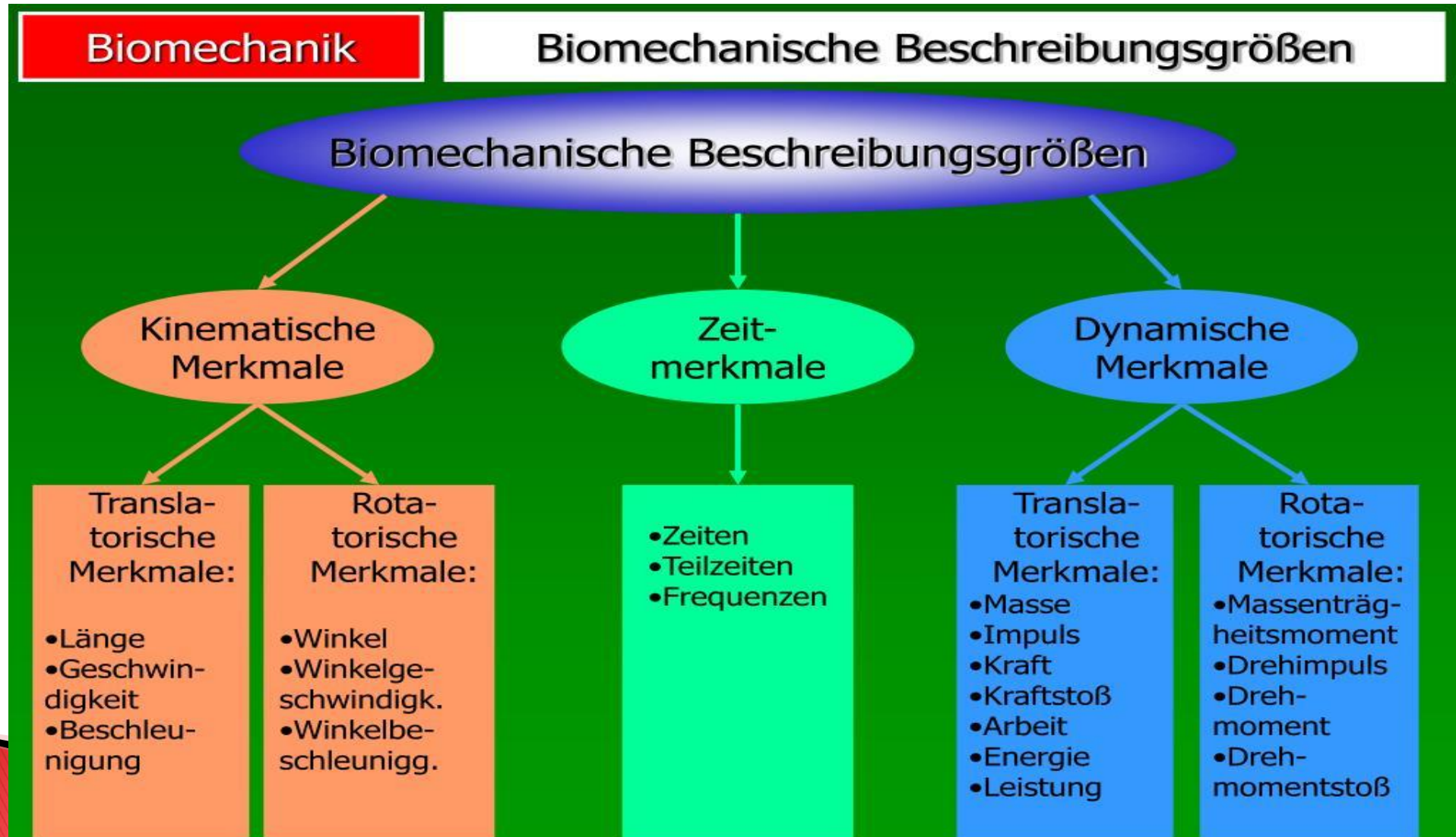
Kinematik (= Raum und Zeit)

- ▶ Objektivierung von Orts- und Lageveränderungen des Körpers bzw. von Körperteilen in Raum und Zeit
- ▶ = Beschreibung der **Bewegungsformen von Körpern** mittels kinematischer Merkmale (Zeit, Weg, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Winkel, Winkelgeschwindigkeiten, Winkelbeschleunigung)
- ▶ Unterteilung möglich in **Translation** und **Rotation**

Dynamik (Lehre von den Kräften)

- ▶ Kraftmerkmale, die Ursachen für die Bewegung von Körpern bzw. von Geräten sind
- ▶ = Beschreibung von **Kräften auf Körper** mittels dynamischer Merkmale (u.a. Masse, Kraft/Drehmomente, Impuls, Arbeit, Energie, Leistung, Trägheitsmoment, Drehimpuls)
- ▶ Unterteilung in **Statik** (Kräfte im GG) und **Kinetik** (beschleunigender Aspekt der Kräfte)

quantitative Bewegungsmerkmale



Biomechanische/quantitative Merkmale

Kinematik (Kinetik): Raum und Zeit	Dynamik: Lehre von den Kräften
Länge s	Masse m
Geschwindigkeit v	Impuls p
Winkel	Kraft F
Winkelgeschwindigkeit ω	Kraftstoß
Winkelbeschleunigung	Massenträgheitsmoment Drehimpuls <u>Drehmomentenstoß</u>

Qualitative Betrachtungsweise/Bewegungsmerkmale:

- ▶ Bewegungskopplung (Kopplung von Teilbewegungen) mit
- ▶ Bewegungsumfang (räumliche Ausdehnung)
- ▶ Bewegungstempo (Bewegungsgeschwindigkeit)
- ▶ Bewegungsstärke (Krafteinsatz)
- ⇒ konditionell bedingte Bewegungsmerkmale

- ▶ Bewegungsrhythmus (zeitliche Ordnung) mit
- ▶ Bewegungskonstanz (Wiederholungsgenauigkeit)
- ▶ Bewegungsfluss (Kontinuität im Bewegungsverlauf) (*Bewegungselastizität: spezielle Ausprägung*)
- ▶ Bewegungspräzision (Ziel- und Ablaufgenauigkeit)
- ⇒ koordinativ bedingte Bewegungsmerkmale

4.4. Biomechanik

Definitionen:

„Die **Mechanik** ist die Wissenschaft von der Bewegung der Körper unter dem Einfluss äußerer Kräfte oder Wechselwirkungen“

Duden

Die **Biomechanik** des Sports ist die „wissenschaftliche Disziplin, die die sportliche Bewegung unter Verwendung von Begriffen, Methoden und Gesetzmäßigkeiten der Mechanik beschreibt und erklärt“

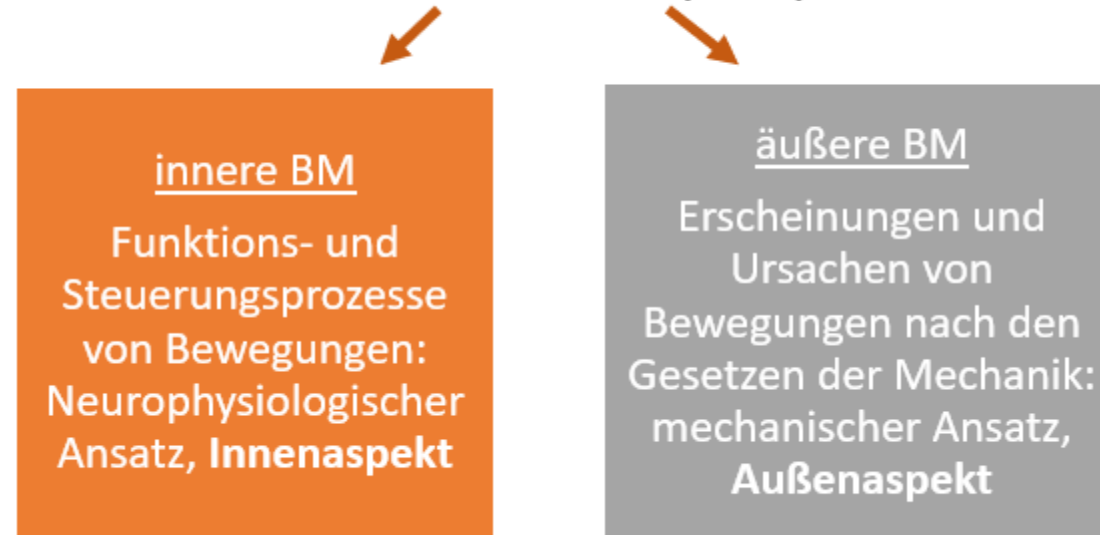
Ballreich (1988)

„**Biomechanische Prinzipien** enthalten die allgemeinsten Erkenntnisse über das rationelle Ausnutzen der mechanischen Gesetze bei sportlichen Bewegungen“

Roth (1999)

Unterteilung Biomechanik

Biomechanik (BM)



Strukturverwandte Bewegungsabläufe

<p>1. Absprung, Abdruck, Abwurf, Abstoß vom starren Widerlager</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zielstellung: max. Endgeschw. - Zielstellung: min. Zeitdauer 	<p>Sprünge Leichtathletik, Würfe Boxen, Fechten</p>
<p>2. Absprung, Abdruck vom elastischen Widerlager</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zielstellung: max. Endgeschw. 	<p>Sprungbrett, Minitramp, Barrenholm Reckstange</p>
<p>3. Drehen im freien Flug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zielstellung: Veränderung Massenträgheitsmoment - Zielstellung: optimale Körperhaltung 	<p>Salto, Schrauben Lattenüberquerung, Strecksprünge</p>
<p>4. Drehen um feste, elastische Achsen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zielstellung; optimale Energiezufuhr 	<p>Reck, Ringe, Barren</p>
<p>5. Abstoß vom Wasser</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zielstellung: max. Wirkungsgrad 	<p>Schwimmen, Rudern, Paddeln</p>
<p>6. Vorderstütz- Hinterstütz mit Flug- oder Gleitphasen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zielstellung: max. Vortrieb 	<p>Gehen, Laufen, Eislauf, Skilanglauf</p>
<p>7. Kontinuierlicher Antrieb (Pedale)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zielstellung: max. Wirkungsgrad 	<p>Radsport</p>

Biomechanische Prinzipien

nach Hochmuth:

- ▶ Prinzip des optimalen Beschleunigungswegs
(samt: Prinzip der optimalen Tendenz des Beschleunigungsverlaufs)
- ▶ Prinzip der (maximalen) Anfangskraft
- ▶ Prinzip der (zeitl.) Koordination der Einzel-/Teilimpulse
- ▶ Prinzip der (Dreh-)Impulserhaltung
- ▶ Prinzip der Gegenwirkung und des Drehrückstoßes

zusätzlich

nach Göhner:

- ▶ Go & Stop - Prinzip

nach Wiemann:

- ▶ Kinetion & Modulation von Ganzkörperbewegungen
- ▶ vorgedehnter Muskel

Biomechanische Prinzipien

▶ **Hauptaufgabe der Biomechanik**

- Analyse der Bewegung
- theoretische Begründung der Bewegung
- objektive Darstellung mittels Kennlinien
- misst die maßgeblichen Parameter → Information an den Sportler (Training)
- unterstützt die technische Vervollkommnung des Sportlers
- Mithilfe bei der Entwicklung zweckmäßiger Bewegungsabläufe

▶ **Ausgangspunkt**

- Erfahrungsschatz der Sportpraxis, insbesondere Bewegungsabläufe der Spitzensportler
- Verwandtschaft hinsichtlich der Struktur und Zielsetzung von Bewegungen (z.B. Würfe)
- übergreifende, verallgemeinerte Kriterien zur Beurteilung von Bewegungen lassen sich finden → **biomechanische Prinzipien**

Zielsetzungen von Hochmuth (1981):

- ▶ Maximierung der Endgeschwindigkeit
- ▶ Maximierung der Kraft
- ▶ Minimierung der Zeitdauer
- ▶ Optimierung der zeitlichen Veränderung der Massenträgheitsmomente
- ▶ Optimale Körperhaltung während/am Ende der Flugphase
- ▶ Optimale Energiezuführung und -umwandlung
- ▶ Maximaler Wirkungsgrad der Vortriebszeit bei minimaler Start-Ziel-Zeit

Prinzip des optimalen Beschleunigungswegs

Das Prinzip des **optimalen Beschleunigungsweges** geht davon aus, dass bei dem Ziel einer hohen Endgeschwindigkeit der Beschleunigungsweg optimal lang verlaufen muss - abhängig von Winkelstellungen und zeitlichen Bedingungen.

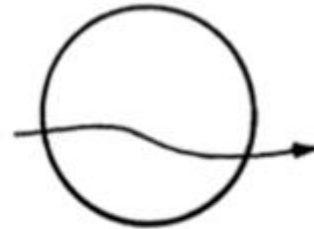
Allgemein: Je länger eine konstante Kraft auf eine Masse einwirkt, desto höher ist die Endgeschwindigkeit.

Devisen:

- optimal – nicht maximal
- lang genug, aber nicht zu lang
- Beschleunigungsweg möglichst geradlinig oder gleichmäßig gekrümmt

Prinzip des optimalen Beschleunigungswegs

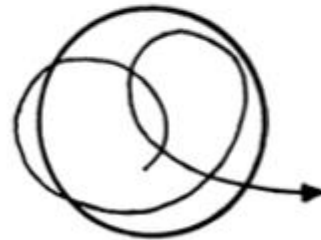
Kugel: O'Brian-Technik



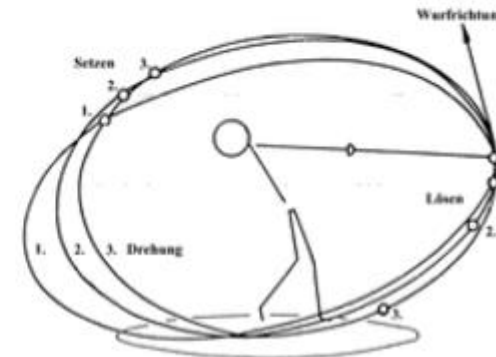
Kugel: Drehstosstechnik



Diskuswurf



Hammerwurf



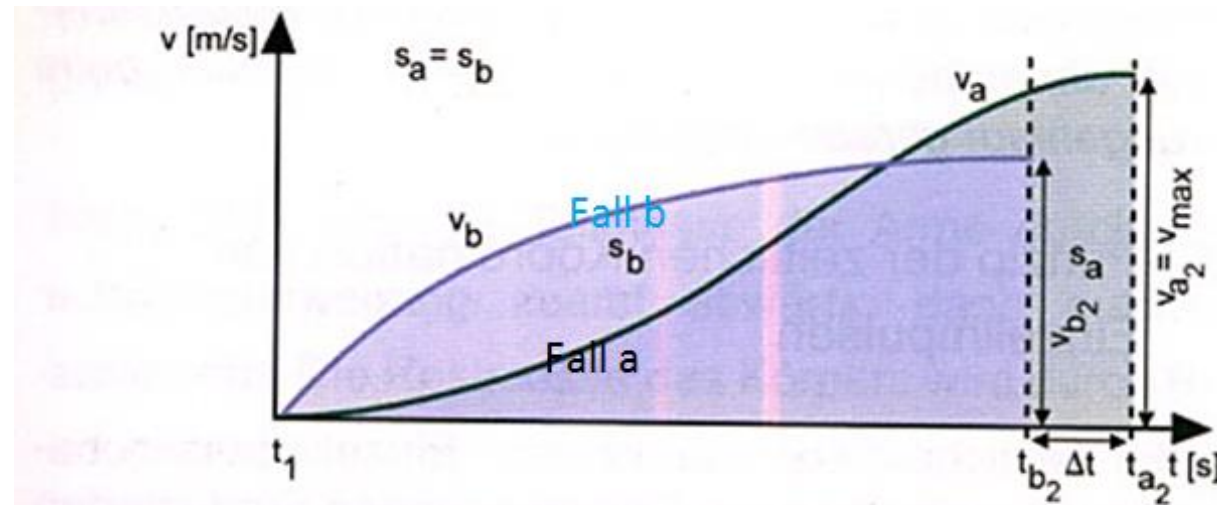
Optimale Tendenz des Beschleunigungsverlaufs:

Optimierung des Beschleunigung-Zeit-Verlaufs in Abhängigkeit vom Ziel der Bewegung bzw. mit **unterschiedlichen Zielstellungen**:

abfallende Tendenz: Beschleunigungsweg in kürzester Zeit → größten Beschleunigungskräfte am Anfang = Minimierung der Zeit: Boxschlag, 100m

ansteigende Tendenz: bei vorgegebenem Beschleunigungsweg höchste Endgeschwindigkeit erreichen => größte Beschleunigungskräfte am Ende = Maximierung der Geschwindigkeit: Abwürfe, Absprung

Tendenz im Beschleunigungsverlauf



Unterschiedlicher Geschwindigkeitsverlauf bei gleichem Beschleunigungsweg (modif. nach Hochmuth, 1982, S. 168)
Olivier/Rockmann 2003, S. 53

Fall a: Ziel: max. Endgeschwindigkeit z.B. Kugelstoß, Würfe, Weitsprung,
Fall b: Ziel: von Beginn an max. Beschleunigung z.B. Boxhieb, Fechten,

Prinzip der Anfangskraft

„Das **Prinzip der Anfangskraft** besagt, dass eine Körperbewegung, mit der eine hohe Endgeschwindigkeit erreicht werden soll, durch eine entgegengesetzt gerichtete Bewegung einzuleiten ist.“

(Roth)

„**Anfangskraft** ist diejenige Kraft, die am Ende einer Ausholbewegung zum Zeitpunkt des Beginns des Beschleunigungskraftstoßes wirkt.“

(Olivier)

Prinzip der Anfangskraft

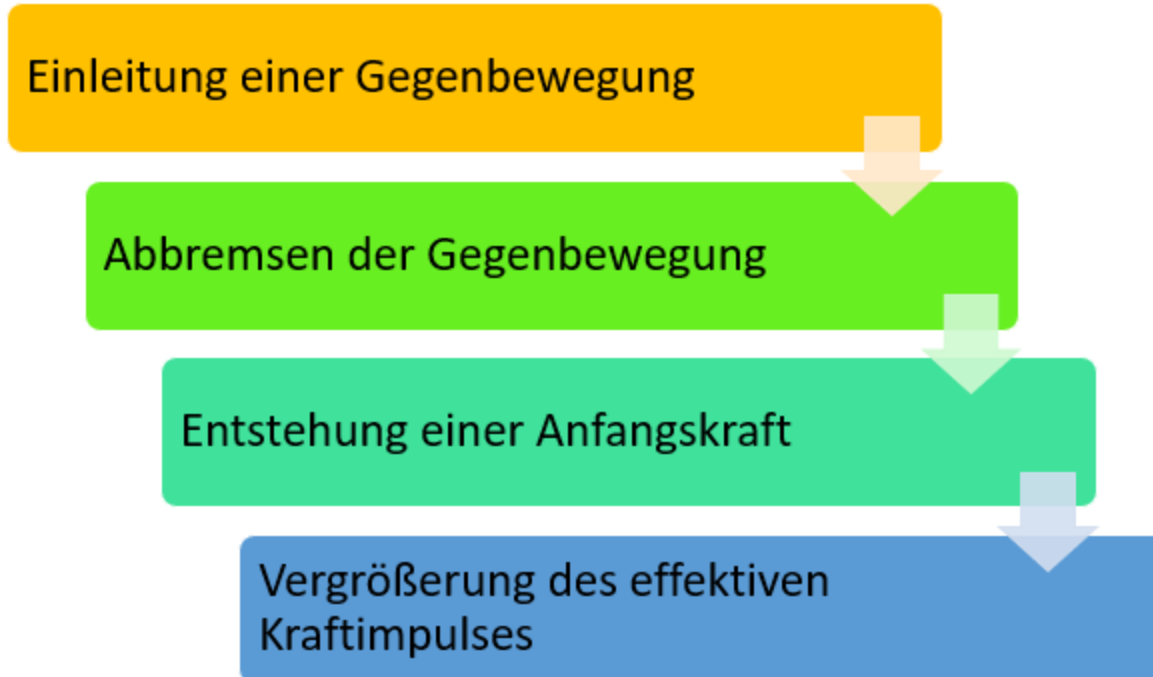
▶ Prinzip der (maximalen) Anfangskraft:

Durch das Abbremsen der Gegenbewegung (Vorspannung) entsteht zu Beginn der Streckbewegung eine positive **Anfangskraft** für die Beschleunigung, durch die der Kraftstoß (Impuls) vergrößert wird

→ optimal vorgedehnter Muskel und optimaler Arbeitswinkel

→ wichtig bei Bewegungen mit dem Ziel hoher Endgeschwindigkeiten

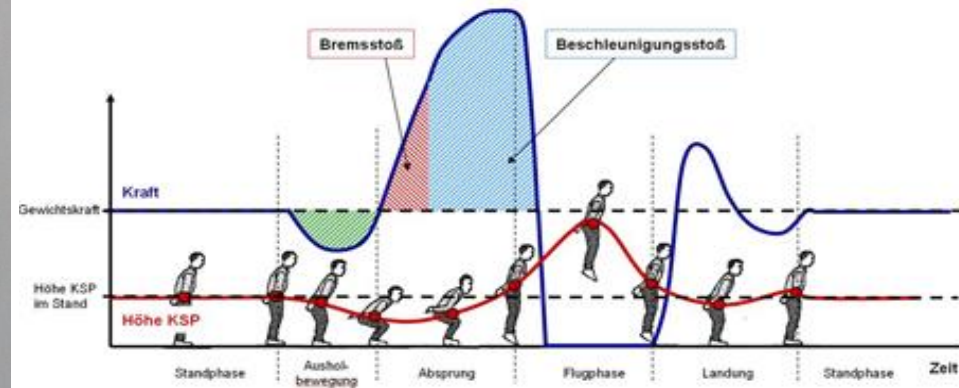
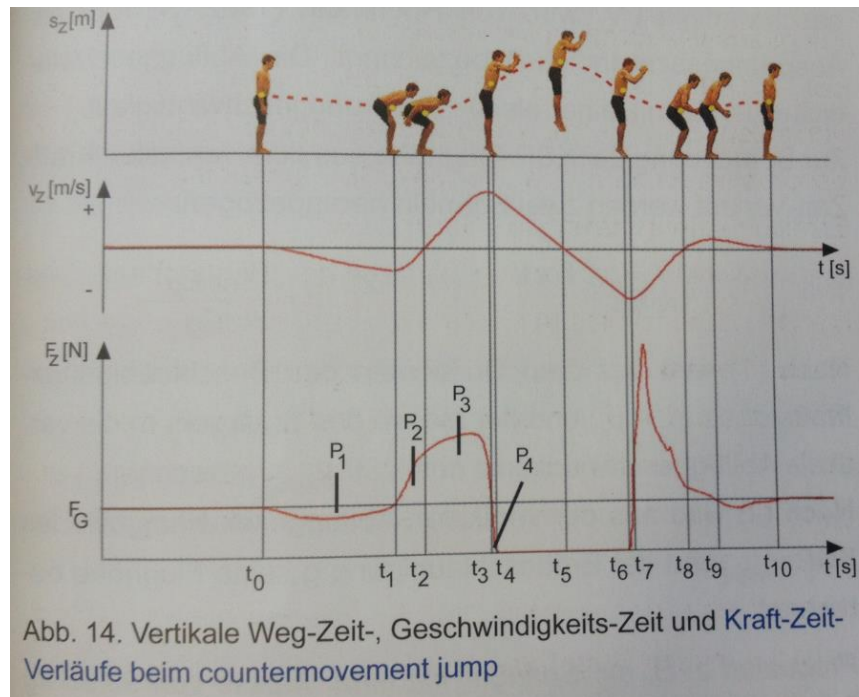
Prinzip der Anfangskraft



Der Countermovement jump (CMJ)

Quelle: Olivier (2003), S.43

solutions-in-sports.de



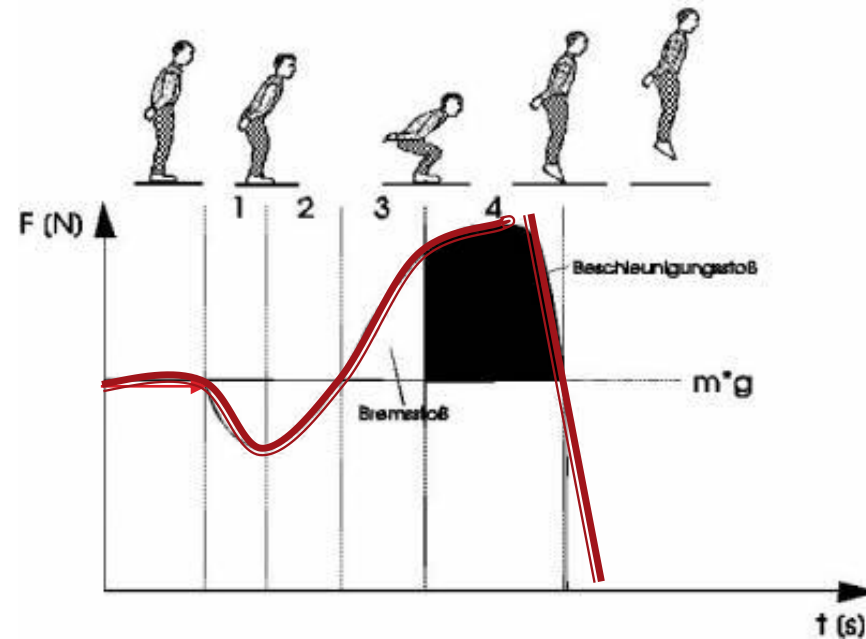
Counter Movement Jump

▶ Was wird gemessen?:

Der Counter Movement Jump gibt Auskunft über die Reaktivkraftfähigkeit der Sprungmuskulatur. Außerdem kann der langsame Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus bewertet werden.

▶ Erklärung

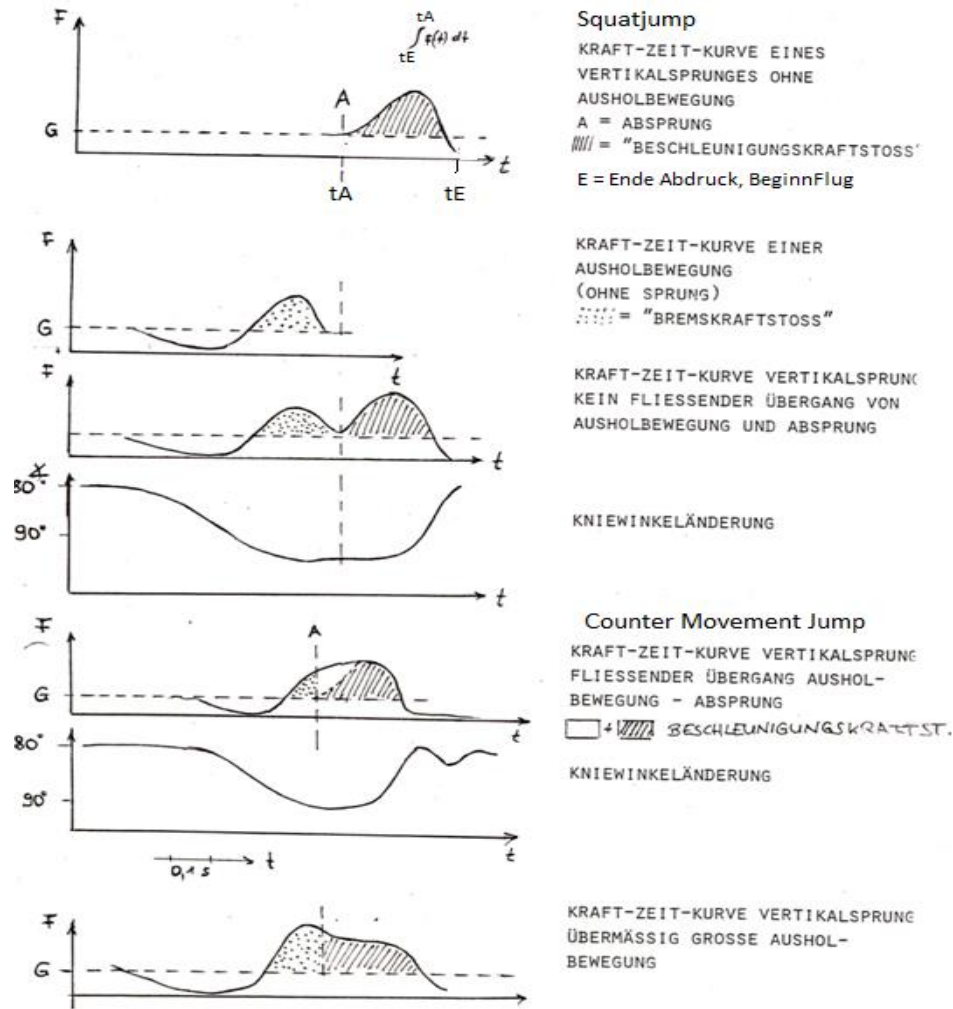
Der Countermovement-Jump kennzeichnet einen Vertikalsprung mit Ausholen, der aus einer aufrechten Körperposition eingeleitet wird und durch einen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ) charakterisiert ist. Die Ausholbewegung soll zügig nach unten bis zur Ausgangsposition des Squat-Jumps ausgeführt werden. Die Hände sind während des gesamten Sprunges in der Hüfte fixiert, um den Einfluss der Arme zur Impulsverstärkung zu minimieren. Aufgabe der Versuchspersonen ist es, aus dem aufrechten Stand nach einer einleitenden Ausholbewegung maximal noch oben zu springen. Mit dieser Sprungform wird die Reaktivkraftfähigkeit für eine selbst-initiierte Dehnung der Beinstreckmuskulatur abgeschätzt.



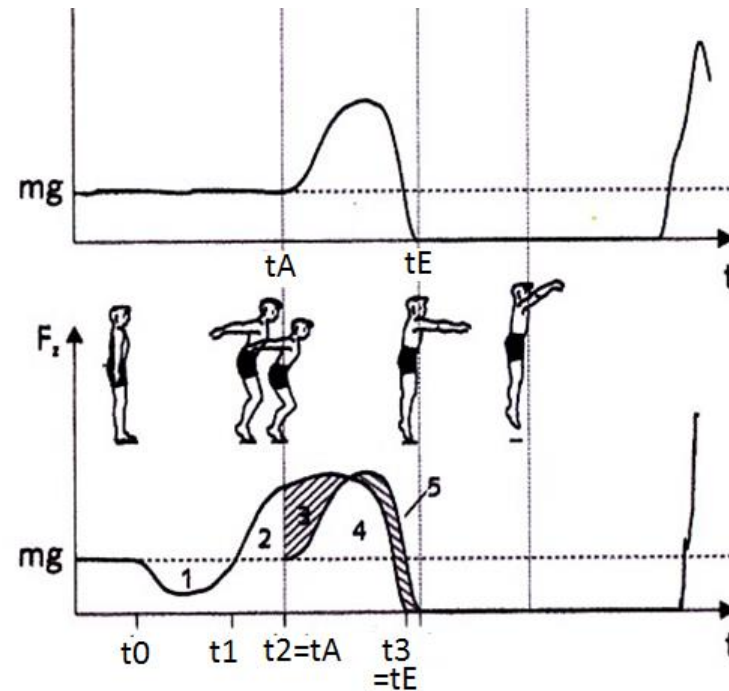
- ▶ Hier ist zu erkennen, dass der Sportler zunächst in einem ruhigen Stand auf der Plattform steht. Die Kraft befindet sich auf Gewichtskraftniveau. In Phase 1 sehen wir, dass mit Beginn der Ausholbewegung die Stützkraft abfällt, hier nimmt auch die Geschwindigkeit zu. Phase 2 wird mit dem Umkehrpunkt eingeleitet, hier reduziert sich die Geschwindigkeitszunahme, sobald die Kurve wieder die Gewichtskraft erreicht hat, folgt die Abbremsung der Abwärtsbewegung (Phase 3). Hier wird der tiefste Punkt der Ausholbewegung erreicht. Die Kraftwerte liegen nun deutlich über Gewichtskraftniveau. Durch die Streckung der Sprung-, Knie- und Hüftgelenke in Phase 4 wird ein weiterer Anstieg der Kraft erzeugt, dieser endet mit dem Abflug von der Platte, nun wirkt nur noch die Gewichtskraft auf den Körper.

- ▶ **Kontaktzeit (t_{Absprung} [s])**
Die Zeitdauer des Bodenkontaktes im Absprung ermöglicht Aussagen im Hinblick auf die Ausprägung der intramuskulären Koordination und der Reaktivkraft. Je kürzer die Verweilzeit am Boden, desto besser entwickelt sind Reaktivkraft und intramuskuläre Koordination.
- ▶ **Absprung ($F_{\text{max Absprung}}$ [N])**
Ein hoher Wert in der absoluten Kraft im Absprung ($F_{\text{max Absprung}}$) und eine hohe Geschwindigkeit im Moment des Lösens vom Boden (v_{Absprung}) lassen auf eine gut entwickelte Maximalkraft schließen.
Für einen interindividuellen Vergleich der Maximalkraft im Mannschaftsgefüge ist es notwendig, sie auf das Körpergewicht bezogen (relativ) und damit normiert darzustellen ($F_{\text{max relativ}}$).
- ▶ **Sprunghöhe [cm]**
In der Sprunghöhe zeigt sich die Qualität der intermuskulären Koordination. Sie ist abhängig von der Kontaktzeit t_{Absprung} und von der absoluten Kraft im Absprung ($F_{\text{max Absprung}}$).
Kurze Kontaktzeit und hohe F_{max} können ebenso wie eine lange Kontaktzeit und eine mäßig ausgeprägte F_{max} zur gleichen Sprunghöhe führen, jedoch sind die Rückschlüsse auf die Leistungsfähigkeit verschieden.
- ▶ **Landung ($F_{\text{max Landung}}$ [N])**
Die maximale Kraft und ihre Verteilung im Moment der Landung sind aus sportmedizinischer Sicht interessant, wenn Fragen der Verletzungsprophylaxe geklärt werden müssen

Prinzip der maximalen Anfangskraft



Prinzip der maximalen Anfangskraft bei einem vertikalen Strecksprung



Vertikaler Strecksprung ohne
Ausholbewegung (Squatjump)

z.B. Skispringer

Vertikaler Strecksprung mit
Ausholbewegung (Counter
Movement Jump)

- 1 Entlastung bei Beugung
- 2 Abbremsen der Abwärtsbewegung
- 3 Zugewinn Kraftstoß (Anfangskraft) im Vergleich zum Sprung ohne Ausholb.
- 4+5 Kraftstoß ohne Ausholbewegung
- 5 Verlust an Kraftstoß aufgrund kürzerer Beschleunigungszeit
aber: Verlust ist geringer als Zugewinn

- t_0 Beginn Abwärtsbewegung
- t_1 Abwärtsbewegung
- t_2 Ende der Abwärtsbewegung, tiefste KSP Position
- t_3 Beginn Flugphase

Hochmuth 1982 : Kappa-Verhältnis
Bremskraftstoß (Fläche 2) :
Beschleunigungskraftstoß (3 und 4) = 1:3
 (gilt für festes Widerlager)

Prinzip der (zeitl.) Koordination der Einzel-/Teilimpulse:

Das Prinzip der zeitlichen Koordination von Teilimpulsen besagt, dass die durch verschiedene Teilbewegungen produzierten Beschleunigungskraftstöße einer sportlichen Bewegung optimal zeitlich aufeinander abgestimmt sein sollen.

Bewegungskopplung: Aneinanderreihung innerer Kräfte im Körper

→ Erscheinungsformen: Impulsübertragung von Extremitäten auf Rumpf, Rumpfeinsatz, Steuerfunktion des Kopfes

Prinzip der (zeitl.) Koordination der Einzel-/Teilimpulse:

Impuls:

- Bewegungszustand eines Körpers nach Richtung und Geschwindigkeit
- Teilbewegungen wie im Sprungbein, Arme besitzen (Teil)-Impulse

Zielstellung:

- Erreichen einer maximalen Endgeschwindigkeit des Körpers, Körperteils oder eines Sportgerätes

Ablauf:

- Gute Abstimmung der Teilaktionen der Muskeln aufeinander
- Einzelgeschwindigkeiten der beteiligten Muskeln erreichen zum gleichen Zeitpunkt ihr Maximum oder Aneinanderreihung ohne Pause-> Geschwindigkeiten erreichen zu unterschiedlichen Zeiten ihr Maximum!
- Räumliche Koordination (Einzelimpulse zeigen in die richtige Richtung)

Kinetion und Modulation

(Teilaspekt der Koordination von Teilimpulsen)

Kinetion = Antrieb

- große Muskelgruppen im Bein-Hüft-Bereich (Kinetoren)
 - Schaffung der notwendigen kinetischen Energie
- Übertragung der kinetischen Energie auf Schulter, Arme und Wurfgerät

Modulation = Aussteuerung

- weniger kräftige Muskulatur des Schulter-Arm-Bereichs (Modulatoren)
 - Modulierung der Bewegung

Ziel:

- Hohe Endgeschwindigkeit
- Präzision der Bewegung entscheidend

Newton'sche Gesetze

1. Newtonsches Gesetz

Jeder Körper behält seine Geschwindigkeit nach Betrag und Richtung bei, wenn keine Kraft auf ihn einwirkt (Trägheitssatz).

2. Newtonsches Gesetz

Zusammenhang zwischen der Beschleunigung und der beschleunigenden Kraft

$$\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$$

3. Newtonsches Gesetz

Kraft und Gegenkraft sind gleich groß und von entgegengesetzter Richtung

$$\text{actio} = \text{reactio}$$

Gegenwirkung (actio=reactio): 3. Newtonsches Gesetz

Das Prinzip besagt, dass zu einer Wirkung immer eine **entgegengesetzt gerichtete** und **gleich große** Gegenwirkung ($F_a = -F_r$) besteht.

= drittes Newton'sche Gesetz
(actio est reactio)

Gegenwirkung (actio=reactio): 3. Newtonsches Gesetz

Kraft tritt nie alleine auf → gleich große entgegengesetzt gerichtete Kraft

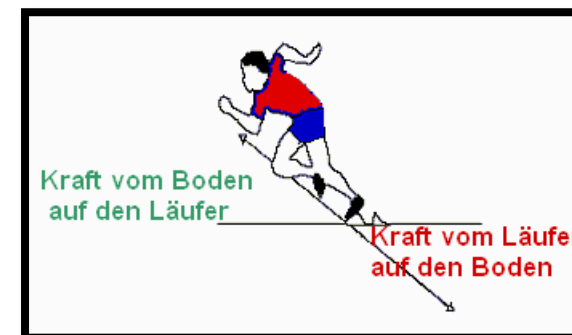
- Körper „im Kontakt mit Boden“: fester Untergrund bzw. Widerstand
- Körper als frei bewegtes System: frei beweglich in der Luft

Gegenwirkung (actio=reactio): 3. Newtonsches Gesetz

Gültigkeit: Bei translatorischen sowie rotatorischen Bewegungen (im freien Flug)

Zielstellung: Optimale Körperhaltung während oder am Ende der Flugphase

Ablauf: Jede Bewegung eines Körperteils zieht eine Gegenbewegung der Umwelt bzw. anderer Körperteile nach sich



Gegenwirkung (actio=reactio): 3. Newtonsches Gesetz

- ▶ *Zudem: Drehrückstoß = um wieder ins Gleichgewicht zu gelangen, müssen z.B. die Arme geschwungen werden um einen Sturz zu vermeiden*
- ▶ Wiederherstellen des Gleichgewichts
- ▶ Reflektorische Vorgehen
- ▶ Gegenbewegungen in Form von Kreis- und Drehbewegungen der Arme/Beine wirken auf den Rumpf

Kräfte und ihre Wirkungen

Als Kraft bezeichnet man die Einwirkung eines Körpers A auf einen anderen Körper B, die eine Deformation (statische Kraftwirkung) oder eine Ortsveränderung (dynamische Kraftwirkung) hervorruft.

$$\mathbf{F} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{a}$$

Kraft Masse Beschleunigung

$$\text{N} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

1 N ist demnach die Kraft, die einem Körper der Masse 1 kg die Beschleunigung 1 m/s² erteilt

Gewichtskraft (Schwerkraft)

Ursache:

Zwei Körper ziehen sich mit der Gravitationskraft F_G an.

Hier: Massenanziehungskraft zwischen Erde und Körper

Grundlage: $F = m \cdot a$

Spezialfall: $F_G = m \cdot g$

Masse und Gewicht sind einander proportional aber nicht gleich.

Gewicht ist die Kraft, mit der ein Körper von der Erde angezogen wird z.B.

$$F_G = 70 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = \text{ca. } 700 \text{ N}$$

Proportionalitätsfaktor ist die ortsabhängige Schwerebeschleunigung g

Vergleich Mond: 1.62 m/s^2

<https://www.youtube.com/watch?v=RMINS7MmT4> ab 54 sec

Beispiel Gewichtskraft Kugel 7,25 kg

ortsabhängige Schwerebeschleunigung g

Mexico City $9,78 \text{ m/s}^2$

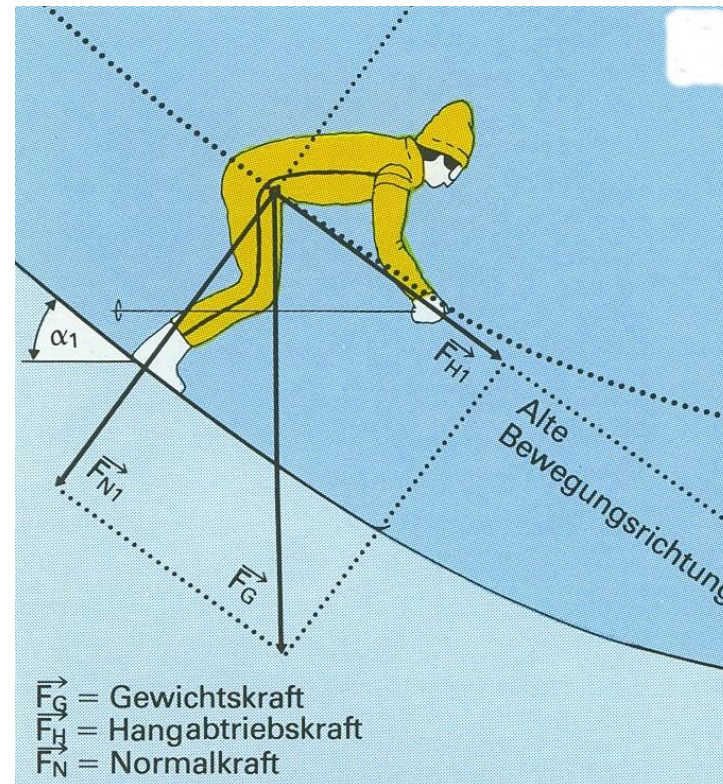
München $9,81 \text{ m/s}^2$

$$F_{\text{GMex}} = 7,25 \text{ kg} \cdot 9,78 \text{ m/s}^2 = \mathbf{70,97 \text{ N}}$$

$$F_{\text{GMün}} = 7,25 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{71,19 \text{ N}}$$

→ Kugel in München um 0,3 % schwerer

Kräfte beim Skilauf



Innere Kräfte



Impuls/Kraftstoß

Wenn auf eine Masse m eine Zeitlang eine Kraft F wirkt, so wird diese über diese Zeit beschleunigt. Daraus resultiert für die Masse die Geschwindigkeit.

$$F = m \cdot a$$

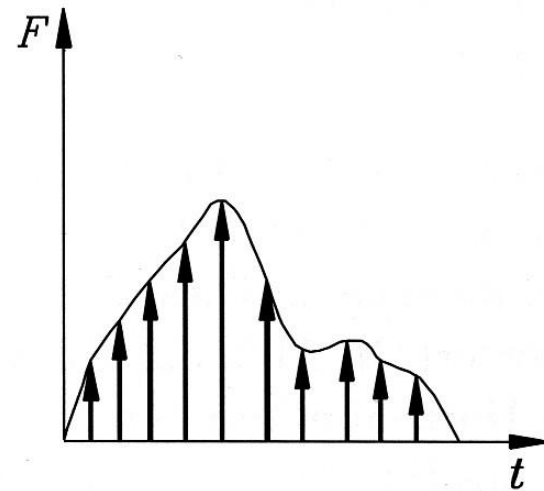
$$F = m \cdot v/t$$

$$F \cdot t = m \cdot v$$

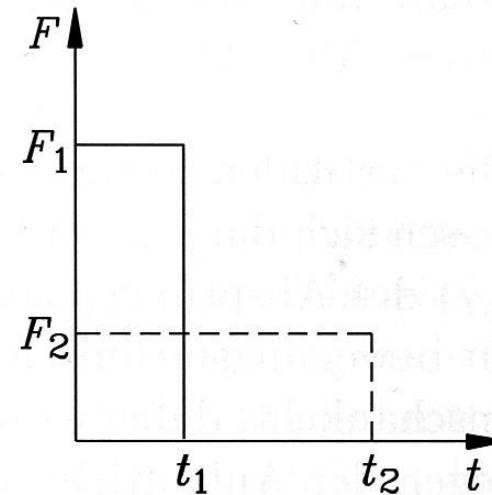
Kraftstoß

Impuls

Veranschaulichung eines Kraftstoßes



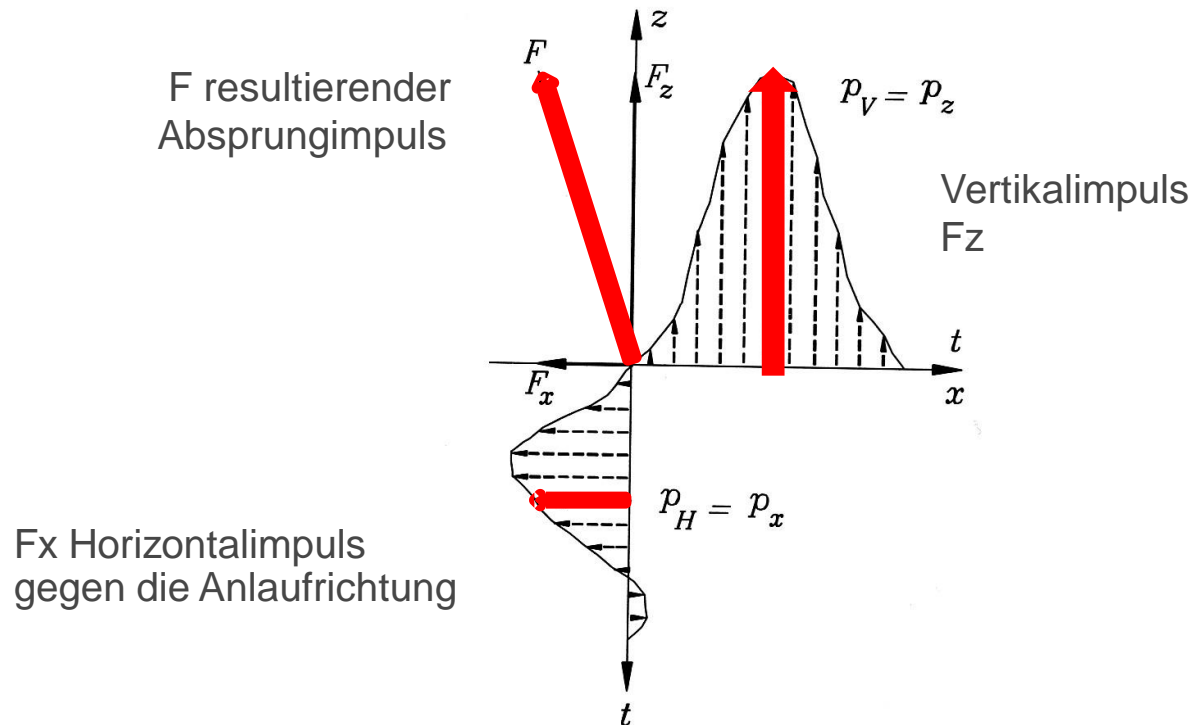
reale Situation



vereinfachte
Darstellung

$$F_1 \cdot t_1 = F_2 \cdot t_2$$

Darstellung des Kraftverlaufs in Abhängigkeit von der Zeit bei einem Absprung nach Anlauf von links nach rechts



Trägheit

Ein ruhender Körper ist bestrebt in Ruhe zu verbleiben, ein bewegter Körper ist bestrebt, die momentane Bewegung unverändert fortzusetzen.

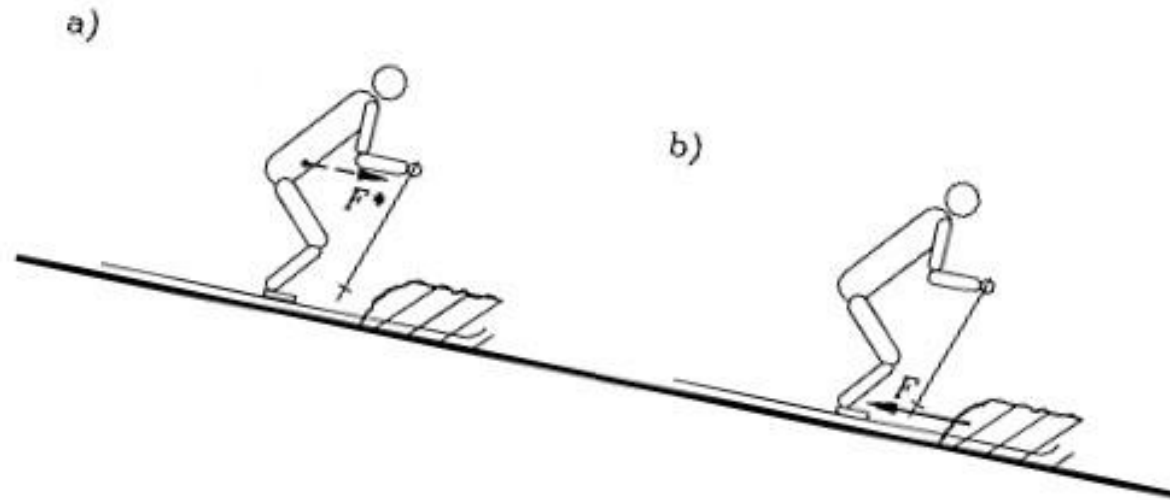
Eine Masse setzt einer Kraft, die auf diese Masse wirkt eine Kraft entgegen.

Die Masse ist ein direktes Maß für die Trägheit

Trägheit ist die Eigenschaft eines Körpers (Masse) sich der Wirkung einer Kraft zu widersetzen.

https://www.youtube.com/watch?v=neMa_1dbKuw
ab ca 4:00

Trägheitskraft nach Einfahren in den Tiefschnee



Trägheitsmoment

Führt ein Körper eine Rotation um eine Achse aus, so setzt er der Erzeugung oder der Veränderung dieser Drehbewegung einen Widerstand entgegen.

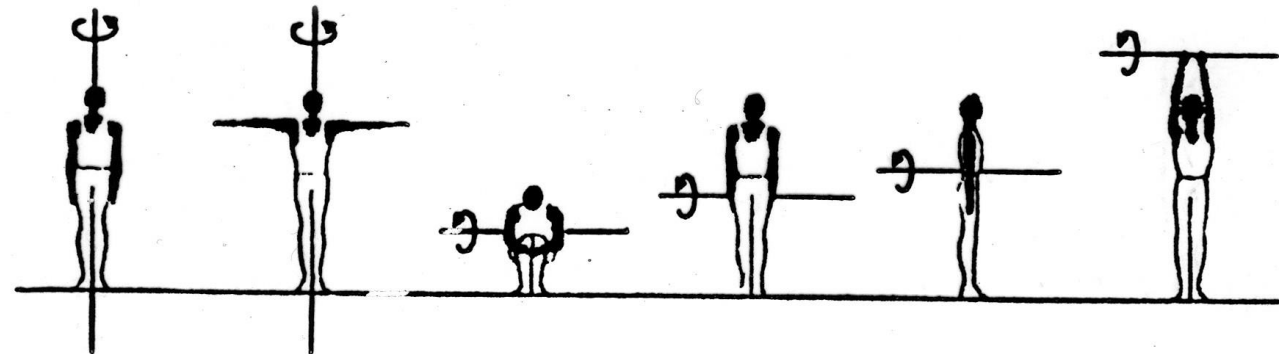
Drehwiderstand hängt ab von:

1. Masse
2. Abstand der Masse vom Drehpunkt mit sich selbst multipliziert

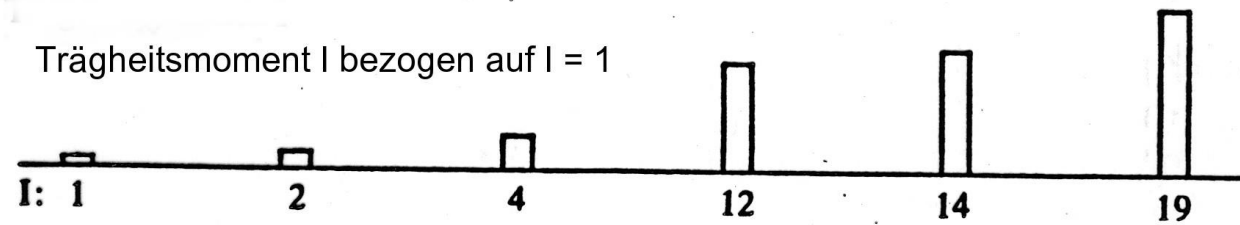
$$I = m \cdot r^2$$

Beispiele für Trägheitsmoment

Trägheitsmoment des menschlichen Körpers in Abhängigkeit von der Körperhaltung und der Lage der Rotationsachsen



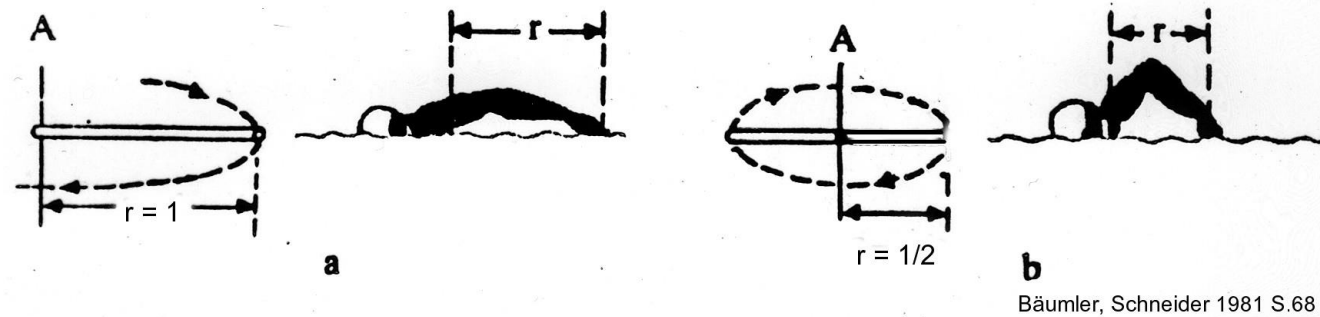
Trägheitsmoment I bezogen auf $I = 1$



1-1,2 kg m²

Beispiel für Trägheitsmoment Schwimmen

Trägheitsmoment eines Stabes bei Rotation um das Stabende (a) und um die Stabmitte (b) bei gestrecktem und gebeugtem Arm eines Schwimmers



Prinzip der (Dreh-)Impulserhaltung:

Das Prinzip besagt, dass der Gesamtimpuls einer Drehbewegung erhalten bleibt

$$(J_1 \times \omega_1 = J_2 \times \omega_2).$$

= Impulserhaltungssatz

Prinzip der (Dreh-)Impulserhaltung:

- ▶ Winkelgeschwindigkeiten erhöhen (Beschleunigung) durch heranziehen der Extremitäten an die Drehachse ohne Veränderung des Krafteinsatzes
- ▶ Drehimpulserhaltungssatz = Gesamtdrehimpuls im geschlossenen System bleibt erhalten

Prinzip der (Dreh-)Impulserhaltung:

Gültigkeit:

- Für Drehungen im freien Flug
- Bewegungen um feste und elastische Achsen in Ebenen, in denen die Schwerkraftrichtung vorhanden ist

Zielstellung:

- Optimale Körperhaltung während oder am Ende einer Flugphase
- Veränderung von Massenträgheitsmomente und damit die Winkelgeschwindigkeit der Drehbewegung um eine Drehachse

Trägheitsmoment

- Abhängig vom Abstand seiner Masse von der Drehachse
- **Je kleiner der Abstand zur Drehachse, desto kleiner das Trägheitsmoment**
- **Je größer der Abstand zur Drehachse, desto größer der Widerstand gegen die Rotation**

Impuls

Jeder Körper der sich in Bewegung befindet hat eine bestimmte Masse und Geschwindigkeit.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

kg·m/s

unphysikalisch: Impuls = „Wucht“

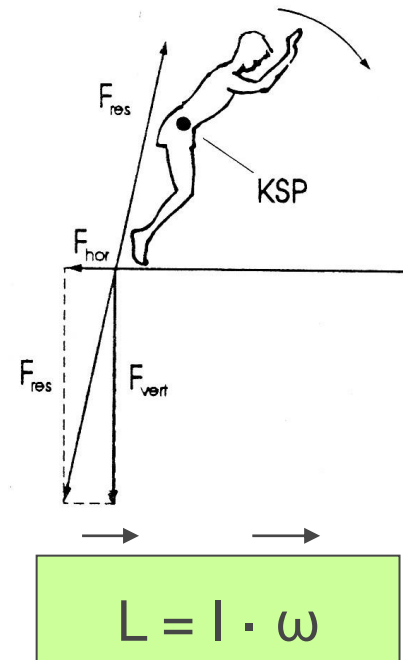
Beispiel

Fußball: ca. 0,4 kg, 80 km/h (22 m/s) \rightarrow 8,88 kg · m/s

Medizinball: 2 kg, 16 km/h (4,4 ms) \rightarrow 8,8 kg m/s

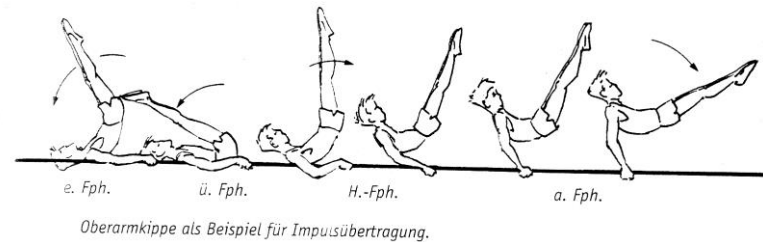
Drehimpuls

Die durch eine exzentrisch wirkende Kraft eingeleitete Drehung erteilt dem Körper einen Drehimpuls



Drehimpulsübertragung

Da die Bewegungen der Teilmassen des menschlichen Körpers prinzipiell Rotationen um die Gelenksachsen sind, resultiert daraus eine Drehimpulsübertragung.



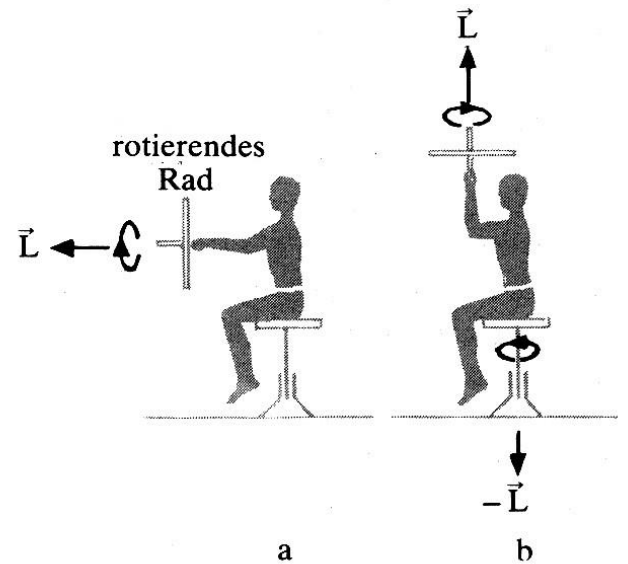
Impulserhaltungssatz

Wenn in einem abgeschlossenen System nur innere Kräfte wirken, bleibt der Gesamtimpuls erhalten.

$$\vec{L} = I \cdot \vec{\omega}$$

↑ konst. ↙ m ↘ r² ↖ Betrag ändert sich
 ↗ konst ↖ wird verändert

Drehimpulserhaltungssatz



Drehimpulserhaltungssatz.
(Bäumler, Schneider 1981)

<http://www.youtube.com/watch?v=XuOtJu-Oji4>

Reibung

Kraft, die an einer Unterstützungsfläche angreift, wirkt der Bewegung entgegen.



Reibung

Hangabtrieb

Reibung

$$F_R = F_N \cdot \mu_o$$

F_R Reibungswiderstand

F_N Normalkraft

μ_o Reibungskoeffizient beschreibt die
Eigenschaften eines Paares von Oberflächen

Erweiterungen

Prinzip: Kinetion und Modulation (Wiemann)

Kinetion (Beschleunigung) durch starke, große Muskeln: Kinetische Energie;
Modulation (Feinsteuerung) durch schwache, kleine Muskeln
Aspekte der Koordination von Teilimpulsen bei Bewegungen mit hoher Präzision

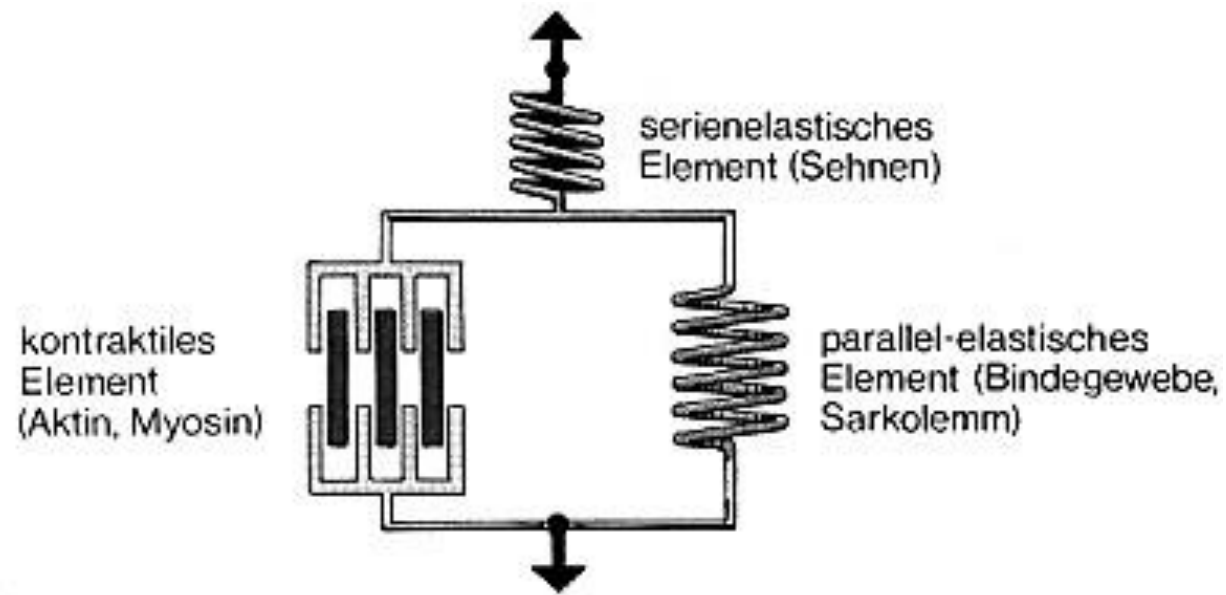
Prinzip: Vorgedehnter Muskel (Wiemann)

Aspekte der Muskel- und Sehnenanspannung, Prinzip der Anfangskraft

Prinzip: Go-and-Stop (Göhner)

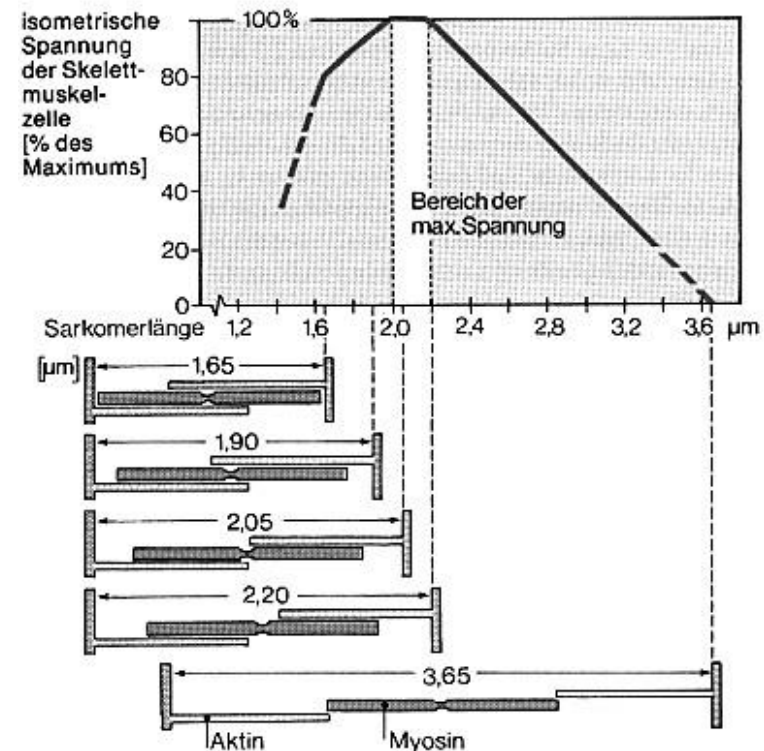
Aspekt des sukzessiven Beschleunigens und Abstoppens der Körperteile,
Koordination von Teilimpulsen

Modell Mechanik Muskel



Markworth, 1998 S. 52

Aktive isometrische Muskelspannung in Abhängigkeit von der Sarkomerlänge zu Beginn der Kontraktion



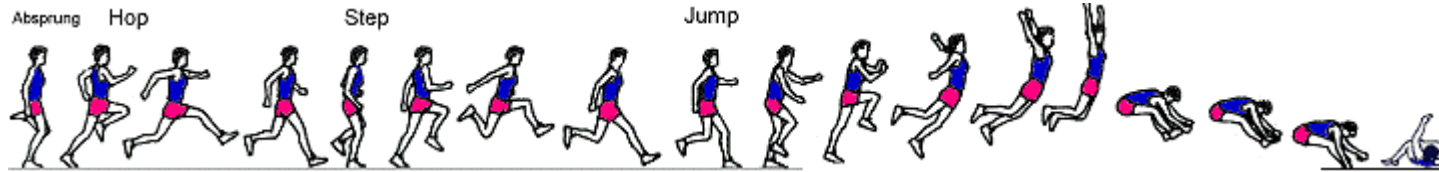
Markworth, 1998 S. 55

Kritik

- eingeschränkte **Allgemeingültigkeit** sämtlicher Prinzipien durch sportart-spezifische Bedingungen
- kaum biologische Begründungen (v.a. Gegenwirkung/Teilimpulse/Impulserhaltung)
- Verwendung des Begriffes „**Leitideen**“ statt Prinzipien (Gesetze)

Veranschaulichungen

<http://www.sportunterricht.de/lksport/dreiphas.html>



<http://www.sportunterricht.de/lksport/weit.html>



<http://www.sportunterricht.de/lksport/bbstand.html>



Bedeutung und Aufgabenbereiche der Biomechanik

Leistung



Leistungs-

Biomechanik

Eignung



Anthropo-

metrische

Biomechanik

Vorbeugung



präventive

Biomechanik

Daraus ergeben sich weiterer Aufgabenbereiche wie

- Interaktion Sportler und Gerät
- didaktisch methodische Aspekte

Leistungsbiomechanik

- ▶ Fragen:
- ▶ Welche Größen einer Bewegung beeinflussen die Leistung?
- ▶ Auf welchem Weg kann die Leistung verbessert werden?
- ▶ Was ist zu tun um höher oder weiter zu springen?

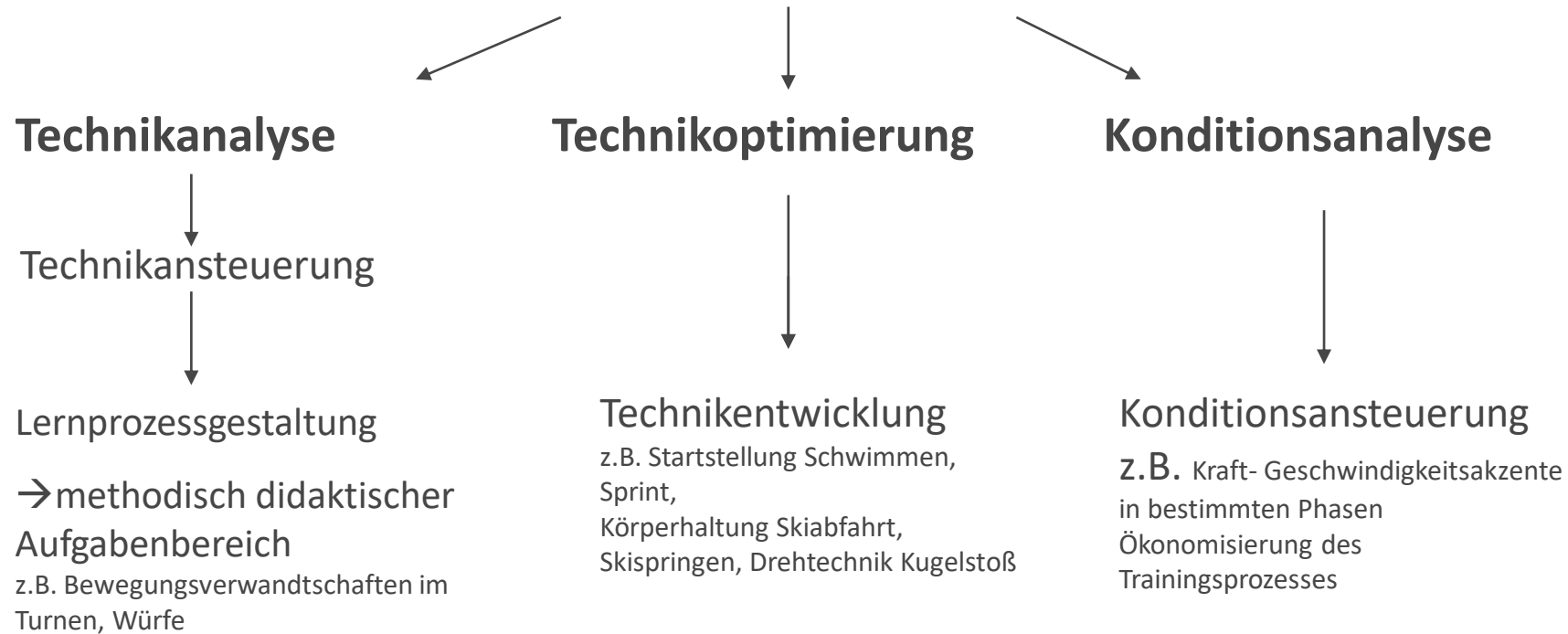
- ▶ Orientierung an der Ausführung des Leistungssportlers

Technik (sportartspezifische Fertigkeit) und Stil

- ▶ Abfolge von Bewegungen oder Einzelbewegungen
 - Einzelbewegungen sind leistungsrelevant
 - gekennzeichnet durch ökonomischen Verlauf
 - Nutzung allgemeingültiger mechanischer Gesetze

- ▶ Merkmalen, die sich als nicht leistungsrelevant erwiesen haben

Leistungsbiomechanik



Beispiel Technikanalyse → Technikansteuerung

Fragestellung: Welche Größen bestimmen die Laufzeit über 100m?

→ Schrittlänge (m)

→ Schrittfrequenz (1/sec)

Wie kann die Laufzeit verbessert werden?

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| 1. Schrittlänge ↑ | Frequenz konst. |
| 2. Schrittlänge konst . | Frequenz ↑ |
| 3. Schrittlänge ↑ | Frequenz ↑ |
| 4. Schrittlänge ↑↑ | Frequenz ↓ |
| 5. Schrittlänge ↓ | Frequenz ↑↑ |

Was ist für die Praxis (Trainingsprozess) sinnvoll, durchführbar?

Anthropometrische Biomechanik



Eignungsdiagnose

Erkennen, Feststellen von biomechan.- anthropog.

Anforderungsprofilen der sportlichen Leistung

Feststellung Massenverhältnisse, Lage KSP, Längenverhältnisse

Extremitäten, Beweglichkeit in den Gelenken



Leistungsprognose

nur geringe Treffsicherheit

nicht vorhersehbar: Fleiß, Motivation, soz. Bedingungen

M. Phelps Schwimmen

<https://www.youtube.com/watch?v=9E8BjFQEQa>

Beispiel: Anthropometrische Biomechanik: Eignungsdiagnose des Schwimmers Michael Phelps



- Körpergröße: 193cm: Oberkörper 112cm, Beine 81cm (11,5cm weniger als beim Durchschnitt)
- überlanger Torso → sichere und ruhige Wasserlage wie ein schlankes Segelboot → weniger arbeiten um das Gewicht seiner Beine flach im Wasser zu halten
- Gewicht: 84 kg
- Schuhgröße: 48,5 (Flossen) und flexible Gelenke (etwa 15 Grad mehr als bei den meisten Schwimmern)
- Spannweite der Arme: 204cm (normalerweise: Körpergröße gleich Spannweite)
- „bratpfannengroße Hände“
- Herzleistung: pumpt 30 Liter Blut pro Minute durch den Körper (doppelt so viel wie normal)

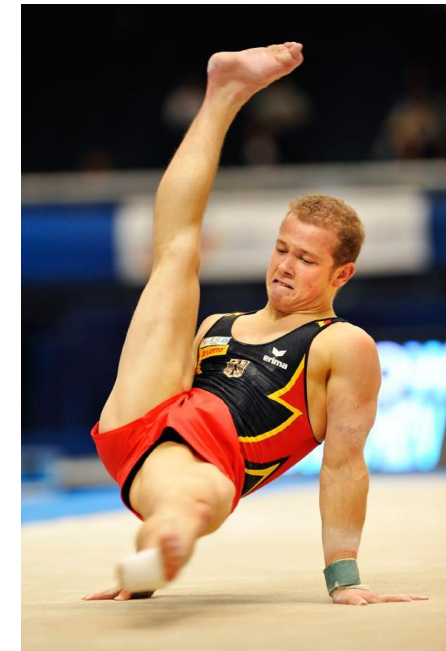
M. Phelps Schwimmen

<https://www.youtube.com/watch?v=9E8BjFQEQuA>

Ein Vergleich



Usain Bolt:
195cm, ca. 95kg.
Beinlänge: 110 cm (Schritte von bis zu
2,95 Metern Länge)
→ 30 cm längere Beine als Michael Phelps



Fabian Hambüchen: 163
cm, ca. 60 kg

Präventive Biomechanik



Belastungsanalyse



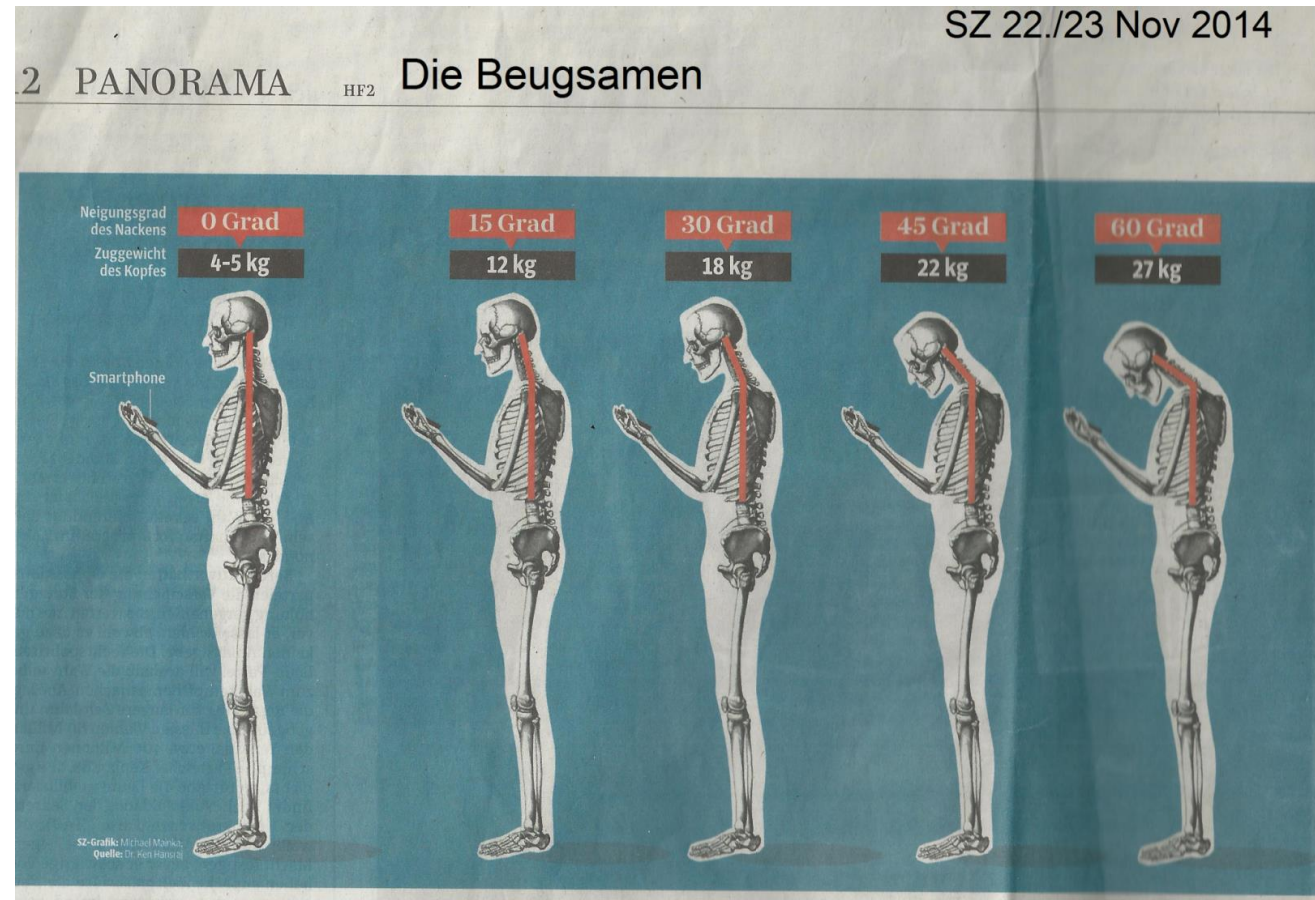
Belastungsgestaltung

Belastung: Aktion, äußeren Kräfte

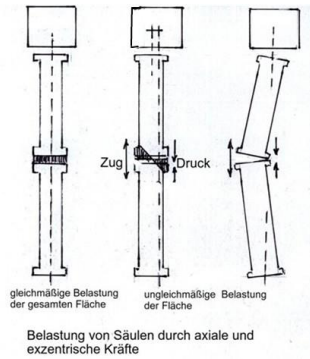
Beanspruchung: Reaktion, Wirkung auf Körperstrukturen

1. Erkennen und Feststellen von mechanischen Faktoren der Belastung (Auftreten von Kraftspitzen, Wirkungslinie, Richtung von Kräften, Zugkräfte, Druckkräfte, Scherkräfte)
2. Analyse der Wirkung (Beanspruchung) auf den Bewegungsapparat (Bsp. Wirbelsäule, Kniegelenk)
3. Belastungsgestaltung
Verhaltensänderung (z.B. Abrollen, Ausfedern von Niedersprüngen, korrekte Ausführung von Übungen und Techniken,
Wirkung von Sportgeräten (Gewicht Bällen Massenverteilungen, Federwirkung von Absprunghilfen, Konstruktion von Matten, Schuhmaterial)

Sturz vom Reck,
geschicktes Abrollen
<http://www.youtube.com/watch?v=vAiSdTyokZA>
Klose Salto
<https://www.youtube.com/watch?v=AO85BbnsOSU>
Acrobatic Goal
Celebration
<https://www.youtube.com/watch?v=jgdcZsBbldY>



Kenneth Hansray, Wirbelsäulenchirurg,
New York, Wirkung der Verwendung von
Smartphone auf die HWS



Belastung/Beanspruchung

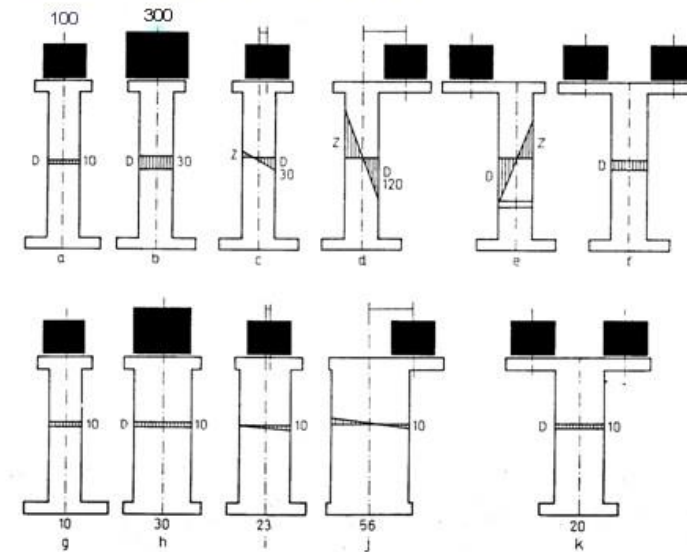
Belastung von Säulen durch axiale und exzentrische Kräfte

D = Druckspannung

Z = Zugspannung

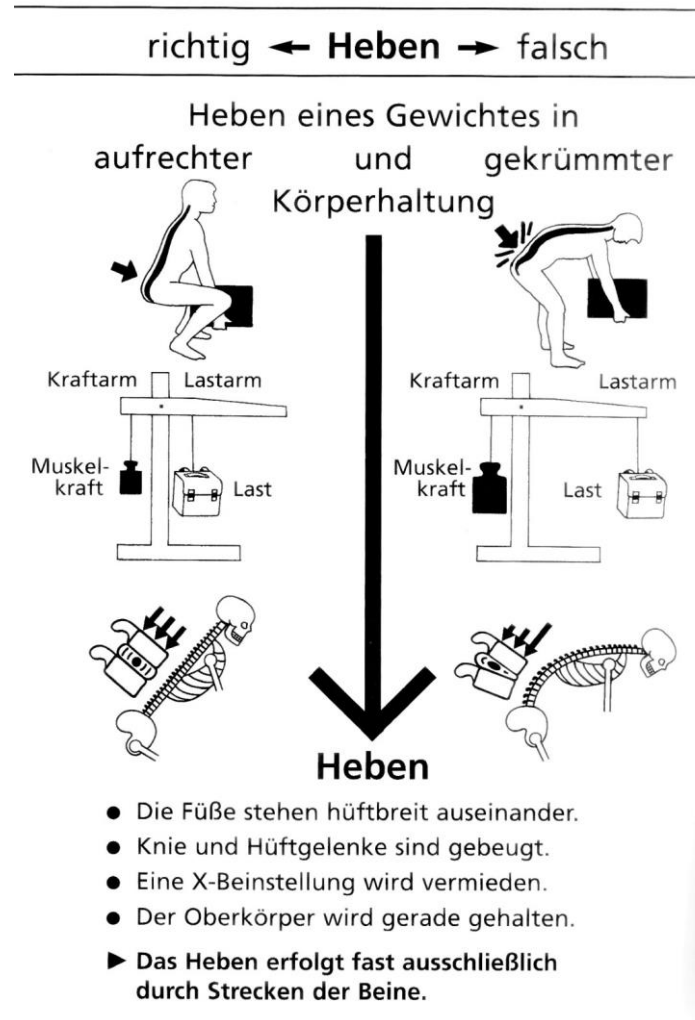
angenommene Belastung 100 bzw. 300 kg, Fläche Querschnitt 10 cm²

-->Druckbelastung 10 kg/cm² bzw. 30 kg/cm²



Tittel, K.: 1994 S.46

Heben: Richtig, falsch



Belastung L3 im Stehen im Sitzen

Beispiel: Person wiegt 80 kg, 40 kg liegen über L3

Abstände in cm, Kräfte in N gemessen

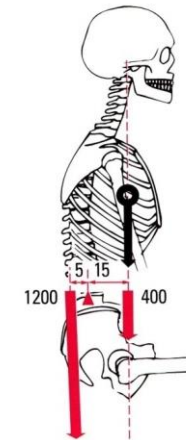
im Stehen: Schwerelinie (400 N) befindet sich etwa 5 cm vor Bandscheibe L3.

Muskelkraft (rückseitig) muss ebenfalls 400 N betragen

→ wirkende Kraft auf Bandscheibe: $400\text{ N} + 400\text{ N} = 800\text{ N}$

im Sitzen: Schwerelinie ca. 15 cm vor L3 (= 3facher Abstand)

→ wirkende Kraft auf Bandscheibe: $400\text{ N} + 1200\text{ N} = 1600\text{ N}$



Examensaufgaben

▶ **FJ 18 (Unterrichtsfach) – Thema 2:**

Teilaufgabe 1: Nennen Sie die biomechanischen Prinzipien!

Teilaufgabe 2: Erläutern Sie das biomechanische Prinzip der optimalen Tendenz im Beschleunigungsverlauf anhand von sportlichen Bewegungen Ihrer Wahl!

Teilaufgabe 3: Beschreiben Sie anhand von selbstgewählten Beispielen die Möglichkeiten zur Vermittlung und Reflexion von biomechanischen Prinzipien im Sportunterricht!

▶ **H 16 (vertieft) – Thema 4:**

Teilaufgabe 1: Analysieren Sie den CMJ nach der Funktionsphasengliederung nach Göhner!

Teilaufgabe 2: Zeigen Sie die kinematischen und dynamischen Merkmale dieser Bewegung auf!

Teilaufgabe 3: Erklären Sie anhand dieser Bewegung zwei biomechanische Prinzipien!

▶ **FJ 15 (Unterrichtsfach) – Thema 2:**

Teilaufgabe 1: Beschreiben Sie die Bedeutung biomechanischer Prinzipien bei sportlichen Bewegungen!

Teilaufgabe 2: Zeigen Sie anhand von sportpraktischen Beispielen Möglichkeiten auf, wie die Bedeutung biomechanischer Prinzipien im Sportunterricht veranschaulicht werden kann!

▶ **FJ 14 (Unterrichtsfach) – Thema 1:**

Teilaufgabe 2: Erläutern Sie am Beispiel der oben gewählten Bewegung die Bedeutung des biomechanischen Prinzips der Anfangskraft für die Vorbereitungsphase und die Bedeutung des biomechanischen Prinzips der Koordination der Teilimpulse für die Hauptphase der Bewegung!

▶ **H 12 (Unterrichtsfach) – Thema 1:**

Teilaufgabe 1: Skizzieren Sie die vertikalen „Bodenreaktionskräfte bei einem Counter Movement Jump“ (Strecksprung mit Ausholbewegung) und ordnen Sie den charakteristischen Merkmalen Ihrer Skizze die Bewegungsposition zu!

Teilaufgabe 2: Erklären Sie den Begriff „Bodenreaktionskräfte“ und beschreiben Sie Messverfahren zu deren Bestimmung!

Teilaufgabe 3: Begründen Sie anhand eines biomechanischen Prinzips, wann man unter Nutzung einer Ausholbewegung höhere Sprungleistungen erzielt!

(Morphologische) qualitative Bewegungsmerkmale

nach Schnabel

Die **Qualität** der Bewegung wird mit diesen Bewegungsmerkmalen erfasst:

- ▶ *Struktur sportlicher Bewegungsakte (zyklische und azyklische Bewegungen)*

- ▶ Bewegungskopplung (Kopplung von Teilbewegungen) mit
- ▶ Bewegungsumfang (räumliche Ausdehnung)
- ▶ Bewegungstempo (Bewegungsgeschwindigkeit)
- ▶ Bewegungsstärke (Krafteinsatz)
- ⇒ konditionell bedingte Bewegungsmerkmale

- ▶ Bewegungsrhythmus (zeitliche Ordnung) mit
- ▶ Bewegungskonstanz (Wiederholungsgenauigkeit)
- ▶ Bewegungsfluss (Kontinuität im Bewegungsverlauf) (*Bewegungselastizität: spezielle Ausprägung*)
- ▶ Bewegungspräzision (Ziel- und Ablaufgenauigkeit)
- ⇒ koordinativ bedingte Bewegungsmerkmale

Exkurs TL = Techniksehen (einfache trainingswiss. Beobachtungsverfahren)

Elementare Bewegungsmerkmale

- ▶ **Bewegungsumfang** = räumliche Ausdehnung einer Bewegung bzw. eines Bewegungsablaufs

→ z.B. Weite der Ausholbewegung beim Wurf

Elementare Bewegungsmerkmale

- ▶ **Bewegungstempo** = zeitliche Dauer bzw. Bewegungsfrequenz und Bewegungsgeschwindigkeit von gesamten Bewegungsakten oder von Teilbewegungen
- Interpretation als quantitatives Bewegungsmerkmal möglich
 - z.B. angepasste Trittfrequenz beim Radfahren

Elementare Bewegungsmerkmale

- ▶ **Bewegungsstärke** = Größe des Muskelkrafteinsatzes /Krafteinsatz beim Bewegungsvollzug
 - Abstimmung des Krafteinsatzes mit anderen Parametern
 - nicht nur situationsadäquater Krafteinsatz, sondern auch abhängig von optimalem Timing und einer räumlich perfekt orientierten Bewegungsausführung
 - Koordination von Stärke, Richtung und zeitlicher Einordnung
- Eng mit Bewegungskopplung verbunden
- z.B. Flanke beim Fußball

Mittlere Bewegungsmerkmale

- ▶ **Bewegungskonstanz** = Grad der Genauigkeit bei mehreren Wiederholungen

- Wiederholungsgenauigkeit bei zyklischen und azyklischen Bewegungen
 - Zyklische Abläufe: Bewegungskonstanz → Bewegungsökonomie
 - Azyklischen Abläufen: fehlerfreie Beherrschung der Technik
→ Bewegungskonstanz

- z.B. Treffen des Absprungbalkens beim Weitsprung

Mittlere Bewegungsmerkmale

- ▶ **Bewegungspräzision** = Übereinstimmung von Soll- und Ist- Wert, zusammengesetzt aus Ziel- und Ablaufgenauigkeit

- Fähigkeit einer möglichst genauen Bewegungskonzeption

- Unterscheidung in:



Mittlere Bewegungsmerkmale

- ▶ **Bewegungsfluss** = Grad der Kontinuität im Ablauf eines motorischen Aktes (Übergang der einzelnen Phasen)
- Merkmal des Zusammenhangs der Teilbewegungen und der Bewegungsübertragung: kontinuierlicher Bewegungsablauf

Komplexe Bewegungsmerkmale

- ▶ **Bewegungsrhythmus** = charakteristische zeitliche Ordnung eines Bewegungsablaufs, sichtbar im dynamischen und räumlich-zeitlichen Verlauf unter Berücksichtigung unterschiedlicher Dimensionen (Spannung-Entspannung, rechts-links, obj.-subj., Individuum-Gruppen)

Objektrhythmus = Funktions-/Innenrhyth.

*Subjektrhythmus = von außen wahrnehmbarer R., wird subjektiv verarbeitet und individuell angepasst
(Takt nur zeitliche Komponente)*

Komplexe Bewegungsmerkmale

- ▶ **Bewegungskopplung** = räumlich-zeitliche und dynamische Abstimmung von Teilbewegungen (Schwungübertragung, Formen Rumpfeinsatz, Steuerfunktion des Kopfes)
- Merkmal des Zusammenhangs der Teilbewegungen und der Bewegungsübertragung
 - 4 Aspekte:
 - Schwungübertragung
 - Zeitliche Verschiebung von Teilbewegungen
 - Formen des Rumpfeinsatzes
 - Steuerfunktion des Kopfes

Qualitative Bewegungsmerkmale: Unterteilungsmöglichkeiten

- ▶ Mehrdimensional (komplexe Merkmale) und eindimensional (mittlere und einfache Merkmale)
- ▶ Einfach, mittlere und komplexe Merkmale
- ▶ Konditionell und koordinativ bedingte Merkmale

Die (zeitlichen) Ablaufphasen nach Meinel/Schnabel

Aufgliederung der Bewegung nach ihrem *räumlich-zeitlichen Verlauf*

theoretische Erfassung der sogenannten **Grundstruktur**
= **klassische (chronologische) Phasengliederung**

4.5. Die Phasenstruktur der Bewegung: Phasentheoretische Grundstruktur

Definitionsversuch:

Aufgliederung sportlicher Bewegungsabläufe in räumlich-zeitlich getrennte Phasen. Diese aufeinander chronologisch folgenden Teilprozesse erfüllen - entsprechend der Aufgabenstellung - innerhalb des Gesamtablaufs unterschiedliche Funktionen und sind miteinander verknüpft.

Je nach Art des Bewegungsaktes variiert die Einteilung in zyklische oder azyklische Phasen.

Bewegungen beschreiben – morphologische (phänografische) Betrachtung

Begriffsbestimmung „Morphologie“

- ▶ Morphologische Bewegungsanalyse zerlegt sportliche Bewegungsabläufe in direkt wahrnehmbare Merkmale der äußeren Form oder Gestalt und untersucht deren Beziehung

Olivier: Grundlagen der Bewegungswissenschaft und -lehre (2003) S. 73

- ▶ Morphologie ist eine pädagogische Betrachtungsweise der Bewegung und der Motorik, die gleichermaßen beschreibend und erklärend ist. Sie ist sowohl auf die Kennzeichnung von optimalen Ablaufformen als auch von Bewegungsfehlern gerichtet. Ihre Aussagen schließen die Möglichkeiten der Veränderung durch Korrektur ein.

Roth/Willimczik: Bewegungswissenschaft (1999)

Bewegungen beschreiben – was steckt dahinter?

Morphologie: Wortkombination aus dem Griechischen: Form, Gestalt - Wort
Lehre, Vernunft

ganzheitliche Betrachtungsweise des anschaulich gegebenen
Bewegungsablaufs

Ziele:

- Differenzierte, ganzheitliche Beschreibung der Bewegung in äußerlich wahrnehmbarer Form
 - Begründungen für Bewegungsanweisungen
 - Hinweise auf mögliche Fehler
- ⇒ Das „Auge für das Wesentliche“ der Bewegung zu öffnen und pädagogische Handreichungen bereitzustellen

Ziele und Inhalte der morphologischen Betrachtungsweise

- ▶ Pädagogisch: beschreibend und erklärend
- ▶ Auf optimale Abläufe und Bewegungsfehler gerichtet
- ▶ Möglichkeit der Veränderung durch Korrektur
- ▶ Subjektbezogenes Verständnis von Bewegung
- ▶ Ausführungsanweisungen (Instruktion) und Hinweis auf mögliche Fehler (hier: fehlerbezogenes Feedback/Rückmeldung)

- ▶ -> Forschungsansatz: ganzheitlich, subjektbezogen, interdisziplinär
- ▶ -> Forschungsmethode: Bewegungsbeobachtung

Phasenstruktur von Bewegungen - Überblick

Azyklische Bewegungen

- ▶ Erreichen des Bewegungsziels durch eine EINMALIGE Aktion bzw. Aneinanderreihung der drei Phasenbestandteile zu einer einzelnen Bewegungsausführung (z.B. Springen, Werfen)
- ▶ Struktur der Bewegung:
Vorbereitungs-, Haupt- und Endphase

Zyklische Bewegungen

- ▶ Gleichartige Teilbewegungen WIEDERHOLEN sich (z.B. Laufen, Rudern) durch Überlagerung von End- und Vorbereitungsphase => Phasenverschmelzung zur Zwischenphase
- ▶ Struktur der Bewegung:
Haupt- und Zwischenphase

Zeitliche 3-Phasen-Gliederung bei allen azyklischen Bewegungen

nach Meinel/Schnabel

Die azyklische Bewegungsstruktur ist unterteilt in:

- ▶ Vorbereitungsphase
- ▶ Hauptphase
- ▶ Endphase

⇒ Nicht umkehrbare Reihenfolge

⇒ Bewegungsziel durch einmalige Aktion erreicht

Die Vorbereitungsphase

- ▶ Synonym: **Auftakt**
- ▶ alle Aktionen bis zum Beginn der Hauptphase
- ▶ Beispiele: Anlauf-, Angleit-, Anschwung- und Ausholbewegungen

Aufteilungsmöglichkeiten der Vorbereitungsphase

Die Ausholbewegung

In Gegenrichtung zur Bewegung der Hauptrichtung, um günstige(re) Voraussetzungen für das Lösen von Bewegungsaufgaben zu schaffen

Anlauf-, Anschwung- und Angleitbewegung

In Bewegungsrichtung der Hauptphase, um Bewegungsenergie in Hauptbewegungsrichtung erzeugen und somit bessere Leistung erzielen zu können (Impulserhaltungsgesetz)

Funktionen/Ziel/Zweck der Vorbereitungsphase: **Schaffung bestmöglicher Voraussetzungen für eine ökonomische und erfolgreiche Leistungsoptimierung in der Hauptphase durch:**

- ▶ optimaler Arbeitswinkel
- ▶ optimaler Arbeitsweg
(Beschleunigungsweg)
- ▶ (maximale) Anfangskraft
- ▶ Bewegungsenergie in
Hauptbewegungsrichtung
-> Grundbeschleunigung
des Körpers (z.B. Anlauf)
- ▶ Dehnungsreflex
- ▶ Rekuperation

biomechanisch

muskelphysiologisch

Strukturvarianten

mehrfach:

Mehrfache Ausholbewegung

- Verlängerung des Beschleunigungsweges
- Ausholbewegung zur Ausholbewegung (Felgumschwung)
- Vorfühlen

Unterdrückung:

Unterdrücken der Ausholbewegung

- *Täuschung/Finten*
(Bewegung wird mit der Vorbereitungsphase zu einer bestimmten Hauptphase eingeleitet, aber dann wird die Vorbereitungsphase abgebrochen und eine andere Hauptphase mit unterdrückter Vorbereitungsphase angeschlossen)
- Zeitverkürzung

Hauptphase

- ▶ **Synonym:** Akzent
- ▶ **Ziel/Zweck:**
Bewegungslösung = unmittelbare Bewegungsaufgabe wird realisiert

- ▶ **Kennzeichnung/Merkmale:**
Impulsgebung an das „Movendum“
 - > bei Lokomotionsbewegungen: an den eigenen Körper
 - > bei anderen Bewegungen (v.a. Bewegungskoordination):
Beschleunigung eines Endgliedes der Gliederkette aus dem gesamten Körper und Impulsübertragung auf ein Gerät, einen Gegner oder einen Partner
- ▶ **BEWEGUNGSERWEITERUNG:** mehrere Bewegungen als Hauptphase
(z.B. Sprünge beim Turnen)

- Funktion = Lösung der **eigentlichen Aufgabe** der Bewegungshandlung

Erteilen eines
Bewegungsimpulses an den
gesamten Körper
(und rationelle Ausnutzung)

Alle Lokomotionsbewegungen
→ z.B. Gehen, Laufen, Springen, Schwimmen

Beschleunigung eines **Endglieds** der
Gliederkette durch einen **Kraftimpuls**
aus dem gesamten Körper →
Bewegungsimpuls an ein **Gerät** oder
einen Gegner

Alle Wurf-, Stoß-, Schub- und Schlagbewegungen
(Hauptphase i.d.R. mit der Beendigung der beschleunigenden
Krafteinwirkung beendet)

(Meinel & Schnabel, 2015)

Vorgriff auf die biomechanische Begründung – hier: Bezug zur Hauptphase

- Prinzip der optimalen Koordination der Teilimpulse (progressive Beschleunigung)
- Prinzip der Gegenwirkung (Volleyball Angriffsschlag: Hüfte nach hinten, Beine vor → Gleichgewicht)
- Prinzip der Impulserhaltung (Salto: Arme und Beine nah am Körperschwerpunkt)

Vorbereitungs- und Hauptphase = Einheit, um optimale Leistung zu erzielen

Vorbereitungs- und Hauptphase müssen als Einheit in Bezug auf die Kraftentfaltung der Bewegung gesehen werden (Ausnahme: Finte, da anderes Ziel)!

- „Abbremsen“ am Ende der Vorbereitungsphase muss direkt in die Anfangsbeschleunigung der Hauptphase übergehen, oder die Vorbereitungsphase wird abgebrochen
- in der Praxis darf hier KEINE Zäsur gesetzt werden (Trennung am Umkehrpunkt nur theoretisch!)
- diese „Nahtstelle“ ist entscheidendster Teil aller (azyklischen/dynamischen) Bewegungen!

Endphase

Synonyme: Bewegungsausklang, Abfangen oder Abtakt

Ziel/Zweck:

Erreichen/Wiederherstellung einer Gleichgewichtslage bzw. Ausklingen einer Bewegung

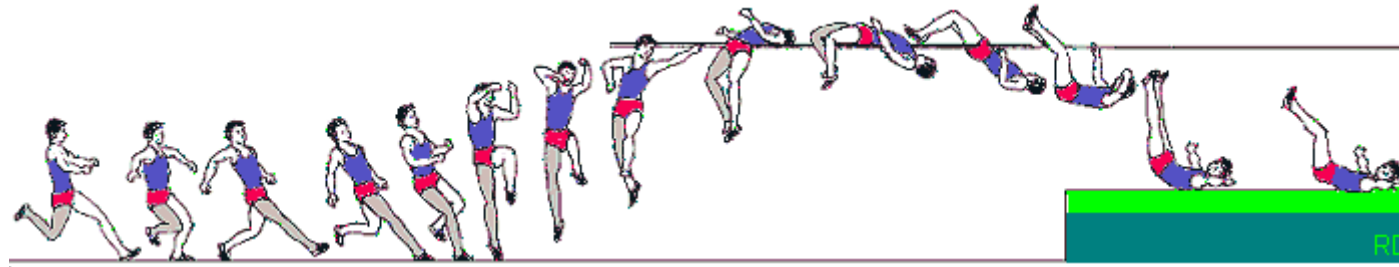
- ⇒ Einnehmen einer günstigen Lage für das Abbremsen durch die Umgebung (**passiv**: auspendeln, auslaufen, ausschwingen, Matte beim Hoch) oder zum Wiedererlangen eines Gleichgewichtszustandes (**aktiv**: Abbremsen durch aktive Muskeltätigkeit, z.B. Wettkampfvorschrift im Trampolin)

Endphase oft als „Durchgangsstation“ für weitere Bewegungsakte bei Kombinationen

Zusammenfassung von Wichtigem:

- ▶ Die Bewegungsphasen gehen ineinander über
- ▶ Übergänge der Phasen sind fließend
- ▶ Die Reihenfolge der Bewegung ist nicht umkehrbar
- ▶ Vorbereitungsphase kann abgebrochen werden, ohne dass die Hauptphase folgt
- ▶ Auf die Hauptphase folgt immer die Endphase

Veranschaulichung



Vorbereitungs-

Haupt-

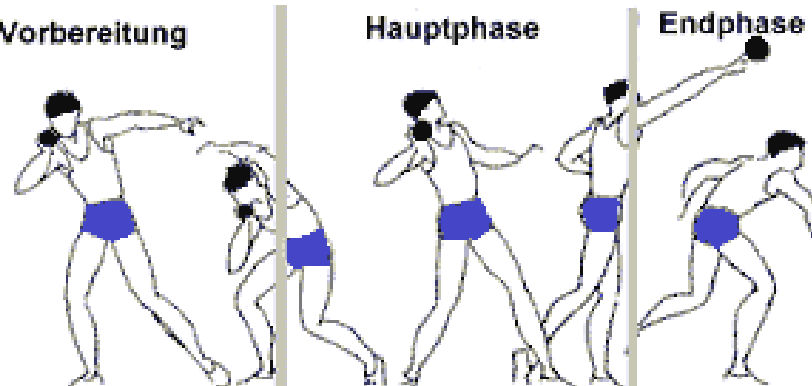
Endphase

<http://www.sportunterricht.de/lksport/hochani.html>

Vorbereitung

Hauptphase

Endphase



Beziehungen zwischen den einzelnen azyklischen Bewegungsphasen

- ▶ **Ergebnisbeziehung (1-2-3) = resultative Relation:** die folgende Bewegungsphase ist vom Ergebnis der vorhergehenden Bewegungsphase abhängig
- ▶ **Kausalbeziehung (2-3) = ursächlicher Zusammenhang:** die Endphase wird von der Hauptphase verursacht, da die Bewegung nach vollständig ausgeführter Hauptphase nicht ohne Endphase abgebrochen werden kann
- ▶ **Zweckbeziehung (3-2-1 und 3-1) = finale Relation:** eine später folgende Phase beeinflusst den Verlauf der vorangegangenen Phase(n)

(nach Schnabel, 1998)



- Zweckbeziehung (finale Relation)
- Ergebnisbeziehung (resultative Relation)
- ursächlicher Zusammenhang (kausale Relation)

Beziehungen zwischen den einzelnen azyklischen Bewegungsphasen

a. Relationen der drei sportlichen Bewegungsakte bei azyklischen Bewegungen



Ergebnisbeziehung (1-2-3) = resultative Relation

Kausalbeziehung (2-3) = ursächlicher Zusammenhang

Zweckbeziehung (3-2-1 und 3-1) = finale Relation

b. Strukturvarianten azyklischer Bewegungen

Die mehrfache Ausholbewegung

- ✓ Ausholbewegung zur Ausholbewegung (Felgumschwung)
- ✓ Sensomotorische Vorbereitung („Vorfühlen“ → kinästhetischer Analysator)
- ✗ bei Anfängern oft aus Unsicherheit/Angst → Kraft und Konzentrationsverlust!

Die Unterdrückung der Ausholbewegung

- ✓ Täuschungen im Sportspiel
- ✓ Startbewegungen auf Kommando (zur Zeitverkürzung)
- ✗ Folge: Keine optimale biomechanische/sensomotorische Vorbereitung der Hauptphase → Wurf nicht so scharf, weniger zielgenau; Absprung weniger kräftig und weit

Die zyklische Bewegung

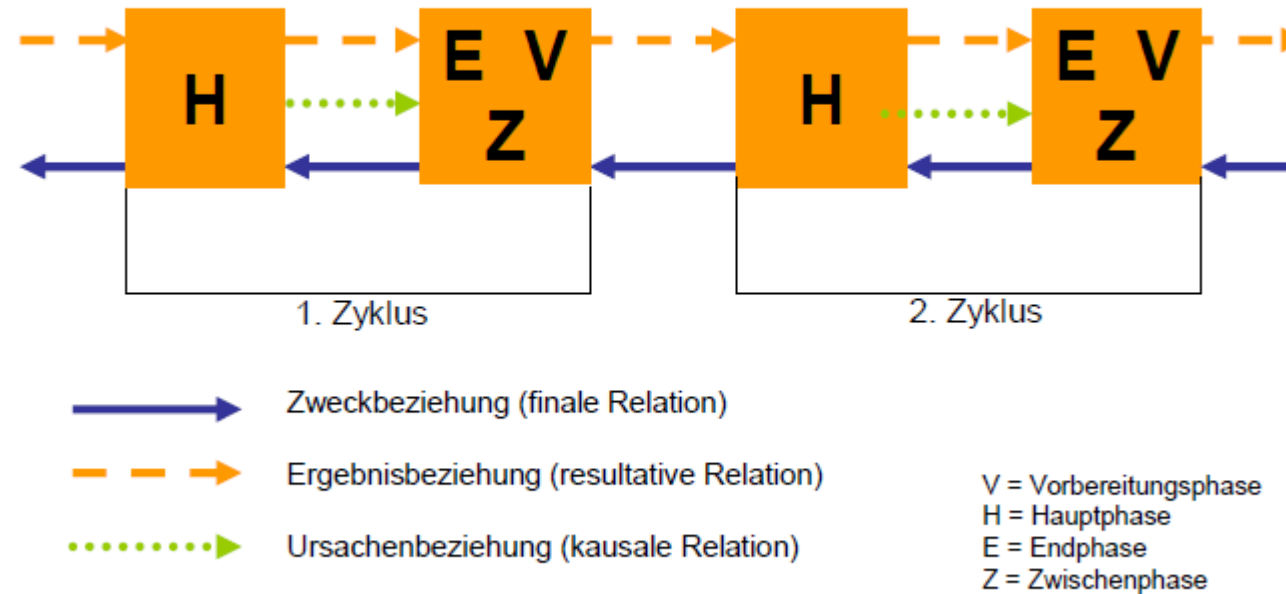
- ▶ Bewegungsablauf bzw. der Grundzyklus wiederholt sich: **mehrfach nacheinander** ausgeführte **gleichartige Bewegungen** mit **gleicher Hauptphase**
- ▶ Endphase des vorhergehenden Zyklus geht in die Vorbereitungsphase des folgenden Zyklus über (= Phasenverschmelzung von E+V zur Zwischenphase Z)
- ▶ V – H – Z – H – Z - – H – E
→ zweiphasige Bewegung: Haupt- und Zwischenphase

Unterarten der zyklischen Bewegung

- ▶ **a) alternierende zyklische Bew.form:** („im Wechsel mit“, „gegengleich“; Hauptphase rechte Seite = linke Seite): z.B. Laufen, Gehen, Kraulschwimmen Arme (
ständiger Antrieb: Radfahren, Kraul mit dazu synchronen Beinen-> synchron
- ▶ **b) nicht-alternierend (symmetrisch) zyklische:** (kein ständiger Wechsel zwischen linker & rechter Körperseite): z.B. Rudern, Brustschwimmen Arme
- ▶ **c) asynchron (-alternierend) zyklische:** (Arme und Beine sind nicht synchron): z.B. beim Brustschwimmen, Doppelstockschieben in der klassischen Langlauftechnik, Kraul Arme re-li und Beine 3er

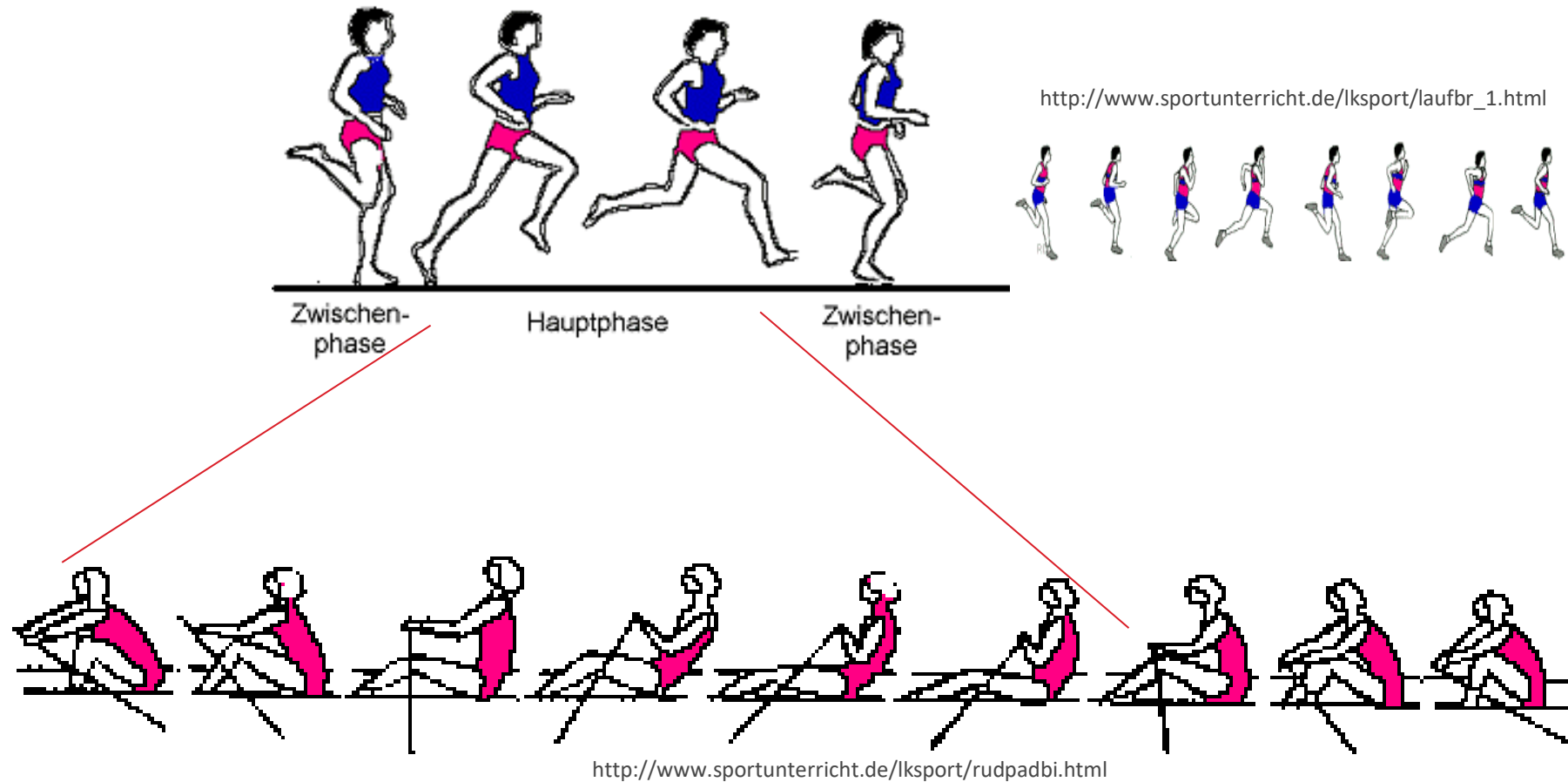
Die zwei Phasen und ihre Relationen

Phasenstruktur zyklischer Bewegungen und ihre Relation:



(nach Schnabel, 1998)

Zyklische Bewegung: Veranschaulichung



Bewegungskombination

= Verbindung - durch Phasenverschmelzung - zweier oder mehrerer **ungleicher** Bewegungsakte (z.B. Handstützüberschlag und Salto seitwärts) mit gleichrangigen Aufgaben

Die Bewegungskombination

Sukzessivkombination

sukzessiv: nacheinander

- *Phasenverschmelzung bzw. Kopplung von ungleichen Bewegungsakten*
- *Kombination mehrerer azyklischer Bewegungen (in unmittelbarer Folge) z.B. Turnübungen, Schmetterschlag im VB*
- *Kombination azyklischer und zyklischer Bewegungen. z.B. Dauerlauf und Sprung über Graben*
- *Kombination mehrerer zyklischer Bewegungen, z.B. im Tanz Laufen und anschließend Bandkreisen*

Simultankombination

simultan: gleichzeitig

- *zwei ungleichartige Bew. mit selbständiger Funktion gleichzeitig ausgeführt*

Verbindung einer Lokomotionsbewegung mit einer Bewegung, die einem Gerät einen Bewegungsimpuls erteilt (Fangen und Werfen des HB während Lauf oder im Tanz Laufen und gleichzeitig Bandkreisen)

Zusammenfassung „morphologische Betrachtungsweise“

- ▶ Die morphologische Untersuchung ist oft die erste Stufe der Erforschung einer Bewegung
- ▶ Im Alltag des Trainers bzw. Lehrers oft die EINZIGE
- ▶ Neben der einfachen Beobachtung (Fremd- und Selbstbeobachtung) bieten sich auch Methoden an, welche die Beobachtungen objektivieren
 - Film- und Videoaufnahmen
 - Serienfotografie

Examensaufgaben

▶ **FJ 18 (Unterrichtsfach) - Thema 1:**

Teilaufgabe 1: Beschreiben Sie die möglichen zeitlichen Strukturen einer sportlichen Bewegung!

Teilaufgabe 3: Erläutern Sie den Einsatz beider Modelle anhand eines Unterrichtsbeispiels aus dem Sportunterricht!

▶ **FJ 15 (vertieft) - Thema 1:**

Teilaufgabe 1: Erläutern Sie die Vor- und Nachteile der Methode der qualitativen Bewegungsbeobachtung!

Teilaufgabe 2: Erläutern Sie die zeitliche Grundstruktur azyklischer Bewegungen mit ihren Funktionen anhand einer sportlichen Bewegung!

Teilaufgabe 3: Erörtern Sie anhand eines Beispiels einer sportlichen Bewegung, wie die Kenntnis einer Phasenstruktur bei der Vermittlung sportmotorischer Fertigkeiten genutzt werden kann!

▶ **FJ 14 (Unterrichtsfach) - Thema 1:**

Teilaufgabe 1: Stellen Sie am Beispiel einer azyklischen Bewegung das Prinzip der morphologischen Bewegungsanalyse nach Meinel/Schnabel dar!

Teilaufgabe 3: Beschreiben Sie, inwiefern die Anwendung der morphologischen Bewegungsanalyse im Sportunterricht hilfreich sein kann!

▶ **H 12 Unterrichtsfach) – Thema 2:**

Teilaufgabe 1: Stellen Sie die morphologischen Bewegungsmerkmale nach Meinel/Schnabel (Struktur sportlicher Bewegungsakte und qualitative Bewegungsmerkmale) dar!

Teilaufgabe 2: Erläutern Sie die Bewegungsstruktur einer Schlagwurfbewegung und nennen Sie typische Bewegungsmerkmale eines Anfängers! Entwerfen Sie je eine methodische Maßnahme zur Korrektur eines übergeordneten und untergeordneten Merkmals!

Teilaufgabe 3: Erörtern Sie den Stellenwert morphologischer Analysen bei der Beurteilung der Bewegungsqualität im Sportunterricht!

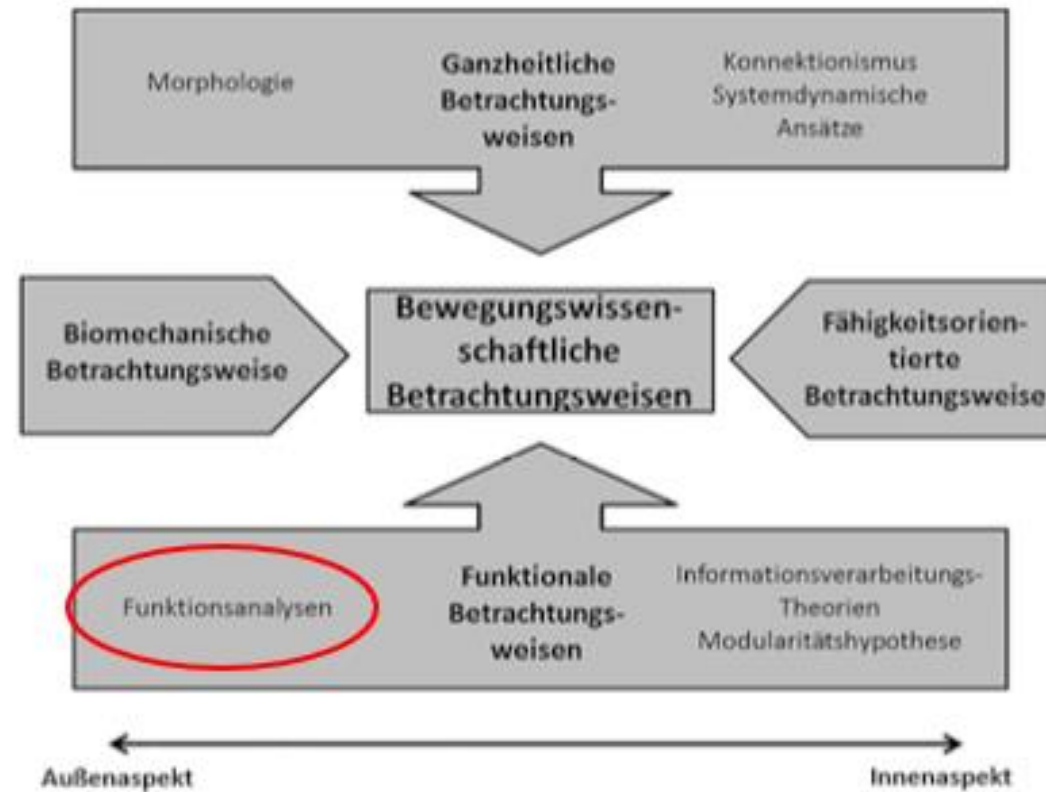
4.6. Das Funktionsphasenkonzept nach Göhner

- ▶ 4.6.1. Überblick
- ▶ 4.6.2. Ablaufrelevante Bezugsgrundlagen:
5 Merkmale, die sportspezifische
Bewegungsaufgaben charakterisieren!
- ▶ 4.6.3. Funktionsanalyse

4.6.1 Überblick

- ▶ Funktionsphasen = aufgabenbezogene Betrachtungsweise
- ▶ Erweiterung des Phasenmodells von Meinel durch Göhner:
Funktionalität bzw. Aufgaben einzelner Bewegungsabschnitte stehen nun im Mittelpunkt
- ▶ Jede Phase der Bewegung stellt eine zweckhafte, sinnbezogene Leistung zur Bewältigung vorgegebener Situations- oder Problemkonstellationen dar.

Bewegungswissenschaftliche Betrachtungsweisen



Witte, K. (2018). Grundlagen der Sportmotorik im Bachelorstudium. Berlin: Springer Spektrum.

Ein kurzer Vergleich

Meinel/Schnabel

- ▶ Phasenstruktur

z.B.
V-H-E bzw. V-H-Z-H-Z...-
H-E

3-Phasen-Modell

Göhner

- ▶ Hauptfunktions- und Hilfsfunktionsphasen

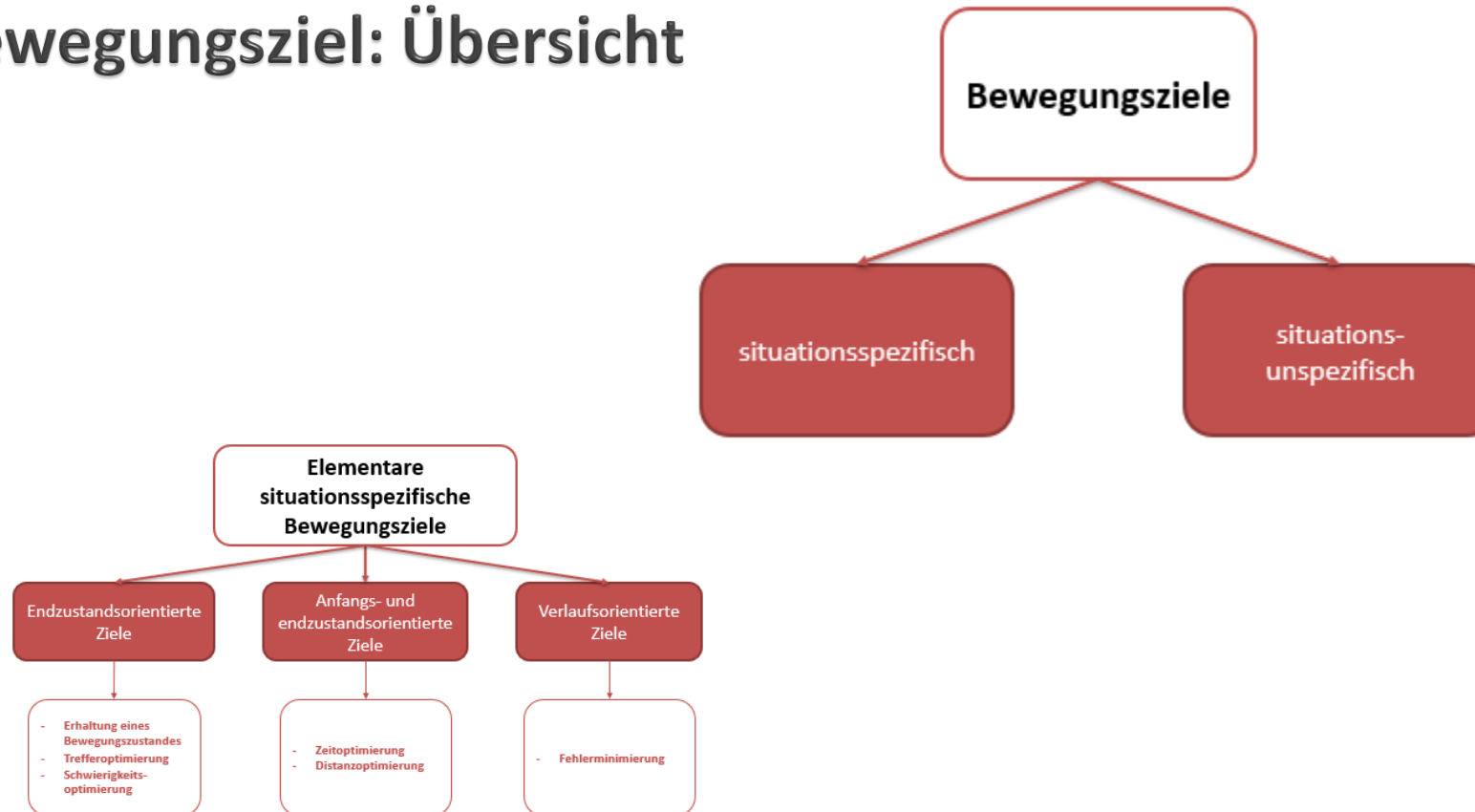
z.B.
Hilfsfunktionsphasen-
Hauptfunktionsphase-
(Übergangsfunktions-
bzw.
Hilfsfunktionsphasen)

2-Phasen-Modell

4.6.2. Ablaufrelevante Bezugsgrundlagen: 5 Merkmale, die sportspezifische Bewegungsaufgaben charakterisieren

- Bewegungsziele:
 - Wozu wird bewegt? (abhängig von Sportart z.B. Tore schießen)
 - Regelbedingungen (Bewegungsregeln):
 - Unter welchen Bedingungen wird bewegt? (z.B. gleiches Gewicht der Kampfsportler)
 - Movendumattribute:
 - Was wird bewegt? (Größe der Kugel, Gewicht)
 - Umgebungsbedingungen (Bewegungsraum):
 - In welcher Umgebung wird etwas bewegt? (z.B. Wind im Freiluftsport)
 - Bewegerattribute:
 - Wer bewegt etwas? (Geschlecht, Alter, Leistungsstärke)
- Beeinflussen die Operation und Verlaufsform einer sportlicher Bewegungen

Bewegungsziel: Übersicht



a) Bewegungsziele:

Elementare situationsspezifische Bewegungsziele

Endzustandsorientierte Ziele:

- ▶ Trefferoptimierung: Hieb (Fechten), Schuss, Wurf, Schlag (Tennis)
- ▶ Schwierigkeitsoptimierung: Hochsprung, Gewichtheben
- ▶ Erhalten eines Bewegungszustandes: Handstand

Anfangs- und endzustandsorientierte Ziele:

- ▶ Zeitoptimierung: 100-m-Lauf, Skislalom
- ▶ Distanzoptimierung: Wurfdisziplinen

Verlaufsorientierte Ziele:

- ▶ Fehlerminimierung: Wasserspringen, Springreiten (ohne Zeitwertung), Turnen, Tanz, Eiskunstlauf

**Kombination aus verschiedenen Zielen möglich:
Trefferoptimierung und Zeitoptimierung: Biathlon**

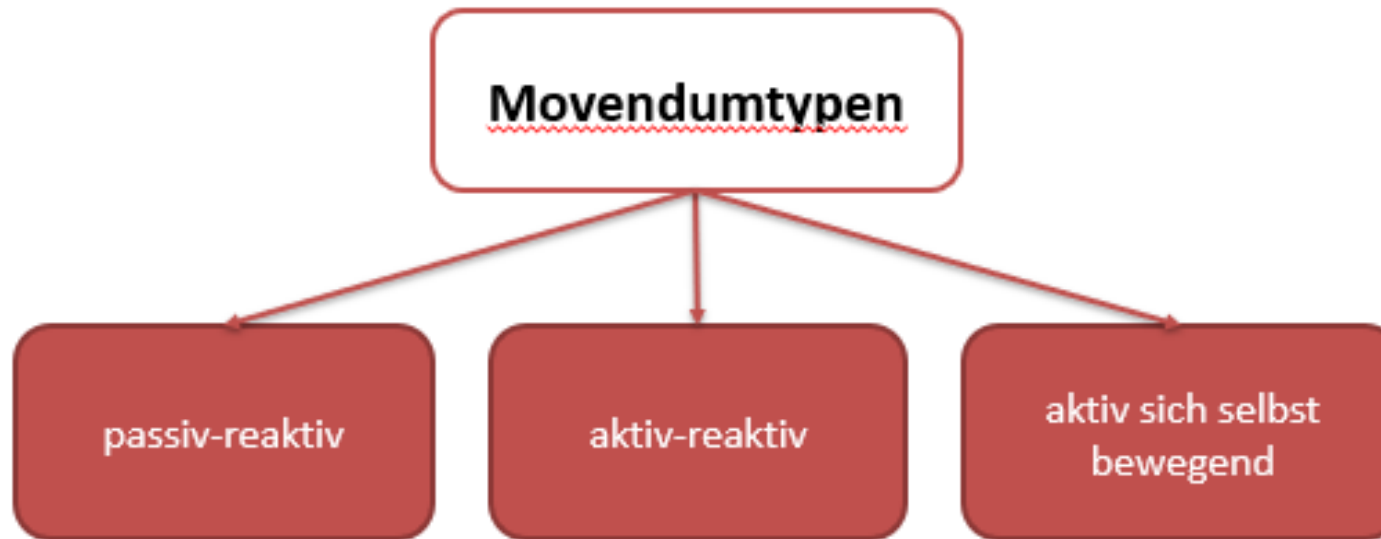
Situations-unspezifische Bewegungsziele

- ▶ Wiederherstellung, Erhaltung oder Verbesserung motorischer Belastbarkeit z.B. Erhaltung: Gerätturnen mit hohem Maß an Gleichgewicht
- ▶ Aktualisierung psychischer Befindlichkeiten oder sozialer Verhaltensweisen

Andere Unterteilung möglich – wie:

Vergleichsziele/Erreichungsziele,
Movendum/Bewegerziele, Zweck/Formbew.

Regelbedingung: Überblick



b) Regelbedingungen – vier Gruppen

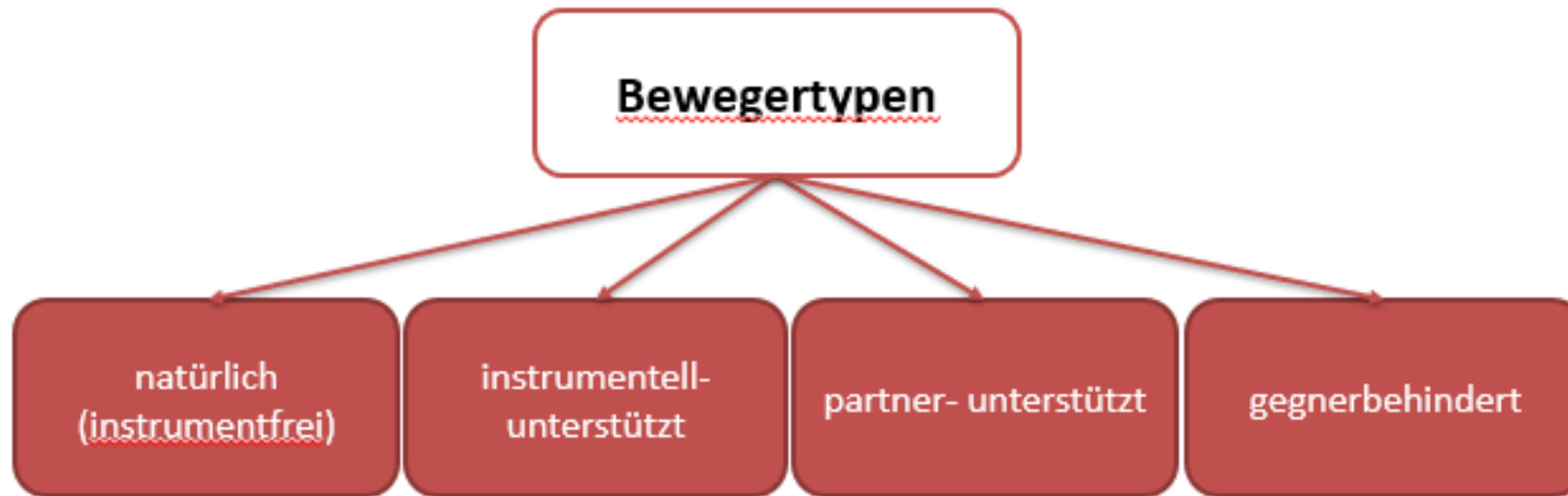
= das Erreichen eines Bewegungsziels ist im Sport an bestimmte Regelbedingungen gebunden

1. Legt die Bewegungsziele fest, Zweck: Klärung der Rangfolge im sportlichen Wettkampf z.B. Messen beim Weitsprung
2. Legt Movendumbedingungen fest, Zweck: Wahrung der Chancengleichheit z.B. Gewicht der Kugel
3. Legt Bewegersystem fest, Zweck: Chancengleichheit z.B. Gewicht der Sportler beim Boxen
4. Legt Verlaufsmerkmale fest, z.B. keine rotatorische Bewegung beim Speerwurf, einbeiniger Absprung beim Hochsprung

Konstitutive bzw. konstituierende (notwendige) Regeln erfassen: Ziele (Spielidee), Beweger, Movendum

regulative (den Ablauf regelnde, veränderbare) Regeln erfassen erlaubte sowie verbotene Operationen und Sanktionen

Bewegertypen: Überblick



c) Definiton Movendum und –attribut → drei Movendumtypen

- ▶ Definition Movendum:

Objekt, das zielgerichtet zu bewegen ist

- ▶ Movendumattribut:

Eigenschaft des zu bewegenden Objekts

Drei Movendumtypen:

- ▶ Passiv-reaktiv, z.B. Handball, Speer, Frisbee

- ▶ Aktiv-reaktiv, z.B. Gegner beim Judo

- ▶ Aktiv sich selbst bewegend, z.B. Schwimmen

d) Umgebungsbedingungen = Bewegungsaufgaben im Sport werden unter ganz bestimmten Umgebungsbedingungen realisiert

- bewegungsbehindernd (Wildwasser, Bergsteigen, querfeldein, Springreiten)
 - ▶ Wasser-, Luft-, Land-, Berg-, Sommer- und Wintersport
- bewegungsunterstützend (Skispringen, Bobfahren, Wind beim Diskuswurf, parabolisch geformte Tenniswand)
 - ▶ „outdoor“ versus „indoor“
- bewegungsneutral (Rasenplatz, Kunststoffbahn, Halle)
- natürlich (Schwerkraft, Wind, Gezeiten)

Aufgabenschwierigkeit (Komplexität) durch
Umgebungssituation

Typische Umgebungssituationen

e) Bewegerattribute

= Eigenschaften desjenigen Systems, welches das Movendum bewegt

- **natürliche (instrumentfreie) Beweger:**
Gehen, Laufen
- **instrumentell-unterstützte Beweger:**
 - passiv-reaktiven Movendum = unterstützend (auch manipulatorisch): Tennis, Golf
 - sich selbstbewegenden Movendum (zielgerichtete Orts- bzw. Lageveränderung) mit Hilfsmittel (auch lokomotorisch): Radfahren, Windsurfen, Schwimmen mit Flossen
- **partner-unterstützte Beweger:**
 - rein formell partnerunterstützte Bewegung (Addition von Einzelleistungen: Mannschaftswertung Turnen)
 - partnerunterstützte Bewegung mit abgrenzbaren Einzel-Teilaufgaben (sinnvolle, jedoch nicht vorgeschrieben Mitwirkung: Torwart)
 - aufeinander abgestimmt („geregelt“ Mitwirkung: Doppel im Tischtennis/Tennis)

e) Bewegerattribute

- **gegnerbehinderter Beweger:**
 - direkt (Movendum verursacht Störaktionen: Ringen, Judo)
 - indirekt (andere Beweger = Movendum: Fußball, Handball)
- ⇒ **Mischformen/Kombinationen:**
 - instrumentell- und partnerunterstützte Beweger (Rudern)
 - partner-unterstützte und gegnerbehinderte Beweger (Handball)
 - instrumentell-unterstützte und gegnerbehinderte Beweger (Tennis)
 - instrumentell- und partnerunterstützte und gegnerbehinderte Beweger (Hockeyspieler)

e) Bewegerattribute

Instrument	ohne Partner	mit Partner	gegen Partner
Ohne	Langläufer, Walker Schwimmer	Tanzgruppe, Tanzpaar Akrobat	Judoka, Ringern
mit	Bogenschütze Biathlet, Triathlet Orientierungsläufer NordicWalker Radfahrer, Inliner	Tennis-Doppel Trampolin-Synchron Eiskunstläufer	Tennisspieler, Handballspieler Boxer Fechter

Merksatz:

Die sportliche Bewegung ist ein Vorgang, bei welcher ein Movendum durch einen Beweger mit gewissen Attributen auf ein bestimmtes Bewegungsziel hin - innerhalb von bestimmten Rahmenbedingungen/Umweltbedingungen unter Einhaltung von Regeln - bewegt wird.

ODER

Funktionales Bewegungsverständnis:
sportliche Bewegungen als Lösungsmöglichkeit von Bewegungsaufgaben - unter gegebenen Rahmenbedingungen - zum Erreichen von Bewegungszielen

4.6.3. Funktionsanalyse

= Untersuchung einer Bewegung im Hinblick auf die Aufgabe (das Ziel) bestimmter einzelner Phasen (Göhner)

- ▶ Hierarchische Betrachtungsweise

Funktionale Betrachtungsweise: ALLGEMEINES

- ▶ Vorbemerkung:
Jede Aktivität wird letztlich als Funktion gesehen,
die eine bestimmte Aufgabe erfüllen soll
- ▶ Funktion =
zielgerichtete und bedeutungserfüllte Äußerung
(sportliche Bewegung) des Menschen, unter
Beachtung bestimmter Rahmenbedingungen in
bestimmten Zeitabschnitten

Funktionale Betrachtungsweise im Sinne Göhners

„Funktionales Bewegungsverständnis bedeutet, dass sportliche Bewegungen als Lösungsmöglichkeiten von Bewegungsaufgaben angesehen werden, bei denen unter gegebenen Rahmenbedingungen bestimmte Bewegungsziele zu erreichen sind. Dabei werden sowohl die Rahmenbedingungen als auch die Bewegungsziele als variabel verstanden.“ Göhner (1979)

Funktionsphasen

- ▶ Funktionsphasen sind diejenigen Abschnitte der Bewegung, denen sich im Hinblick auf die ablaufrelevanten Bezugsgrundlagen Funktionen zugeordnet werden
= grundlegende Analyseelement
- ▶ Phasentypen/Funktionsstrukturen ergeben sich erst als Ergebnis einer Bewegungsanalyse

Funktionsphasenanalyse

- ▶ Funktionsphasenanalyse als Ablaufanalyse und Strukturanalyse:
 - ▶ a) Gliederung der Bewegungsabläufe in funktionale Verlaufsbestandteile (Prozess)
 - ▶ b) Funktionale Bewegungseigenschaften (Struktur)

Folgende Fragen gehen auf den Kern einer funktionalen Bewegungsanalyse ein

- ▶ Welche Bewegungsaufgabe ist zu lösen (Aufgabenanalyse, Typ)?
- ▶ Welche Funktionsphasen lassen sich bestimmen (1. und 2. Schritt der Ablaufanalyse)?
- ▶ Durch welche Aktionen können die Funktionen erfüllt werden (3. Schritt der Ablaufanalyse)?
- ▶ Welche besonderen Merkmale sind sonst noch zu beachten (individuelle Voraussetzung)?

Funktionale Belegung

Die funktionale Belegung einer Bewegung besteht aus der Suche nach den Funktionen F aller in der Verlaufsbeschreibung genannten Aktionsmodalitäten A .

A ist auszuführen, um F zu erreichen

Zwei Arten von Funktionsphasen: Haupt- und Hilfsfunktionsphasen

Unabhängige Abschnitte = Hauptfunktionsphasen:

- ▶ Funktion besteht nur im Zusammenhang mit dem Bewegungsziel und der Aufgabenlösung des „Problems“, nicht aber mit einer anderen Funktionsphase
- ▶ Bedeutung ergibt sich aus Bezugsgrundlage (z.B. Lattenüberquerung Hochsprung)

Abhängige Abschnitte = Hilfsfunktionsphasen:

- ▶ Funktion besteht nur im Zusammenhang mit einer anderen Funktionsphase
- ▶ auf eine weitere Funktionsphase wird Bezug genommen (z.B. Anlauf zum Sprung)

Aussagen über Hauptfunktionsphasen

- ▶ Hauptfunktionsphase = Lösung der eigentlichen Bewegungsaufgabe
- ▶ mindestens eine (oder mehr) Hauptfunktionsphase(n) in JEDEM Bewegungsablauf
- ▶ Können sich bei Modifikationen der Bezugsgrundlage verändern (selbständiger Bewegungsablauf oder als Vorbereitung für Folgebewegung)

Arten von Hilfsfunktionsphasen

Unter Betrachtung der Zeitfolge, je nachdem ob auf nachfolgende, zugleich ablaufende oder bereits abgelaufene Funktionsphasen Bezug genommen wird:

vorbereitende, unterstützende und überleitende/abschließende Abschnitte

(chronologisch - zeitlich)

In Abhängigkeit davon, ob ihre Hilfe der Hauptphase gilt oder der ersten, zweiten usw. Hilfsphase, die dem Hauptabschnitt vorangeht oder nachfolgt:

erste, zweite und höhere Ordnung

(hierarchisch - bezugnehmend)

genauerer zu „Arten von Hilfsfunktionsphasen“

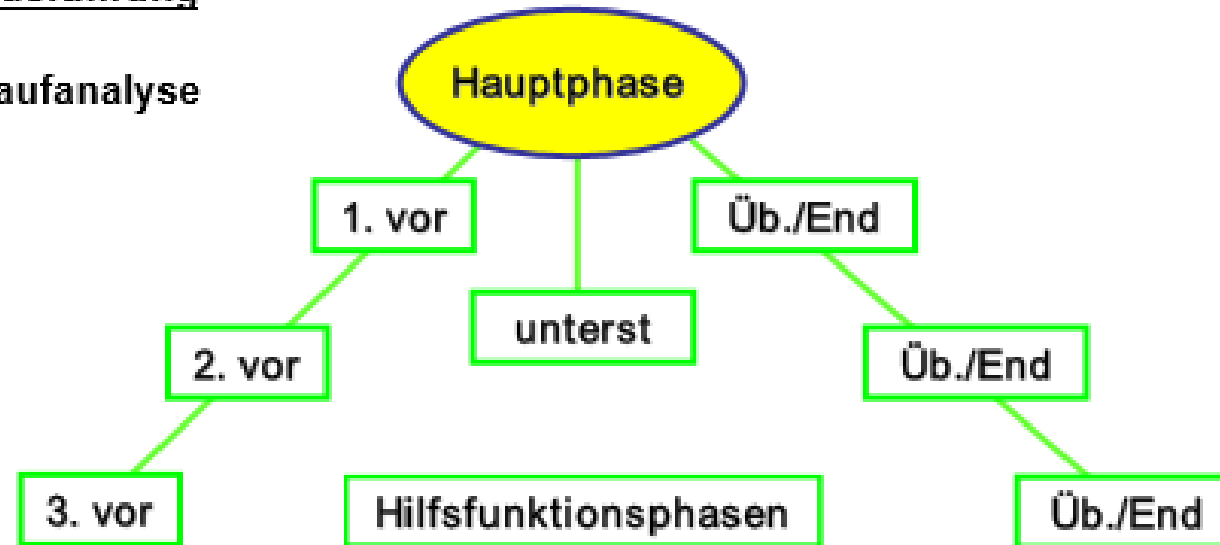
- **VOR: Vorbereitende** (ermöglichen oder verbessern Ausgangssituation):
bestimmte Ortsstellen, bestimmte Lagen und Positionen, bestimmte Bewegungszustände erreichen
- **WÄHREND: Unterstützende** (*direkt* und *indirekt*):
ermöglichen Ausführung gleichzeitig ablaufender Funktionsphasen oder verbessern Ausführungsbedingungen
- **NACH: Überleitende oder abschließende Abschnitte** (vorliegende Bewegungssituation in neue überführen oder beenden):
auf vorangegangene Funktionsphasen bezogen, in neue Bewegung überführend, Anschluss ermöglichend, zielansteuernd oder beendend

Alternative Bezeichnung für Funktionsphasen nach GRAUTEGER (1997) am BSP Judo Schulterwurf:

- **Einleitende Funktionsphase:**
Wurfvorbereitung/Bewegungsbeginn
- **Überleitende Funktionsphase:** Position zum Gegner finden für
Angriff/Nahtstelle zwischen zwei Phasen
- **Hauptfunktionsphase:** zieladäquater Kraftimpuls auf
Gegner/Lösung der eigentlichen Bewegungsaufgabe
- **Aussteuernde Funktionsphase:** Übergang zu Bodentechnik
oder Zurückkehren in sicheren Stand/vorliegende
Bewegungssituation beenden
- **Amortisierende Funktionsphase:** abfangen des eigenen
Körpers/vorliegende Bewegungssituation in neue überführen

Hierarchie der Bewegungsausführung

Göhners Ablaufanalyse

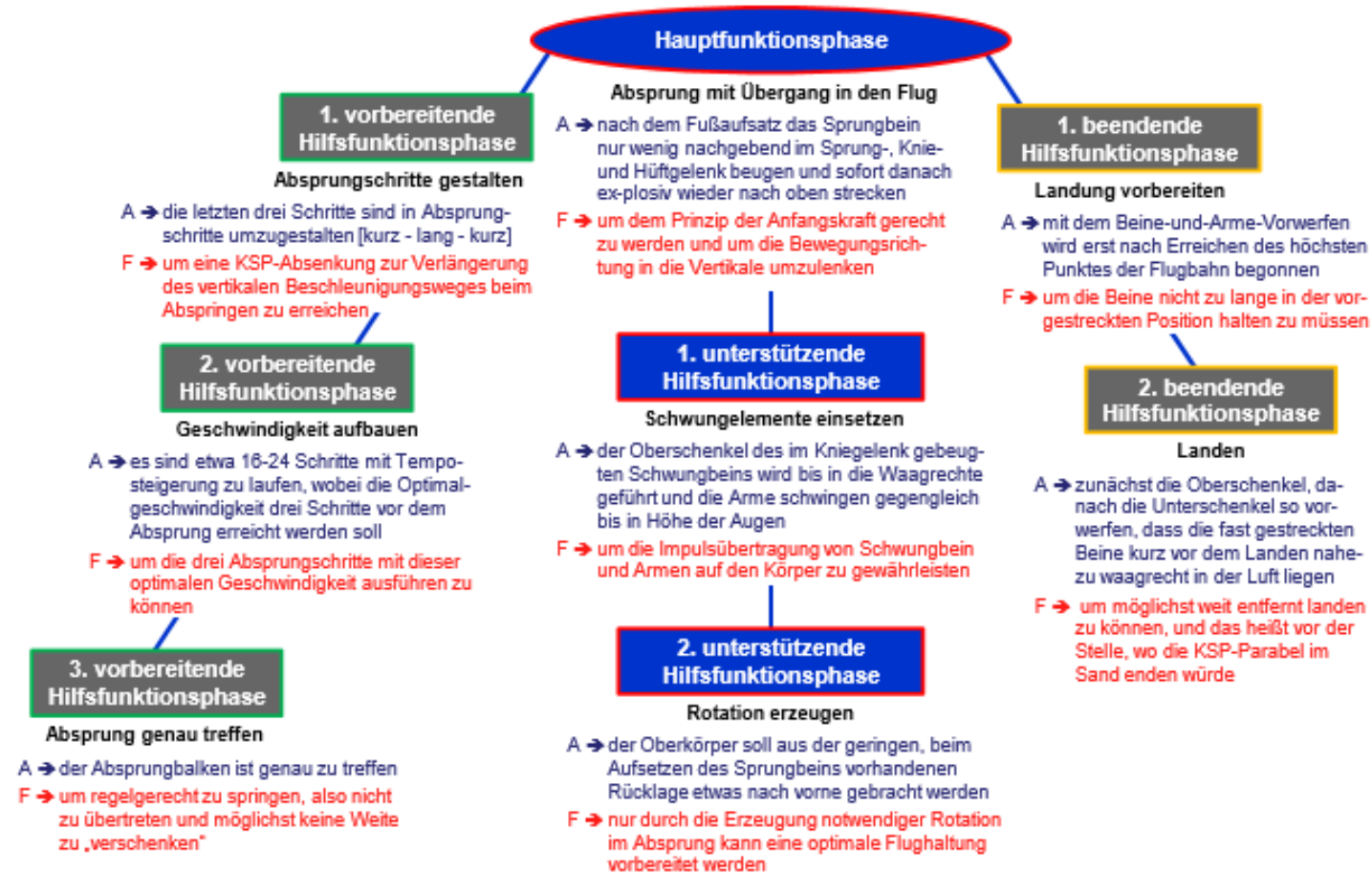


Praktische Veranschaulichung:

Beispiel: Phasenstruktur Weitsprung

Ablaufrelevante Bezugsgrundlagen

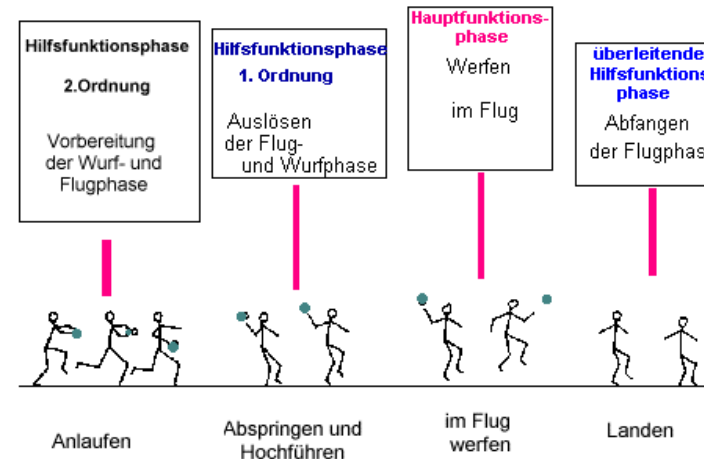
Kategorie	Leichtathletik (Weitsprung)
Ziele	Distanzmaximierung, resultat- bzw. ergebnisorientiert
Beweger	Athlet: weder Partner noch Instrument, keine Behinderung durch andere Wettkämpfer
Movendum	Athlet: aktiv sich selbst bewegend
Umgebung	Platz, Stadion, Halle, In-/Outdoor, neutrale Bedingungen Wenn variable Bedingungen : Rückenwind, Wärme (unterstützend), Gegenwind, Kälte (behindernd)
Regeln	konstitutiv: wer die größte Sprungweite erreicht, hat gewonnen regulativ einbeiniger Absprung, Absprungbalken, nach der Landung ..., Anzahl der Versuche u. a. mehr

Hierarchisches Model am Beispiel Weitsprung

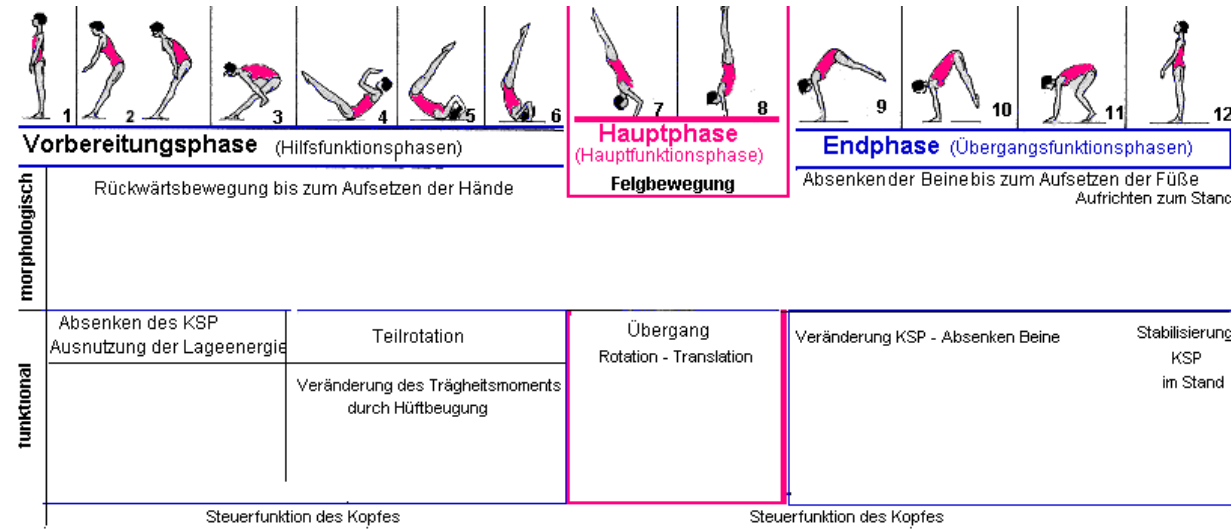
Lehrpraktische Konsequenzen

- ▶ Die Variabilität der ablaufrelevanten Bezugsgrundlagen sollte genutzt werden
- ▶ Die Übungsfolge zum Erlernen einer sportlichen Bewegung sollte mit der Hauptphase beginnen
- ▶ Ablaufrelevante Bezugsgrundlagen und funktionale Abhängigkeiten sollten Grundlage der Fehlerkorrektur darstellen

► <http://www.sportunterricht.de/lksport/fuphasen.html>



► <http://www.sportunterricht.de/lksport/fuphasen2.html>



Examensaufgaben

- Frühjahr 18 (Unterrichtsfach) - Thema 1:

Teilaufgabe 1: Beschreiben Sie die möglichen zeitlichen Strukturen einer sportlichen Bewegung!

Teilaufgabe 2: Beschreiben Sie das Funktionsphasenmodell nach Göhner!

Teilaufgabe 3: Erläutern Sie den Einsatz beider Modelle anhand eines Unterrichtsbeispiels aus dem Sportunterricht!

- Herbst 16 (Unterrichtsfach) - Thema 4:

Teilaufgabe 1: Erläutern Sie die funktionale Betrachtungsweise nach Göhner!

Teilaufgabe 2: Zeigen Sie anhand einer Sportart ihrer Wahl auf, wie die Analyse von Bewegungsaufgaben nach Göhner herangezogen werden kann, um den Lernprozess positiv zu beeinflussen!

- Herbst 15 (Unterrichtsfach) - Thema 4:

Teilaufgabe 2: Charakterisieren Sie zwei bewegungswissenschaftliche Ansätze zur Bewegungsanalyse!

Teilaufgabe 3: Stellen Sie das Vorgehen für einen der bewegungswissenschaftlichen Ansätze an einem sportpraktischen Beispiel dar!

- FJ 14 (vertieft) - Thema 2:

Teilaufgabe 1: Erläutern Sie den Unterschied zwischen einer chronologischen Phasengliederung und einer hierarchischen Phasengliederung einer sportlichen Bewegung!

Teilaufgabe 2: Verdeutlichen Sie diesen Unterschied am Beispiel des Flops!

Teilaufgabe 3: Stellen Sie auf der Grundlage jeder der beiden Phasengliederungen aus Frage 1 je eine methodische Übungsreihe zum Flop dar!

4.7. Die sensomotorischen Sequenzen

Zur **strukturellen Betrachtungsweise** gehören die eben betrachteten

- ▶ biomechanisch Grundlagen (4.4. Außensichtweise)
- ▶ zeitlichen Ablaufphasen (4.5. Außensichtweise)
- ▶ Funktionsphasen (4.6. Außensichtweise)

und die nun folgenden **sensomotorischen Sequenzen**
(4.7. Innensichtweise)

Sensomotorische Sequenzen nach Ungerer

- ▶ **sensomotorisch:** Sensorik (Rezeptoren, Sinne -> 5 Analysatoren) + Motorik (aktiver und passiver Bewegungsapparat)
- ▶ **Sequenzen** = informationstheoretischer Ansatz als Abfolge von Informationseinheiten
- ▶ ➔ **sensomotorische Sequenz:** Bewegung gliedert sich in elementare Bewegungsteile, welche durch *Entscheidungsleistungen* des Lernenden hervorgerufen werden

Sensomotorische Sequenzen nach Ungerer

- ▶ **Innensicht:** derjenige Bestandteil der Bewegung, der von zwei aufeinander folgenden Entscheidungen des Bewegers begrenzt wird (Innenperspektive: befragt oder lautes mitdenken)
- ▶ **Außensicht:** derjenige Bestandteil der Bewegung, der von räumlichen Richtungsänderungen der Bewegung begrenzt wird

Schlüsselsequenzen verbalisieren im **Basaltext** (komprimierte Beschreibung des Bewegungsablaufs): Mitteilung durch Lehrer zu Schüler, der Auswahl bzw. Entscheidung trifft durch Vergleich mit bereits vorhandenen Informationen

Sensomotorische Sequenzen nach Ungerer

- ▶ sensomotorische Sequenzen als Gliederungseinheit mit der Absicht, Bewegungsablauf in Folgebestandteile zu teilen (wie Nachrichtenübertragungen)
- ▶ Aus Bewegerperspektive bestimmt durch zwei oder mehr aufeinander folgende Entscheidungen des Bewegers (= Entscheidungsleistungen des Lernenden)

5. Bewegungskoordination

5. Bewegungskoordination

- ▶ 5.1. Sportmotorische Fähigkeiten
- ▶ 5.2. Koordinative Fähigkeiten
- ▶ 5.3. Koordinationsmodell nach Schnabel

5.1. Allgemeine sportmotorische Fähigkeiten nach Gundlach

konditionelle Fähigkeiten (energetisch)

beruhen vor allem auf **energetischen** Prozessen und mechanischen Strukturen

- ▶ seit Jahren immer gleiche Terminologie:
- **Kraft** (Maximalkraft, Schnellkraft, usw.)
- **Ausdauer** (Grundlagen-, Kurzeitdauer, usw.)
- **Schnelligkeit** (Aktions-, Frequenz-, usw.)
- **Beweglichkeit** (Gelenkigkeit, Dehnfähigkeit) umstritten, da „konditionell-*koordinativ* bedingte Fähigkeit“ bzw. passives System der Energieübertragung

koordinative Fähigkeiten (neuronal)

beruhen vor allem auf **zentralnervösen** Steuer- und Regelmechanismen

schwieriger zu erfassen z.B. möglich

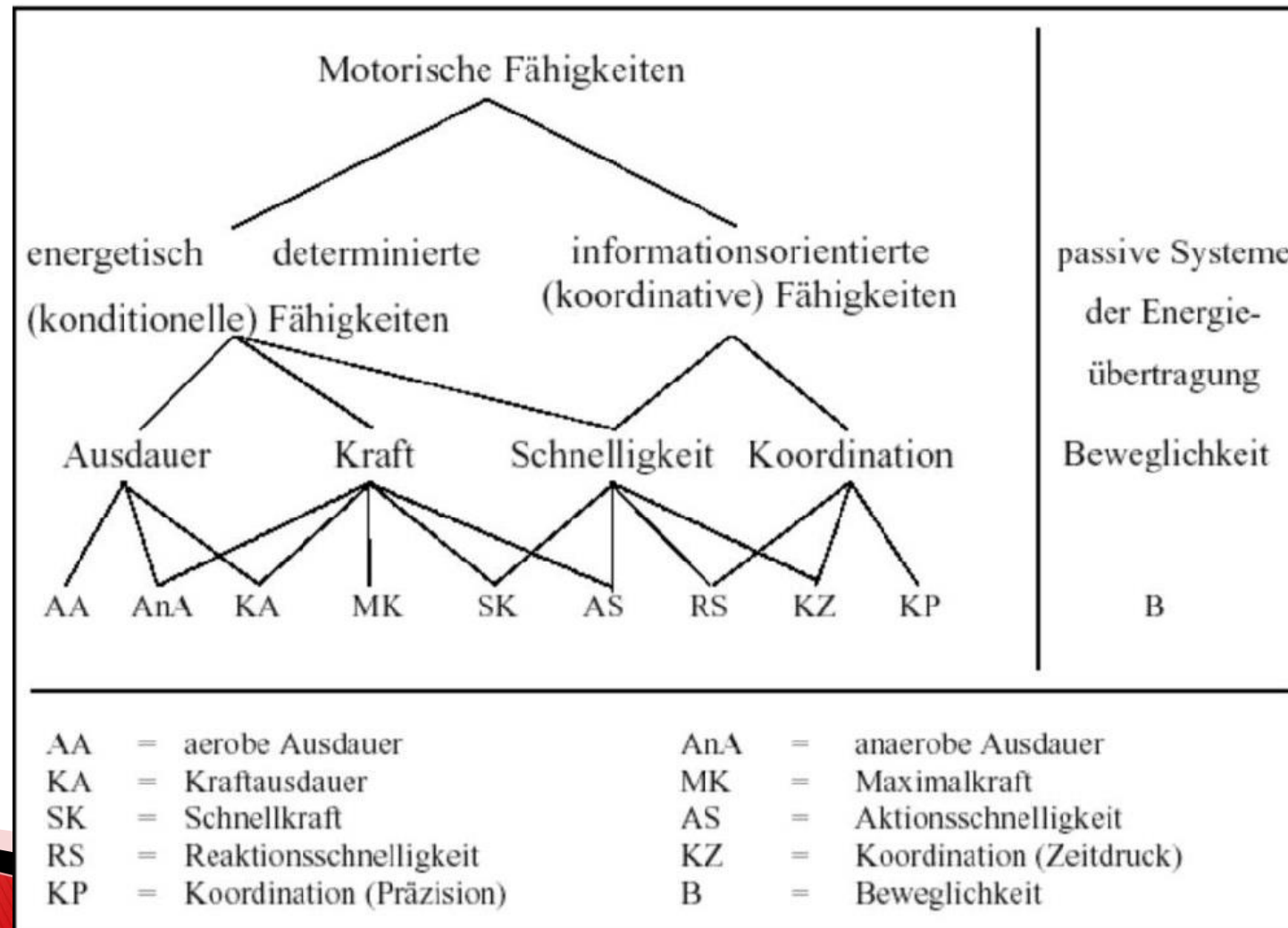
über (Leipziger Arbeitsmodell für Nachwuchsleistungssport nach Blume/Zimmermann):

- ▶ D
- ▶ O
- ▶ R
- ▶ F-ähigkeiten
- ▶ K
- ▶ R
- ▶ U
- ▶ G

siehe folgende Folie!

Überblick sportmotorische Fähigkeiten – motorische Grundeigenschaften

http://www.wehrmed.de/media/article/2018/image-1438858043_hires.jpg/ Bös, 1987 nach Bös, 2006



Einordnung

- ▶ Sportmotorischen Fähigkeiten:
Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit, Koordination, Beweglichkeit



Im sportlichen Bereich ist die Koordination definiert als das harmonische Zusammenwirken von **Rezeptoren (Sinnesorganen)**, **peripherem** und **zentralem Nervensystem (ZNS)** und der **Skelettmuskulatur** bei einer gezielten Bewegung

- ⇒ Zusammenwirken von Wahrnehmungs,- Steuerungs- und Regelungsprozessen (Analysatoren) (**nach Meinel/Schnabel**)

Ziel:

Bewegungspräzision, Bewegungsfluss, Bewegungsrhythmus und Bewegungstempo

5.2. Koordinative Fähigkeiten

Definition:

- ▶ „**Koordinative Fähigkeiten** sind Fähigkeiten, durch die Prozesse der Bewegungssteuerung und -regelung bestimmt werden. Sie befähigen den Sportler, motorische Aktionen **sicher** und **ökonomisch** zu beherrschen und sportliche Bewegungen relativ **schnell** zu **erlernen**“
- ▶ relativ verfestigte allgemeine koordinative Leistungsvoraussetzung für die Bewältigung motorischer Aufgaben (nach Meinel/Schnabel 2007)

Ursprung: Gewandtheit (von Hirtz 1964)

Die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Analysatoren bestimmt die Qualität der koordinativen Fähigkeiten entscheidend mit.

Gewandtheit (Großmotorik) = Geschicklichkeit (Feinmotorik)

Hirtz (1964): 4 Komponenten für Gewandtheit

1. Neue Bewegungsformen schnell zu beherrschen bzw. zu lernen
2. Sich schnell schwer vorhersehbaren wechselnden Bedingungen anzupassen
3. Komplizierte motorische Koordinationsakte durchzuführen
4. Motorische Aktionen in vorhersehbaren Situationen sicher und ökonomisch zu beherrschen

Acht Merkmale der Gewandtheit:

Die empirisch-analytische Betrachtungsweise der Motorik

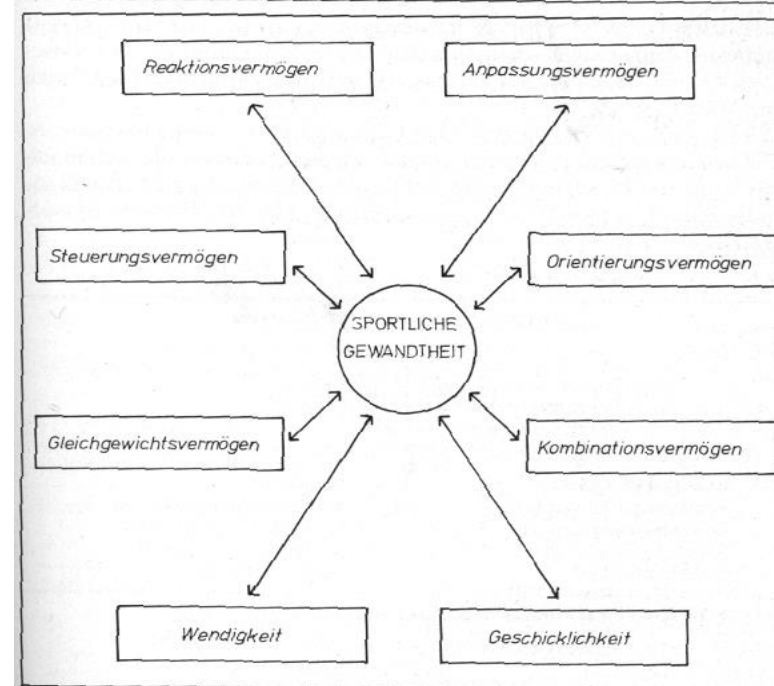


Abb. 18: Merkmale der sportlichen Gewandtheit (nach HIRTZ 1964, 730)

Andere Aufteilung „koordinative Fähigkeiten“:

- ▶ **Fleishmann (1964-78):**
(motorische) Steuerungsf., Steuerungsf. der oberen Extremitäten, Kombinationsfähigkeit, Anpassungs- und Umstellungsf., Fingergeschicklichkeit, Handgeschicklichkeit, Reaktionsschnelligkeit, schnelle räumliche Orientierung, Schnelligkeit der Fingerbewegungen, Schnelligkeit der Armbewegungen
- ▶ **Hirtz (1979):** schulsportrelevante KoF
 - kinästhetische Differenzierungsf.,
 - räumliche Orientierungsf.,
 - Gleichgewichtsf.,
 - komplexe Reaktionsf.,
 - Rhythmusf.
- ▶ **Roth (1982 und 1999):**
 - schnelle motorische Steuerung,
 - schnelle motorische Anpassung/Umstellung, - präzise motorische Steuerung,
 - präzise motorische Anpassung/Umstellung

Allgemeine und spezielle koordinative Fähigkeiten

- ▶ *Allgemeine F.:* ergeben sich aus einer vielfältigen Bewegungsschulung in verschiedenen Sportarten
- ▶ *Spezielle F.:* im Rahmen einer entsprechenden Wettkampfdisziplin ausgebildet -> ausgeprägtes Variationsvermögen der entsprechenden Techniken

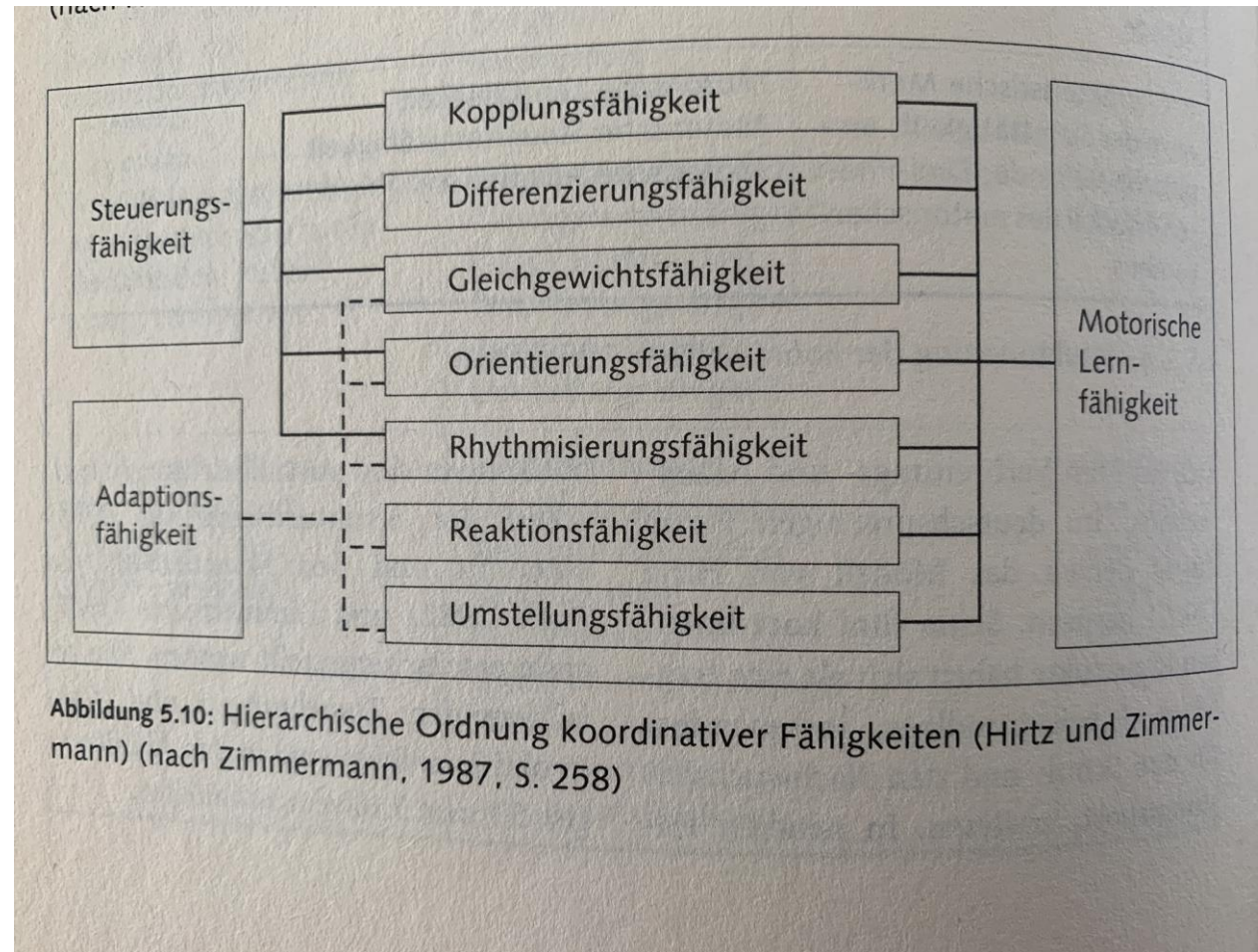
Gegenüberstellung Hirtz und Zimmermann/Blume

- ▶ kinästhetische Differenzierungsf.
- ▶ räumliche Orientierungsf.
- ▶ komplexe Reaktionsf.
- ▶ Gleichgewichtsf.
- ▶ Rhythmusf.
- ▶ Differenzierungsfähigkeit
- ▶ Orientierungsfähigkeit
- ▶ Reaktionsfähigkeit
- ▶ Gleichgewichtsfähigkeit
- ▶ Rhythmisierungsfähigkeit
- ▶ Umstellungs-/Anpassungsfähigkeit
- ▶ Kopplungsfähigkeit

Hirtz (1979):
Schulsportrelevanz

Zimmermann (1987) und Blume:
Leistungssportrelevanz

Modell nach Blume und Zimmermann



Koordinative Fähigkeiten nach Zimmermann 1987 und Blume (Arbeitsmodell der Leipziger Koordinationsforscher für den Nachwuchsleistungssport)

kinästhetische Differenzierungsfähigkeit	Fähigkeit zum Erreichen einer hohen Feinabstimmung einzelner Bewegungsphasen und Teilkörperbewegungen, die in großer Bewegungsgenauigkeit und Bewegungsökonomie zum Ausdruck kommt
Reaktionsfähigkeit	Fähigkeit zur schnellen Einleitung und Ausführung zweckmäßiger motorischer Aktionen auf Signale.
Kopplungsfähigkeit	Fähigkeit, Teilkörperbewegungen bzgl. eines bestimmten Handlungsziels räumlich, zeitlich und dynamisch aufeinander abzustimmen
Orientierungsfähigkeit	Fähigkeit zur Bestimmung und zielangepassten Veränderung der Lage und Bewegung des Körpers im Raum
Gleichgewichtsfähigkeit	Fähigkeit, den gesamten Körper im Gleichgewichtszustand zu halten oder während und nach umfangreichen Körperverschiebungen diesen Zustand beizubehalten oder wiederherzustellen.
Umstellungsfähigkeit	Fähigkeit während des Handlungsvollzugs das Handlungsprogramm veränderten Umgebungsbedingungen anzupassen oder evtl. ein völlig neues und adäquates Handlungsprogramm zu starten
Rhythmisierungsfähigkeit	Fähigkeit einen von außen vorgegebenen Rhythmus zu erfassen und motorisch umzusetzen. Außerdem die Fähigkeit einen verinnerlichten Rhythmus einer Bewegung in der eigenen Bewegungstätigkeit zu realisieren.

Koordination

- ▶ Differenzierungsfähigkeit
- ▶ Orientierungsfähigkeit
- ▶ Reaktionsfähigkeit
- ▶ Rythmisierungsfähigkeit
- ▶ Gleichgewichtsfähigkeit

+

- ▶ Kopplungsfähigkeit
- ▶ Umstellungsfähigkeit

- ▶ Zeitdruck
- ▶ Präzisionsdruck
- ▶ Komplexitätsdruck
- ▶ Organisationsdruck
- ▶ Belastungsdruck
- ▶ Variabilitätsdruck

Nach Hirtz, Blume

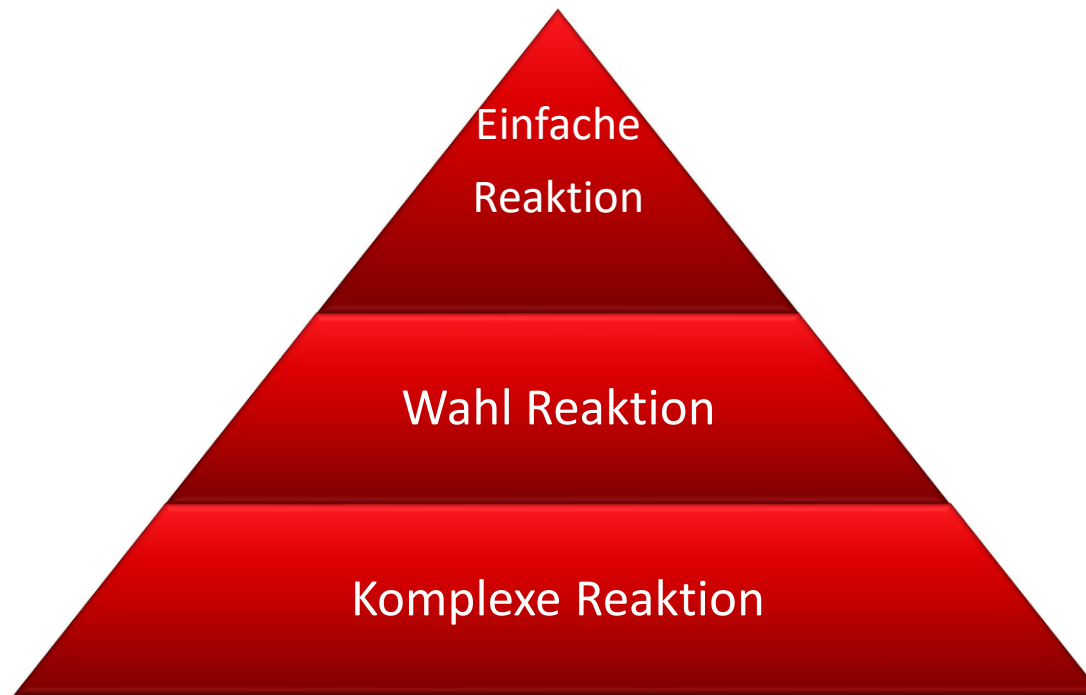
Nach Roth

Koordinative Fähigkeiten

nach Hirtz, Zimmermann, Blume

Reaktionsfähigkeit

„... ist das Vermögen zur schnellen Einleitung und Ausführung kurzzeitiger, ganzkörperlicher motorischer Aktionen auf mehr oder weniger komplizierte Signale.“



Umstellungsfähigkeit

„... ist das Vermögen während des Handlungsvollzugs auf der Grundlage wahrgenommener oder vorauszusehender Situationsveränderungen (u. a. durch Gegner, Mitspieler, Ball, äußere Einflüsse) das Handlungsprogramm schnell und genau anzupassen bzw. zu verändern und motorisch umzusetzen.“



- ▶ Anpassung an veränderte Situation, während Bewegungsausführung
- ▶ Situation: Erwartete vs unerwartete Veränderung
- ▶ Bewegung: beobachtbare vs unbeobachtbare Veränderung

Orientierungsfähigkeit

„... ist das Vermögen zur Bestimmung und zieladäquaten (genauen) Veränderungen der Lage und Bewegung des Körpers als Ganzes in Raum und Zeit, bezogen auf ein definiertes Aktionsfeld (z. B. Spielfeld, Boxring, Turngeräte) und/oder ein sich bewegendes Objekt (z. B. Ball, Gegner, Partner).“

visuell

Akustisch

Taktil

Kinästhetisch

vestibulär



Differenzierungsfähigkeit

„... ist das Vermögen zur differenzierten und präzisierten Feinabstimmung einzelner Bewegungsphasen und Teilkörperbewegungen, das in großer Bewegungsgenauigkeit und Bewegungsökonomie zum Ausdruck kommt.“

Kinästhetischer
Analysator

Zielgerichtete
Bewegungsabstimmung



Kopplungsfähigkeit

„... ist das Vermögen, Teilkörperbewegungen (beispielsweise Teilbewegungen der Extremitäten, des Rumpfs und des Kopfs) untereinander und in Beziehung zu der auf ein bestimmtes Handlungsziel gerichteten Gesamtkörperbewegung räumlich, zeitlich und dynamisch genau aufeinander abzustimmen.“

- ▶ Biomechanik
- ▶ Sukzessiv vs. Simultan



Gleichgewichtsfähigkeit

„... ist das Vermögen, den Körper im Gleichgewichtszustand zu halten oder während und nach umfangreichen Körperverschiebungen diesen Zustand beizubehalten bzw. wieder herzustellen.“

- ▶ Stabiles vs dynamisches Gleichgewicht
- ▶ Gleichgewicht von Objekten
- ▶ Große Rolle: Kinästhetischer Analysator und Vestibularapparat



Rhythmisierungsfähigkeit

„... ist das Vermögen, einen von außen vorgegebenen oder im Bewegungsablauf enthaltenen Rhythmus (zeitlich-dynamische Gliederung) zu erfassen und motorisch genau zu reproduzieren.“

- ▶ Anpassung an Rhythmus
-> Melodie, Partner/Gegner, Ball



Koordinative Fähigkeiten

nach Roth



Koordination unter Zeitdruck



Koordination unter Präzisionsdruck

-> Alle Weiteren Druckbedingungen ordnen sich dieser Klassifikation unter

Zeitdruck

*„= Koordinative
Aufgabenstellungen, bei denen es
auf Zeitminimierung bzw.
Geschwindigkeitsmaximierung
ankommt.“*

- ▶ Bsp.: Sprintstart, Skirennlauf
- ▶ Laufschiule: Kleine Spiele,
Slalomläufe



Präzisionsdruck

*„= Koordinative
Aufgabenstellungen, bei denen es
auf höchstmögliche Genauigkeit
ankommt.“*



- ▶ Bsp.: Tennisaufschlag, Freiwurf, Curling
- ▶ Lauschule: Linienlauf, Balancieren



Komplexitätsdruck

„= Koordinative Aufgabenstellungen, bei denen es auf eine Bewältigung vieler hintereinander geschalteter (sukzessiver) Anforderungen ankommt.“

- ▶ Bsp.: Bodenturnen, Tanz
- ▶ Lauschule: Sukzessive Kombinationen mit Armen etc.



Organisationsdruck

*„= Koordinative
Aufgabenstellungen, bei denen es
auf eine Bewältigung vieler
gleichzeitiger (simultaner)
Anforderungen ankommt.“*

- ▶ Bsp. Life Kinetik
- ▶ Lauschule: Laufen gekoppelt mit Armkreisen
- ▶ Ähnlich Kopplungsfähigkeit



Belastungsdruck

„= Koordinative Aufgabenstellungen, bei denen es auf die Bewältigung von Anforderungen unter physisch-konditionellen oder psychischen Beanspruchungsbedingungen ankommt.“

- ▶ Bsp. Wettkampfsport (Kampfgeist)
- ▶ Laufschiule: Laufen nach konditionellen oder koordinativen Vorbelastungen



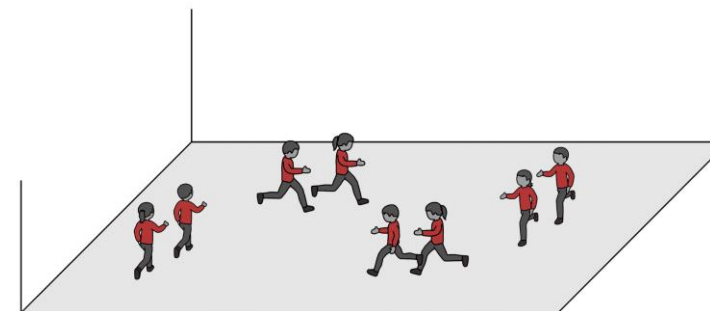
Variabilitätsdruck

*„= Koordinative
Aufgabenstellungen, bei denen es
auf die Bewältigung von
Anforderungen unter
wechselnden Umgebungs-
/Situationsbedingungen
ankommt.“*



- ▶ Bsp. Fang-Spiele
- ▶ Laufschiule: Schattenläufe, Anpassung d. Lauf-tempos
- ▶ Ähnlich Umstellungsfähigkeit

LAUFSPIEL
SCHATTENLAUF



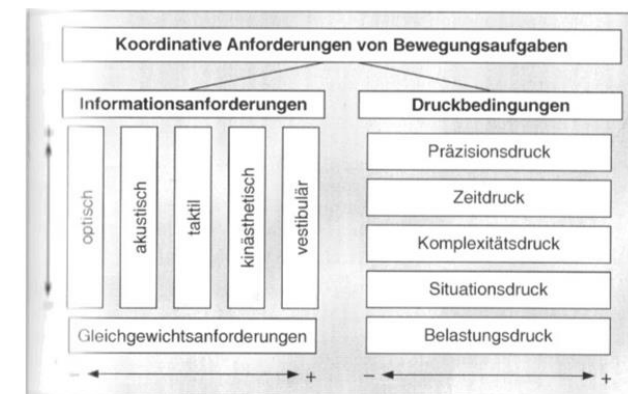
Fazit

- ▶ Konzepte überschneiden sich
- ▶ Zielsetzungen gleich
- ▶ Ansätze Roths fortgeschritteneres Niveau (Training)
- ▶ Anwendungsbereich von Hirtz größer (Kinderschulung, Erlernen)
- ▶ Grundlage von Leistung
- ▶ Verwendung bei sportmotorischen Leistungstests (Münchener-Fitness-Test, Dordel-Koch-Test)
- ▶ Mobilesport.ch

Strukturmodell zu koordinativen Anforderungskategorien – nach Neumaier und Mechling (1995)

- Die Analyse der koordinativen Anforderungen und Schwierigkeitsgrade einer Bewegungsaufgabe ergibt die Gesamtkonstellation der Reglerstellung des KAR das koordinative Anforderungsprofil.

Informationsanforderungen	Druckbedingungen
<ul style="list-style-type: none"> o = optisch a = akustisch t = taktil k = kinästhetisch v = vestibulär G = Gleichgewichtsanforderung 	<ul style="list-style-type: none"> P = Präzisionsdruck Z = Zeitdruck K_1 = Simultankoordination K_2 = <u>Sukzessivkoordination</u> K_3 = Muskelauswahl S_1 = Situationsvariabilität S_2 = Situationskomplexität B_1 = physisch-konditionelle Belastung B_2 = psychische Beanspruchung

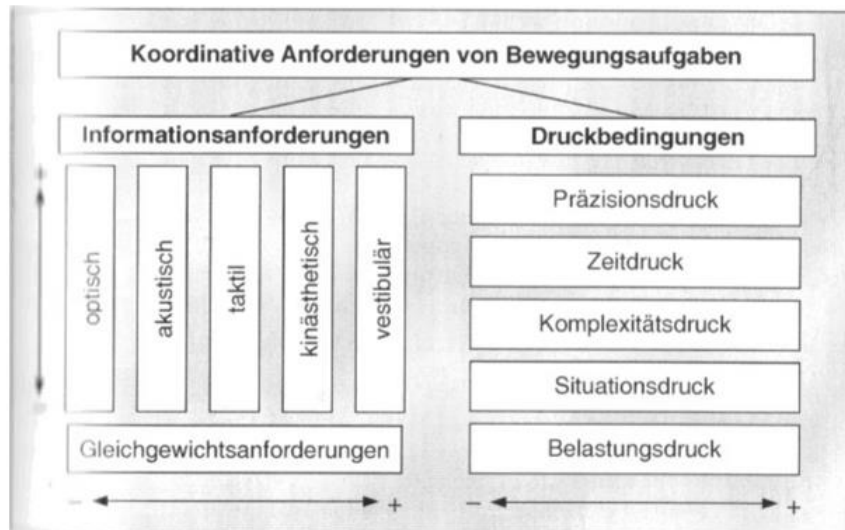


Koordinativer Anforderungsregler (KAR) nach Neumaier/Mechling 1994/2009 (1994/2009):

Informationsanforderungen:

- ▶ optisch, akustisch, taktil, kinästhetisch, vestibulär, Gleichgewichtsansforderungen

Feststellung der Bewegungsaufgabe mit
Analysatoren in Form von Sinnesorganen

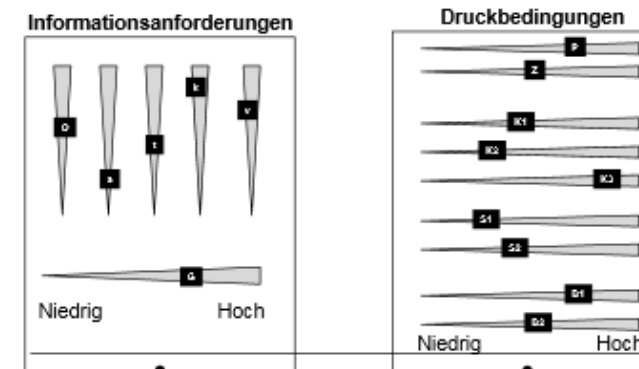


Druckbedingungen:

- ▶ Präzisions-, Zeit-, Komplexitäts-(simultan, sukzessiv, Muskelauswahl), Situations-(Variabilität, Komplexität) und Belastungsdruck (physich-konditionell, psychisch)

Differenzierte Einschätzung des koordinativen Schwierigkeitsgrades von Bewegungsaufgaben

Der Koordinations-Anforderungs-Regler



Sinnesorgan bzw. Analysatoren

- Der visuelle/optische Analysator: sehen
- Der akustische Analysator: hören
- Der taktile Analysator: fühlen/tasten
- Der kinästhetische Analysator: spüren (fühlen im Körper)
- Der vestibuläre Analysator: Gleichgewicht bezogen auf Translation, Rotation, Lage

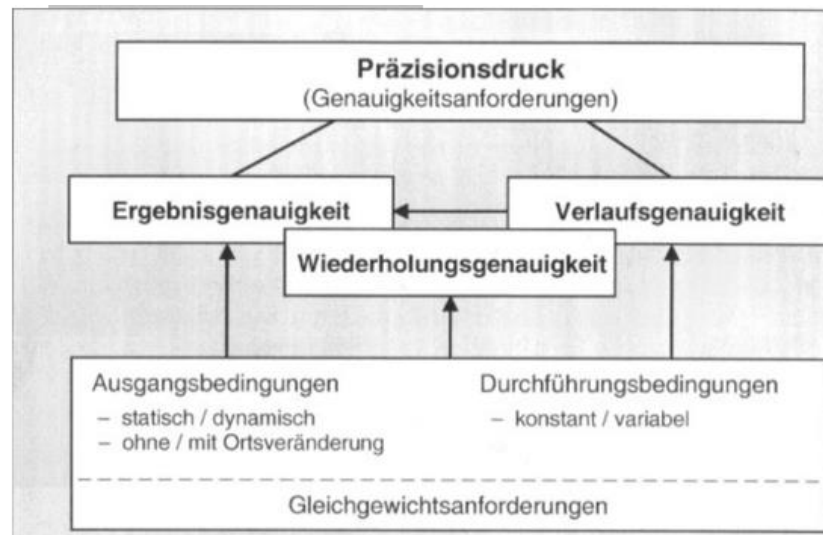
Besondere Rolle: Gleichgewicht

- Gleichgewichtsregulation in allen Situationen gefordert
- Gleichgewichtsanforderung verändert Schwierigkeitsgrad der Bewegungsaufgabe entscheidend
- Grundlegende Bedeutung des Gleichgewichts → eigene Anforderungskategorie
- Verbindung aus Gleichgewichtskontrolle, Haltung und Bewegung

Präzisionsdruck

(Genauigkeitsanforderungen)

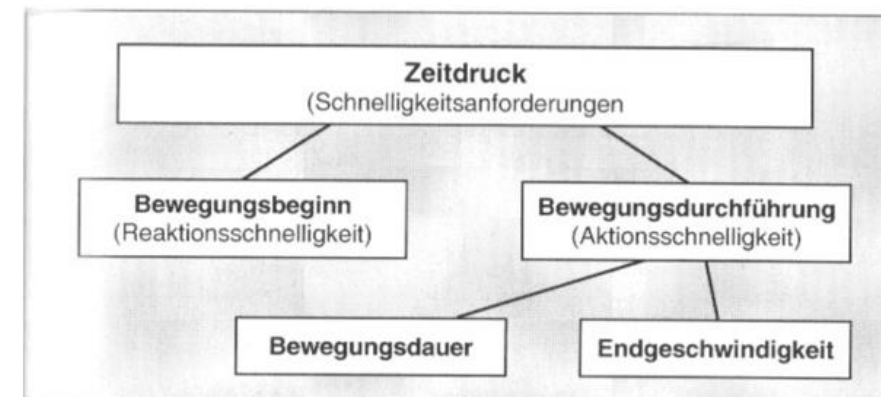
- „präzise Kontrolle von Bewegungen“



Zeitdruck

(Schnelligkeitsanforderungen)

- Besondere Abhängigkeit: Bewegungsgeschwindigkeit und Bewegungspräzision
 - ➔ Suche der optimalen Geschwindigkeit
- Einfluss des Leistungsniveaus und der Bewegungsaufgabe
- Einfluss auf Reaktionsgeschwindigkeit:
 - Informationsanforderung (optisch, akustisch, usw.)
 - Situationskomplexität (Anzahl der Signale)
 - Komplexität der Bewegungsantwort (fein-/großmotorisch)



Komplexitätsdruck

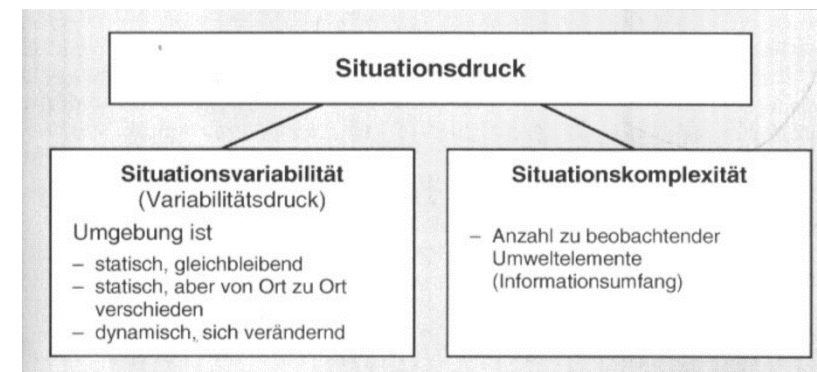
- Nicht immer Reduzierung der Koordinationsschwierigkeit bei Verringerung der Anzahl zu realisierenden Bewegungsteile
- Großmotorische Koordination: Gewandtheit
- Feinmotorische Koordination: Geschicklichkeit



Situationsdruck

(Umgebungs- und Umweltanforderungen)

- Meist starke Wechselwirkung mit Zeitdruck
- Druck zur Anpassung und Umstellung der Bewegung
- Komplexer in Mannschaftssportarten



Belastungsdruck

- Belastung: äußere, objektiv feststellbare Anforderungen
- Beanspruchung: subjektiv empfundene, individuell wirkende Belastung
- Zusammenspiel von konditionelle und koordinativen Prozessen entscheidend
 - Ermöglicht eine optimale Energiebereitstellung und -ausschöpfung
- Kraftbeanspruchung:
 - Bewegungskoordination nur optimal, wenn aufgabenspezifische Kraftbeanspruchung entwickelt wird
- Ausdauerbeanspruchung/Ermüdung
 - „ermüdungsresistente“ Bewegungskoordination nur durch Training unter Ermüdungsbedingungen zu erreichen
- Psychische Beanspruchung
 - Psychisch stabile und stressresistente Bewegungskoordination nur durch psychisch beanspruchenden Training zu erreichen



5.3. Das Koordinations-Modell von Schnabel als typisches „closed-loop-Modell“

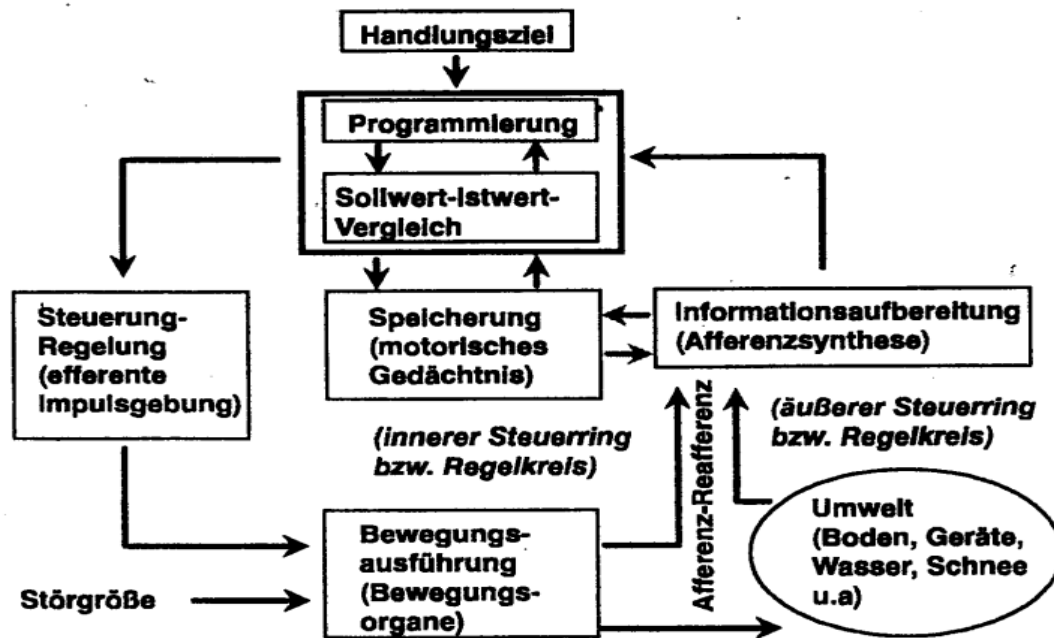
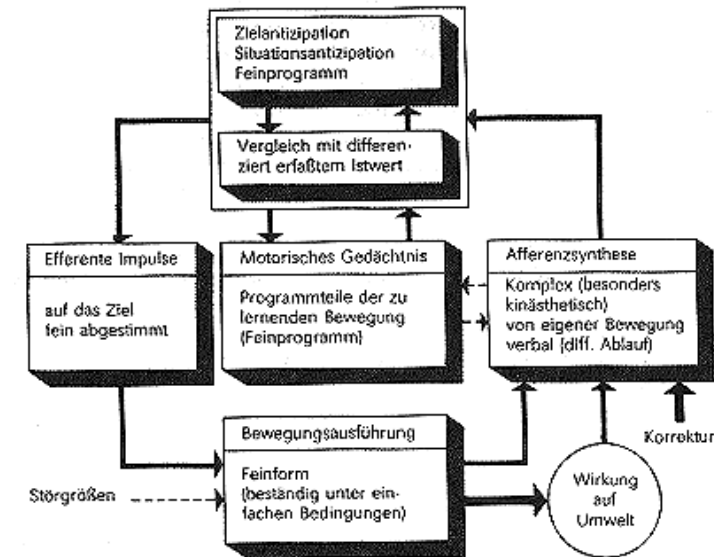


Abb. 7: Vereinfachtes Modell der Bewegungskoordination nach SCHNABEL (1987 a, 59).



Examensaufgaben

▶ **H 17 (vertieft) – Thema 2:**

Teilaufgabe 1: Definieren Sie den Begriff „Koordinative Fähigkeiten“!

Teilaufgabe 3: Erläutern Sie das Modell der koordinativen Anforderungsregler von Bewegungsaufgaben!

▶ **H 16 (Unterrichtsfach) – Thema 3:**

Teilaufgabe 1: Beschreiben und strukturieren Sie die sportmotorischen Fähigkeiten!

Teilaufgabe 2: Beschreiben Sie das klassische Konzept der koordinativen Fähigkeiten in der Bewegungslehre und erläutern Sie die inhaltlichen Überschneidungen zwischen koordinativen Fähigkeiten anhand von drei Beispielen!

Teilaufgabe 3: Stellen Sie für drei koordinative Fähigkeiten dar, wie Sie diese im Sportunterricht praktisch erfahrbar machen können!

▶ **H 15 (vertieft) – Thema 3:**

Teilaufgabe 1: Stellen Sie die historische Entwicklung des Koordinationsbegriffs von der Gewandtheit bis zur heute aktuellen Modellen der Koordination dar!

Teilaufgabe 2: Nehmen Sie kritisch zur sportartbezogenen Transferproblematik am Beispiel „Gleichgewicht“ Stellung!

Teilaufgabe 3: Entwickeln Sie eine Unterrichtseinheit zur Verbesserung der Koordination nach Neumaier/Mechling im Sportunterricht der Schule!

▶ **H 14 (Unterrichtsfach) – Thema 3:**

Teilaufgabe 1: Erläutern Sie den Begriff „sportmotorische Fähigkeit“!

Teilaufgabe 2: Beschreiben Sie die koordinativen Fähigkeiten nach Hirtz!

Teilaufgabe 3: Erläutern Sie die Kritik an der Strukturierung der koordinativen Fähigkeiten nach Hirtz am Beispiel einer koordinativen Fähigkeit!

Teilaufgabe 4: Entwerfen und begründen Sie drei Übungsbeispiele für die Koordinationsschulung im Sportunterricht unter Berücksichtigung von Informationsanforderungen und Druckbedingungen!

6. Sportmotorik

6. Sportmotorik

- ▶ 6.1. Physiologische Grundlagen mit Sensorik
- ▶ 6.2. Motorische Systeme
- ▶ 6.3. Theoretische Ansätze der Motorik - motorische Kontrolle

6.1. Physiologische Grundlagen

- ▶ **Sensorische Systeme** (= Analysatoren):
haben die Funktion, Informationen über körperäußere und körperinnere Prozesse - sowie Relationen des Körpers zur Umwelt - aufzunehmen und in unterschiedlichen Instanzen zu verarbeiten
- ▶ **Motorische Systeme:**
haben die Funktion, Bewegungen des Körpers zu starten, auszuführen, die Ausführung zu überwachen, das Ergebnis zu bewerten und die Ausführungsvorschriften dieser Prozesse zu speichern
- ▶ Sensorische und motorische Prozesse sind untrennbar miteinander verbunden!

Sensorik = Wahrnehmung

- ▶ Prozess des Auftreffens und bewussten Aufnehmens von Informationen
- ▶ Die Wahrnehmung kann auf visuellen, verbalen, taktilen, kinästhetischen oder vestibulären Informationszuflüssen beruhen

Sensorik = Gesamtbereich der sinnlichen Informationsaufnahme und-verarbeitung:

- ▶ **Informationsaufnahme & -umkodierung: Analysatoren**

(*Informationsweiterleitung* über afferente (= zum Zentralnervensystem hinführende) Nervenbahnen)

- ▶ *Informationsverarbeitung* in sensorischen Zentren in verschiedenen Hirngebieten (ZNS) => Verarbeitung = Lernen im Sport

(*Informationsweiterleitung* über efferente Bahnen)

- ▶ *Informationsumsetzung* (Koordination): u.a. neuromuskuläre Aspekte, spezifische Rezeptoren/Sensoren (Sinnesorgane, die Informationen aufnehmen) => Reize werden aufgenommen und umgewandelt

Wichtige Begriffe

- ▶ **Afferenz:** Informationsaufnahme und Informationsweiterleitung an das ZNS
- ▶ **Afferenzsynthese** Auswahl der Reize und vergleichende Aufbereitung der aufgenommenen Sinnesreize (=„Bild“ über den augenblicklichen Zustand der Umwelt, des Körpers bzw. der eigenen Bewegung)
- ▶ **Situationsafferenz (Umgebungsafferenzen):** Analyse der Ausgangssituation
- ▶ **Anlassafferenz:** auslösende Afferenzen vor Beginn der Handlung
- ▶ => Afferenzsynthese: (vier Formen: Motivationserregung, Situations- und auslösende Afferenz, sowie Ausnutzung des Gedächtnisapparats) ist um so komplizierter, je mehr Anlass- und Situationsafferenzen zu berücksichtigen sind
- ▶ **Reafferenz:** Afferenzen, die dem Soll-Ist-Wert-Vergleich unterzogen sind (rückgekoppelte Informationen)= gibt Auskunft über den Verlauf & Ergebnis der Bewegung
- ▶ **Efferenz:** von höheren Hirnzentren gesendete Instruktionen an bewegungsausführende Muskulatur

Warum ist Sensorik wichtig?

Je mehr ein Sportler in der Lage ist, seine eigene Bewegung sowie die Umweltsituation analysatorisch zu erfassen, desto besser wird er sich auf veränderte Gegebenheiten einstellen und die Bewegungsaufgaben im Rahmen seiner individuellen Möglichkeiten motorisch lösen können.

→ Entscheidend für die Bewegungskoordination!

- ▶ Eine Bewegungssteuerung ist nur möglich, wenn das Zentralnervensystem (ZNS) vor und während der Bewegung **Informationen** erhält.
- ▶ Informationen erhält das ZNS über die **Analysatoren**
- ▶ Die Bedeutung der einzelnen Analysatoren kann dabei von Sportart zu Sportart stark differieren.

Analysatoren

In der sportlichen Praxis ist es unbedingt von Nöten zu wissen, welche Sinne an der motorischen Afferenz und Reafferenz beteiligt sind.

Diese Sinne nennt man Analysatoren.

Dies sind Teilsysteme der Sensorik, die Informationen auf Grundlage von Signalen empfangen, umcodieren, weiterleiten und aufbereitet verarbeiten.

Bestandteile: spezifische Rezeptoren, afferente Nervenbahnen und sensorische Zentren

Unterteilung der Analysatoren

„Fernsinne“: äußerer Regelkreis

- optisches/visuelle Sinnessystem – sehen
- akustisches Sinnessystem – hören
- taktils Sinnessystem – tasten

⇒ Exterorezeptoren

⇒ äußere Regelkreis:
Informationsweg
auch/überwiegend von
außen/außerhalb

„Nahsinne“: innerer Regelkreis

- kinästhetisches Sinnessystem
- vestibuläres Sinnessystem

⇒ Propriozeption

⇒ innerer Regelkreis:
Informationsweg ausschließlich
innerhalb des Organismus

Der visuelle Analysator = „Gesichtssinn“

Beim Erlernen von Bewegungen spielt der visuelle Analysator eine wichtige Rolle, weil erst auf seiner Grundlage ein Vormachen als Bewegungsinformation möglich ist.

Distanz- oder Telerezeptoren: können Signale empfangen, deren „Sender“ nicht unmittelbar mit dem Rezeptor in Berührung kommen

→ Lichtwellen als Übertragungskanal zwischengeschaltet:
Informationen über eigene, selbst vollzogene Bewegungsakte und ebenso über Bewegungsvollzüge anderer Menschen

Der visuelle Analysator – das Auge

Visuelle Information zur eigenen Bewegung:

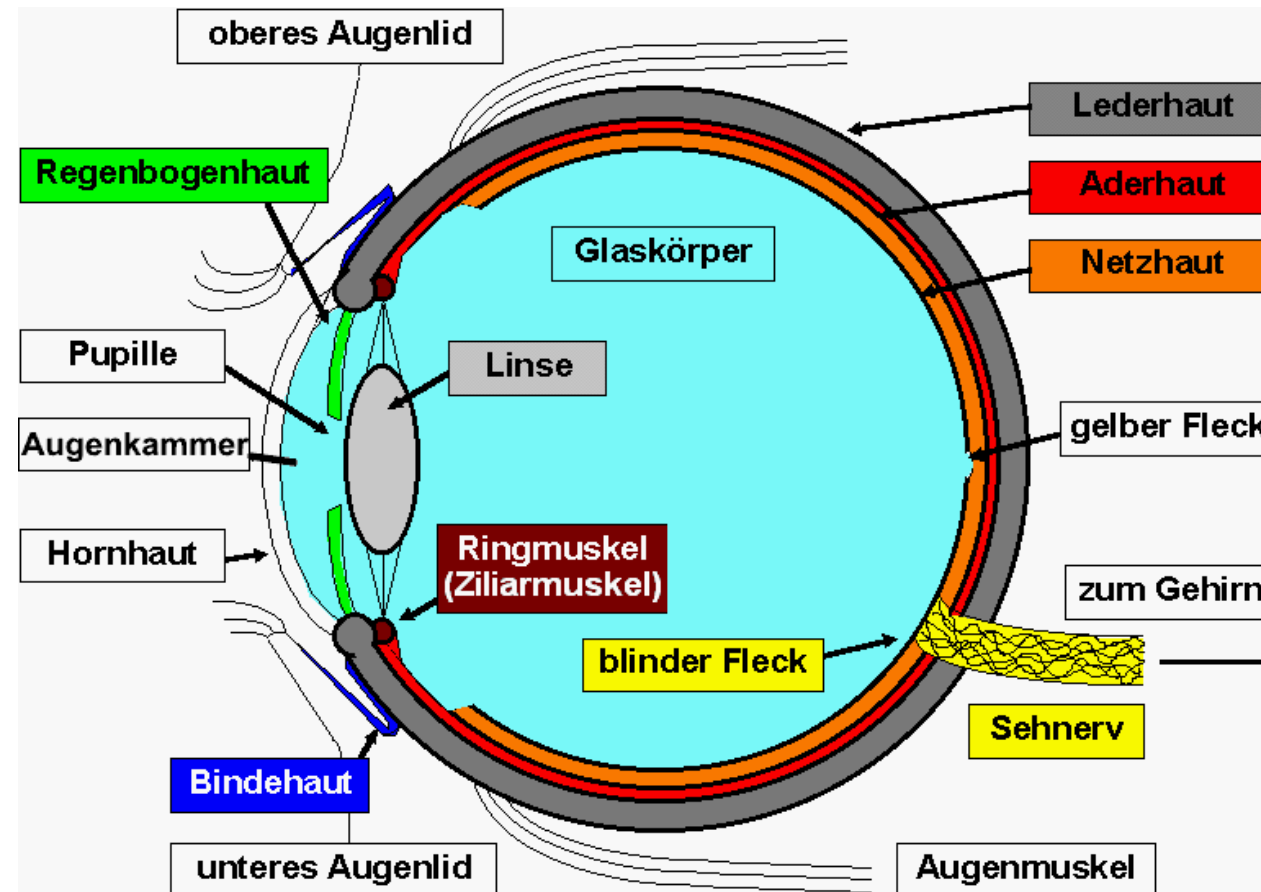
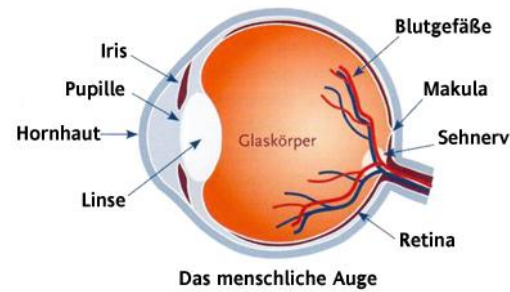
- direkte Information über Ausgangsstellung und Bewegungsvollzug nur teilweise möglich wegen begrenztem Sichtkreis!
- Arme, Hände und Füße unter direkter optischer Kontrolle
- Indirekte Information: Stellungsveränderung im Verhältnis zur Umwelt

Bewegungsvorgänge außerhalb der eigenen Bewegungstätigkeit:

Situationsänderungen beeinflussen eigenes Bewegungsverhalten

Der visuelle Analysator - Anatomie

<http://nibis.ni.schule.de/~ursula/Physik/Optik/Auge.htm>



Der visuelle Analysator – das Sehen

- ▶ **zentrales (direktes) Sehen:** Sehschärfe durch Akkomodation (= Anpassung der Linsenkrümmung)
→ zentrales, scharfes sehen
- ▶ **Peripheres (indirektes) Sehen:** Wahrnehmung an den Randzonen der Retina (Netzhaut), Sehschärfe geringer, aber höhere Empfindlichkeit für Hell-Dunkel-Sehen; unscharf → ständige Information über Konstellation Körper-Umwelt, Situationsfaktoren (-afferenz, Umgebungsbedingungen)
- ▶ **Räumliches Sehen:** ca. 10m; Mechanismus der Querdisparation dient der Entfernungsberechnung
- ▶ **Farbsehen/ Hell-Dunkel-Sehen:** drei Arten von 6 Millionen Zapfen, die Licht in Nervenimpulse umwandeln (Farb- und Tagessehen); 120 Millionen Stäbchenzellen dienen dem Hell-Dunkel-Sehen
- ▶ **Formen sehen**
- ▶ **Statisches und dynamisches Sehen:** ruhende Objekte – Objekte mit hoher Geschwindigkeit

Bewegungen des Auges

- ▶ **a) Fixationen:**
Scharfes Sehen (zentrales Sehen), Identifikation, Detailwahrnehmung
- ▶ **b) Saccaden:**
schnelle bewegte Objekte werden “eingefangen” ohne scharfes Sehen oder Identifikation
- ▶ **c) Folgebewegungen:**
Scharf sehen des langsam bewegten Objekts
- ▶ **d) Vergenz:**
beide Augen richtet sich auf das anvisierte Objekt
 - Konvergenzbewegung: Schnittpunkt rückt in die Nähe (nahe Gegenstände)
 - Divergenzbewegung: Schnittpunkt rückt in die Ferne
- ▶ **e) Akkomodation:**
Fähigkeit des Auges, sich auf unterschiedliche Entfernungen anzupassen.

Fazit

- ▶ Für die meisten Menschen der wichtigste „Sinn“
- ▶ Optisch und vestibulär: Raumorientierung
- ▶ Optisch und kinästhetisch: gespeicherte Bewegungserfahrungen mit übernommen

2. Der akustische Analysatoren - „Gehörsinn“

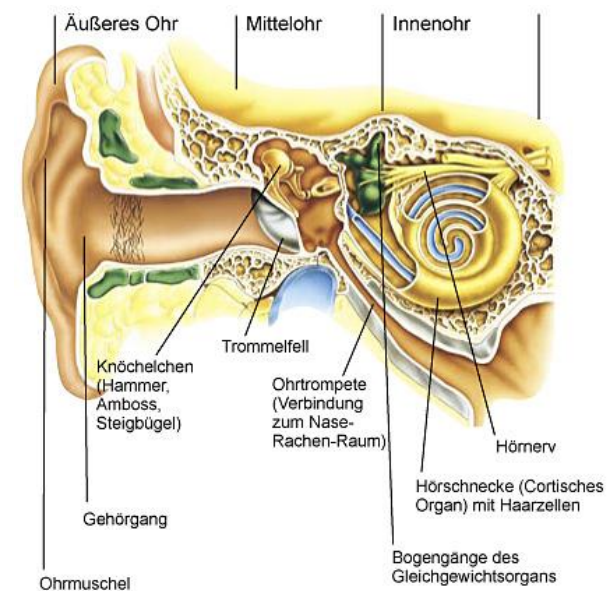
Distanz- und Telerezeptor, da „Sender“ nicht in unmittelbarer Nähe

Schallwellen als Übertragungskanal zwischengeschaltet:

Luftschwingungen werden in Bewegungen des Trommelfells, der Gehörknöchelchen und diese in Flüssigkeitsschwingungen umgewandelt. Diese erregen die Sinneszellen. Umwandlung in Nervenimpulse, die über die polyneurone Hörbahn zum Cortex geleitet werden.

http://de.planetschulesinne.wikia.com/wiki/Das_Ohr

Schall (Reiz) → äußere Ohr →
Trommelfell → Gehörknöchelchen
(Hammer, Ambos, Steigbügel) →
Schallenergie an Innenohr (Schnecke)
Erregung Nervenzellen und Umwandlung
in Nervenimpulse → ans ZNS



Ohr – Rezeptor des akustischen Analysators

- ▶ Bedeutende Rolle bei Aufnahme und Übermittlung dynamisch unterstützender Impulse und verbaler Informationen
- ▶ Sprache: Das gesprochene Wort beschreibt und erklärt!
- ▶ Informationsgehalt relativ begrenzt
- ▶ relevante Information für Bewegungskoordination
- ▶ Aber auch bewegungsbegleitende Geräusche helfen uns zu interpretieren.

Fazit

- ▶ Vom Sportler werden im Bewegungsvollzug auch akustische Signale aufgenommen. Im Allgemeinen spielt aber dieser Analysator eine untergeordnete Rolle, weil der Informationsgehalt der bei einer Bewegung aufgenommenen akustischen Signale relativ begrenzt ist.
- ▶ Bedeutsam ist bei einer Reihe von Ballspielen das akustische Signal des gespielten Balles. Offensichtlich sind hier mit den akustischen Signalen auch Informationen über die Dynamik (& Bewegungsrichtung) des Balls verbunden.

3. Der taktile Analysatoren = „Tastsinn“

- ▶ nach ANANJEW: Teil des Hautanalysators, der mechanische Reize aufnimmt (ohne Schmerz- und Temperaturrezeptoren)
- ▶ (Mechano)Rezeptoren befinden sich in der Haut (Tasten sowie Druck, Berührung und Vibration), welche Kontakt mit der Umwelt haben
- ▶ Informationen über Form und Oberfläche berührter Gegenstände sowie das Empfinden von Widerstand von Luft und Wasser
- ▶ Taktile und kinästhetische Informationen können vom Sportler kaum unterschieden werden (*aktiver Tastsinn: haptisch (Assoziation von taktilen Empfindungen mit Muskel- und Gelenkempfindungen; passiver Tastsinn: taktil)*, da die Lage der Analysatoren in unmittelbarer Nachbarschaft zu Propriozeptoren ist-> Informationen beider Analysatoren fließen ineinander
- ▶ Information können nur über motorische Aktivität und/oder mechanische Krafteinwirkung von außen zustande kommen bei diesen beiden Analysatoren (taktil und kinästhetisch)

4. Der kinästetische Analysatoren = „Bewegungs-Kraft-Stellungs-Sinn“

Bewegungsempfindender Analysator = „Muskelsinn“, Tiefensensibilität
→ innere Wahrnehmung der Gliederstellung und Muskel(ent)spannung

Propriorezeptoren in allen Muskeln (Muskellängen-), Sehnen (Sehnenspannungs-) und Gelenken (Gelenkstellungssystem)

Anatomisch: differenziertes, weit verzweigtes Gebilde => hohes Differenzierungsvermögen

Besonders hohe Leitgeschwindigkeit/
höhere Übertragungskapazität

Leitungsgeschwindigkeiten beim Warmblütler
(nach RÜDIGER, 1971, S. 422ff.):

- Motorische Nervenfasern zur Skelettmuskulatur und sensible Nervenfasern von der Muskelspindel – 60-120 m/s.
- Sensible Fasern von den Berührungsrezeptoren der Haut – 40-90 m/s.
- Motorische Nervenfasern zur intrafusalen Muskulatur und sensible Nervenfasern von den Druckrezeptoren der Haut – 30-40 m/s.
- Sensible Nervenfasern von den Chemo-, Thermo- und Schmerzrezeptoren – 15-25 m/s.

Der kinästetische Analysatoren

- ▶ Durch ihre unmittelbare Lage in den Bewegungsorganen können sie auch jeden Bewegungsvorgang unmittelbar signalisieren.
- ▶ Kinästhetischer Analysator enger mit allen anderen Analysatoren verbunden als diese untereinander!
- ⇒ Propriozeption (Stellungen u. Bewegungen von Körperteilen, Einsatz der Kraft)
- ▶ **Muskelspindel in Muskulatur:**
Kernhaufenfasern (Geschwindigkeit), Kernkettenfasern (Muskeldehnung)
- ▶ **Golgi-Sehnen-Organ:**
zwischen Muskeln und Sehnen (Spannungsmesser)
- ▶ **Gelenkrezeptoren:**
Änderungen der Gelenkstellung und Bewegungsgeschwindigkeit

Wesentliche Quelle für Raum- und Zeitkomponenten (Timing = räumlich und zeitlich erfüllte (Kraftabstimmung) => Stellung im Raum, Entfernung zu Objekten, Richtung, Höhen, Zug, Druck, Geschwindigkeit

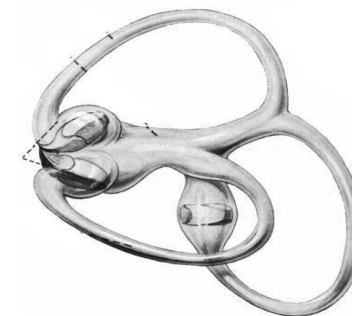
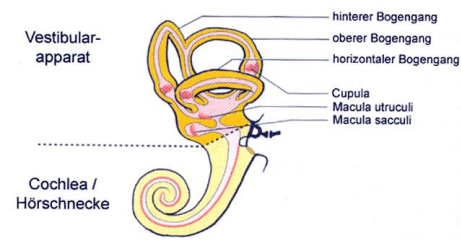
5. Der vestibuläre Analysator = „Gleichgewichtssinn“

= statico-dynamischer Analysator
= Gleichgewichtsempfinden

- ▶ Rezeptor: Vestibulärapparat liegt im Innenohr: Stellungen (Raumorientierung) und Lagen (Gleichgewicht)
- ▶ Rezeptoren reagieren auf Winkelbeschleunigung (Drehbewegungen)
- ▶ „Schwerkraftsinn“ und Haltungskontrolle

Aufbau

- ▶ besteht aus 3 Bogengängen (Hinterer, oberer und horizontaler Bogengang: Rotation) und 2 Maculaorganen (Macula utriculi, Macula sacculi: Translation, gerade ausgehen)



Der statico-dynamische Analysator (Vestibularanalysator)

- ▶ Ständige Informationen zur Lage des Kopfes im Schwerfeld Erde
- ▶ Bewegungen des Kopfes in Richtung und Beschleunigung erfasst
- ▶ Orientierung im Raum und Erhaltung Gleichgewicht (mit allen anderen Analysatoren)
- ▶ Allerdings: negative Effekte bei Umschwüngen und Überschlägen -> Habituationstraining!
- ▶ optischer und statico-dynamischer Analysator über Augenmuskelkern miteinander verbunden => optimale Gleichgewichts- und Orientierungsfähigkeit

Zusammenwirken der Analysatoren

Merksätze:

- ▶ Bewegungen sind oft nur so gut wie die Sinneseindrücke, die sie steuern!
- ▶ Propiorezeption und Kinästhesie sind besonders zu fördern
- ▶ Man sieht nur das, was man weiß!
- ▶ All unsere Sinnesleistungen haben beträchtliche Reserven

▶ **H 17 (vertieft) – Thema 1:**

Teilaufgabe 1: Beschreiben Sie die Funktion der verschiedenen Analysatoren und Rezeptoren

Teilaufgabe 2: Erläutern Sie die Bedeutung der verschiedenen sensorischen Systeme im Prozess des motorischen Lernens vom Neulernen bis zur variablen Verfügbarkeit am Beispiel einer motorischen Fertigkeit!

6.2. Motorische Systeme

- ▶ 6.2.1. Definition
- ▶ 6.2.2. Muskelkontraktion
- ▶ 6.2.3. Stütz- und Zielmotorik

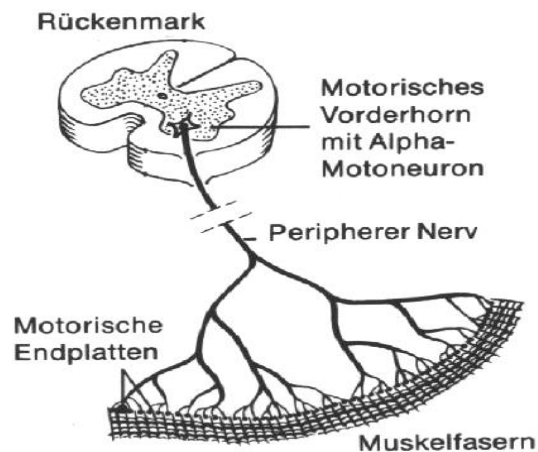
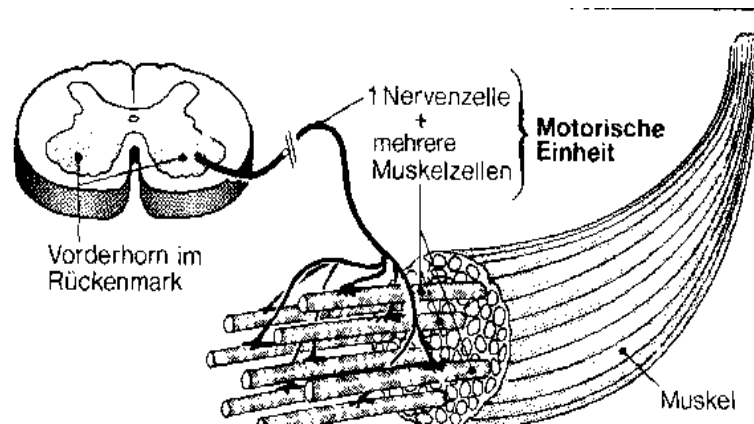
6.2.1. Definition: Motorische Systeme

- ▶ Motorische Systeme haben die Funktion, Bewegungen des Körpers zu starten, auszuführen, die Ausführung zu überwachen, das Ergebnis zu bewerten und die Ausführungsvorschriften dieser Prozesse zu speichern

- (Olivier, 2003. S. 112)

- ▶ Elementen motorischer Systeme:
 - Für Motorik zuständige Areale des Kortex (Großhirnrinde).
 - Nervenfasern verbinden diese mit dem Rückenmark
 - Motoneuronen im Rückenmark sorgen für Muskelkontraktionen

6.2.2. Muskelkontraktion



Informationen

<http://www.sportunterricht.de/lksport/motoeinheit.html>

- ▶ Körperbewegungen entstehen durch Muskelverkürzungen (Muskelkontraktionen)
- ▶ eine motorische Einheit besteht aus einem Motoneuron (Nervenzellen), Nervenfasern (Motoaxone) und sämtlichen versorgten (innervierten) Muskelfasern
- ▶ die Kontraktionskraft wird durch Frequenzierung (Erregungsfrequenz) und Rekrutierung (aufsteigende Größe und Kraft, sinkende Ermüdung) gesteuert
- ▶ Arbeitsweise: konzentrisch, exzentrisch, isometrisch, isotonisch, auxotonisch

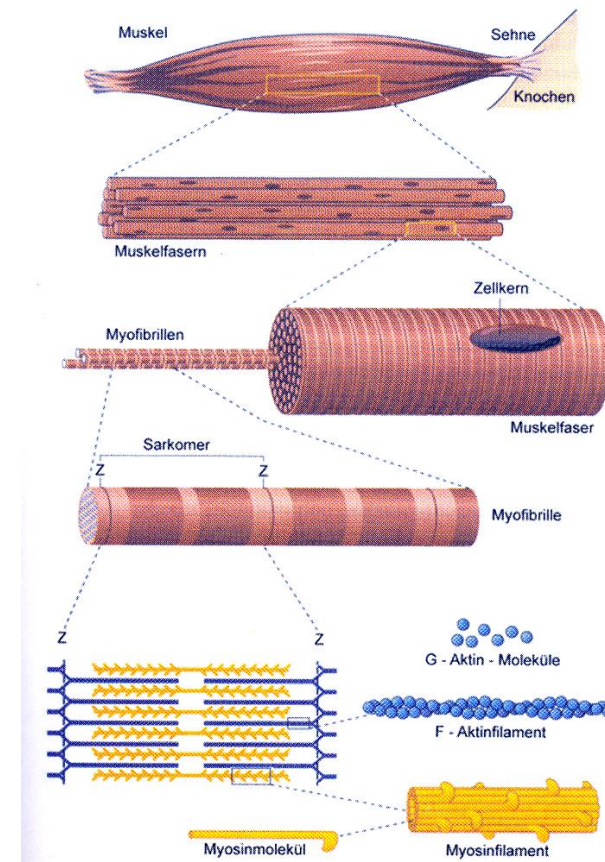
Anatomischer Aufbau eines Muskels

In Worten:

- ▶ Muskel (-bauch)
- ▶ Muskelfaserbündel
- ▶ Muskelfaser
- ▶ Myofibrillen
- ▶ hintereinander geschaltete Sarkomere (zwischen zwei Z-Scheiben)
- ▶ in jedem Sarkomer sind dicke Myosinfilamente und dünne Aktinfilamente, die aneinander gleiten

Graphische Darstellung:

(Olivier, 2003. S. 113)



Funktionen

- Stellung der Extremitäten (Arme nach oben, zur Seite usw.)
- Stellung des Rumpfes (gebeugt, gestreckt)
- Einwirkende Kräfte (Widerstände)
- Feinabstimmung von Raum- und Zeitparametern (langsam, schnell)
- Spannungen der Muskulatur

6.2.3. Stütz- und Zielmotorik - Untrennbar miteinander verbunden

Stützmotorik

- ▶ bewirkt die aufrechte Haltung des Menschen durch dauernde Regulation der Bein- und Rumpfmuskulatur
- ▶ z.B. muss Gleichgewicht erst erlernt werden

Zielmotorik

- ▶ sind motorische Teilsysteme und Teilprozesse, die für die Steuerung geplanter Bewegungen zuständig sind
- ▶ Bewegungsplan ist entscheidend, nicht Bewegungsvorstellung
- ▶ Beteiligte Areale:
 - Assoziations- und Motorkortex
 - Subkortikale Zentren: Basalganglien, Kleinhirn

6.3. Theoretische Ansätze der Motorik - motorische Kontrolle

(wissenschaftliche und praktische Bedeutung)

6.3.1. Steuerung und Regelung

6.3.2. Modelle

6.3.2.1. Closed – loop Modell (mit Koordinationsmodell von Schnabel)

6.3.2.2. Open – loop Modell

6.3.2.3. GMP-Theorie von Schmidt (Schemalernen)

→ Es geht darum, wie Bewegungen zustande kommen!

6.3.1. Steuerung und Regelung – ein Vergleich

Steuerung

- ▶ Bewegungssteuerung über die motorischen Zentren im Gehirn an die Muskulatur über efferente Nervenbahnen
- ▶ Die sichtbare Bewegung entsteht folglich durch willentliche und auch reflektorische Impulsgebung an die Muskulatur

Regelung

- ▶ **Ist-Sollwert-Vergleich:** momentan ausgeführte Bewegungen mit den im Gehirn gebildeten Entwürfen (Sollwert) verglichen und evt. Abweichungen blitzschnell korrigiert
- ▶ => Vergleichs- und Korrekturvorgang während einer Bewegung

Genaueres zu „Regelung“ (Anpassung über Rückmeldung)

Die Möglichkeit der **Einflussnahme** auf eine Bewegung (anpassen/korrigieren) nennt man Regelung.

Kraft- und Geschwindigkeitseinsatz, aber auch räumliche Aspekte einer Bewegung werden den Erfordernissen der jeweiligen Situation angepasst.

Für Regelung notwendig: Feedback (u.a. über Analysatoren)

Informationen tatsächliche Bewegung (Istwert) der Sportler mit gewünschter Bewegung (Sollwert) vergleichen und anpassen

Genaueres zu „Steuerung“ (durch motorische Programme über motorische Zentren im Gehirn an den Muskel)

- ▶ im Zentralnervensystem (ZNS) liegen sogenannte motorische (Bew.)Programme vor, welche im Verlaufe des Lebens erworben werden.
- ▶ je nach zu bewältigender Aufgabe kann nun der Sportler auf ein solches Programm zugreifen.
- ▶ da die Programme nur sehr generalisiert gespeichert sind und nur die grobe charakteristische Struktur einer Bewegung enthalten, kann der Sportler dieses Programm *noch vor Bewegungskonfektion* situativ anpassen.
- ▶ das ablaufende Programm steuert dann die gewünschte Bewegung

Gedächtnisinformationsverarbeitung

→ **zwei Möglichkeiten** der zentralen Informationsverarbeitung:

1. Motorische Programme werden gespeichert

→ **open loop-Kontrolle**

2. Koordinationsmodelle wirken als Regelkreise

→ **closed loop-Kontrolle**

6.3.2. Modelle zur Bewegungskontrolle – theoretischer Ansatz: zwei Möglichkeiten der zentralen Informationsverarbeitung:

closed-loop Modell

betont die Notwendigkeit sensorischer Rückmeldungen als Voraussetzung für die Regulation motorischer Handlungen

... Koordinationsmodelle wirken als **Regelkreise („closed loop“-Kontrolle)**

REGELUNG - sensorisch

open-loop Modell

zentrale Steuerung von Bewegungen durch motorische Programme vor Bewegungsbeginn festgelegt

... motorische **Programme werden gespeichert („open loop“-Kontrolle)**

STEUERUNG - motorisch

Open loop

Charakterisierend:

motorische Programme

Zentralistischer Ansatz =

Motorische Programme werden gespeichert und dienen als Grundlage für weitere Bewegungen

→ zentralnerv gespeichertes Engramm (Erinnerungsbild) dient der Innervation von Muskeln und Muskelgruppen und kann die Bewegung ohne periphere Rückinformation steuern (keine Feedback-Mechanismen notwendig)



Erklärung	Beispiel: Finte beim Fußball
Entscheidung, welche Bewegung aus dem Repertoire zu einer optimalen Bewältigung der Bewegungsaufgabe beiträgt	Körpertäuschung
Auswahl des geeigneten motorischen Programms	Bewegung mit dem Körper nach rechts antäuschen und dann schnell links vorbeilaufen
Nerven leiten den Reiz (das ausgewählte motorische Programm) vom ZNS zu ausführenden Organen & Muskeln	Programm für Ausfallschritt nach rechts, dann Vorbeilaufen nach links wird an die ausführenden Organe und Muskeln weitergegeben
Bewegungsausführung	Ausführung der Körpertäuschung

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">- Ausführung schneller Bewegungen- Bewegungsausführungen auch ohne sensorische Rückmeldung möglich	<ul style="list-style-type: none">- Keine Bewegungskorrektur bei unvorhergesehenen Störgrößen- Keine variierenden Reaktionszeiten je nach Komplexität der Bewegung

Beweise für Existenz motorischer Programme

1. Motorische Programme lassen sich auch ohne physisches Üben und Trainieren aufbauen (Vorstellung einer Bewegung)
2. Extrem schnelle Bewegungen laufen ohne Reafferenzen (Rückmeldungen) ab (motorische Programme werden abgespult)
3. Motorische Programme können unterschiedliche Muskelgruppen steuern (linke oder rechte Hand, Schreiben mit Fuß oder Mund)
4. Programme laufen auch bei zusätzlichen Anforderungen autonom ab (nebenbei noch andere Aufgaben erledigen → geringe Störanfälligkeit parallel ausgeübter Zweitaufgaben)

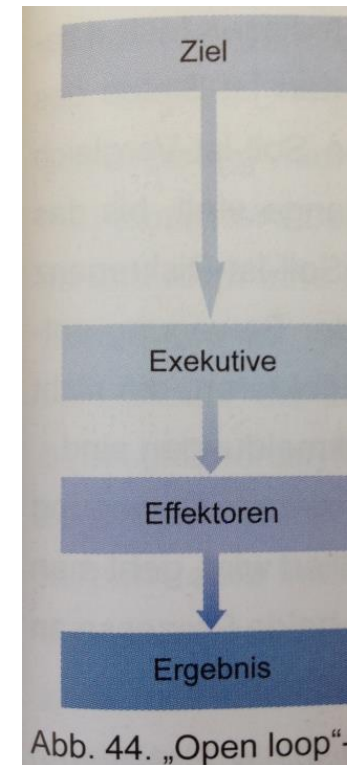
6.3.2.2. Open-loop-Modell

- ▶ Open-loop –kontrollierte Bewegungen basieren auf Muskelinstruktionen, die vollständig vor Bewegungsbeginn festgelegt werden. Sensorische Rückmeldungen während der Bewegung sind nicht wirksam = **es fehlt die Rückmeldung und das Referenzsystem**
- ▶ Ablaufrelevante Bewegungsdetails sind exakt festgelegt (Grundlage: Bewegungsaufgabe + sensorische Rückmeldung) = **motorische Programme**
- ▶ Es muss bekannt sein, „welcher Wert der Kontrollgröße dem gewünschten Wert der interessierenden Ausgangsvariablen entspricht“
- ▶ ZNS nimmt kontinuierlich (Re-)Afferenzen wahr, **ohne** diese als Korrekturmaßnahmen nutzen zu können
- ▶ Bewegungsausführung unter 200ms

Motorische Programme

- ein zentralnerval gespeichertes Engramm (Erinnerungsbild), das der Innervation von Muskeln und Muskelgruppen dient und die Bewegung ohne periphere Rückinformation steuern kann.
- zentralistischer Ansatz
- nach älterer Auffassung steuert ein gespeichertes motorisches Programm alle Details einer Bewegung

Olivier, 2003. S. 127



Argumente für die Existenz motorischer Programme:

1. Bewegungsausführungen sind ohne sensorische Rückmeldung möglich
2. Closed-loop-Prozesse sind zu langsam für schnelle Bewegungen
3. Reaktionszeiten kovariieren mit der Komplexität der Bewegung

Argumente gegen 1:1 Speicherung

1. Großer Speicherbedarf im motorischen Gedächtnis, da Bewegungen nie identisch sind
2. Fehlende Möglichkeit zur Ausführung neuer Bewegungen, da hierfür kein motorisches Programm vorliegen kann

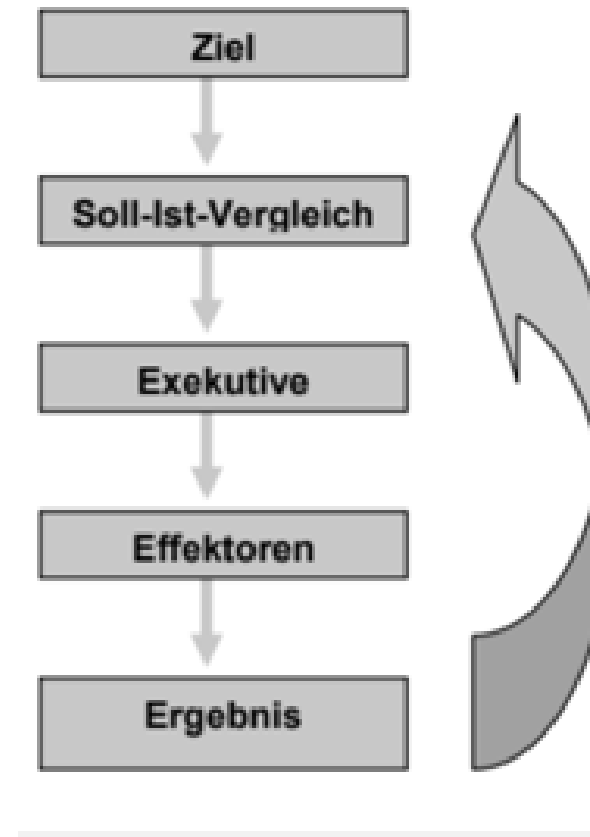
Closed loop

Charakterisierend:

Kontrolle der motorischen Systeme durch Feedback, Fehler-Erkennung und Fehler-Korrektur

Peripheralistischer Ansatz =

- ständige Überprüfung
- beim Festellen einer Diskrepanz von Ist- und Soll-Wert: neue Regelung/Korrektur



- Closed – Loop – Modell = bei langsamen Bewegungen
 - Die Technik kann während der Ausführung verändert / verbessert werden
- Externales vs. Internales Feedback während der Ausführung

6.3.2.1. Closed-loop Modell - Sensorischer Beitrag

- ▶ Closed-loop -kontrollierte Bewegungen beruhen auf der Regelung durch sensorische **Rückmeldungen während der Bewegung**

(Olivier, 2003. S. 126)

- ▶ Funktionsablauf in einem **geschlossenen Wirkungskreis**, der Störungen selbständig kompensieren kann

Charakteristikum:

- ▶ Fehlerzentrierung, d.h. (IST-SOLL-Wert-Vergleich durch sensorische) Feedback, Fehlerentdeckung (-erkennung) und Fehlerkorrektur sind Schlüsselemente.

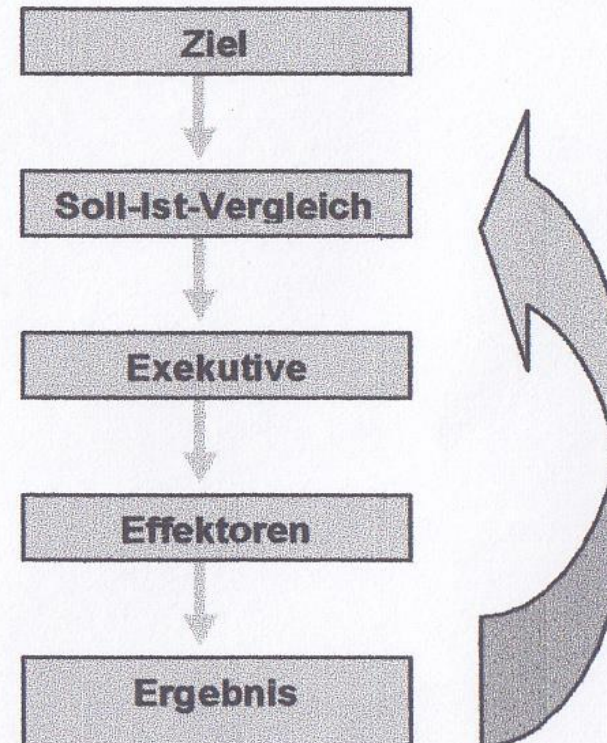
Modelle zur Bewegungskontrolle

ABLAUF: Ausgehend vom Ziel:

- Vor Start wird Ziel festgelegt
- Exekutive entwirft Instruktionen für die Effektoren
- Bewegung wird durchgeführt
- Ergebnis = Ist-Status durch afferente Signale sensorischer Teilsysteme
- Soll-Ist-Wert-Vergleich ausgehend vom Ziel. Festgestellt
- Instruktion an Effektoren, um die Soll-Ist-Wert-Diskrepanz zu verringern

closed-loop Modell

„closed loop“- Kontrolle



Das Koordinations-Modell von Schnabel als typisches „closed-loop-Modell“

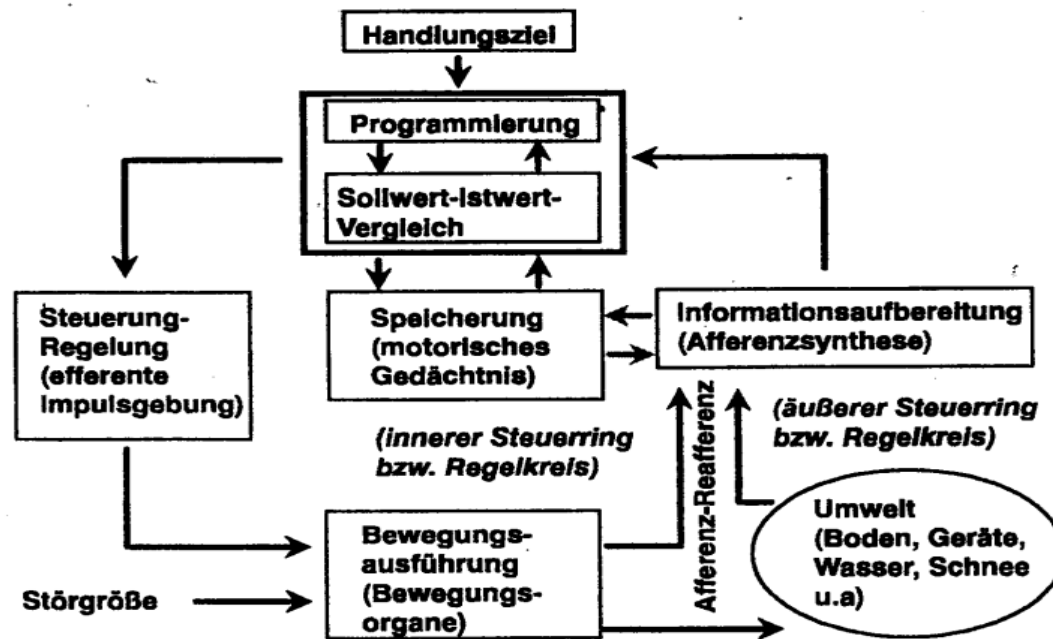
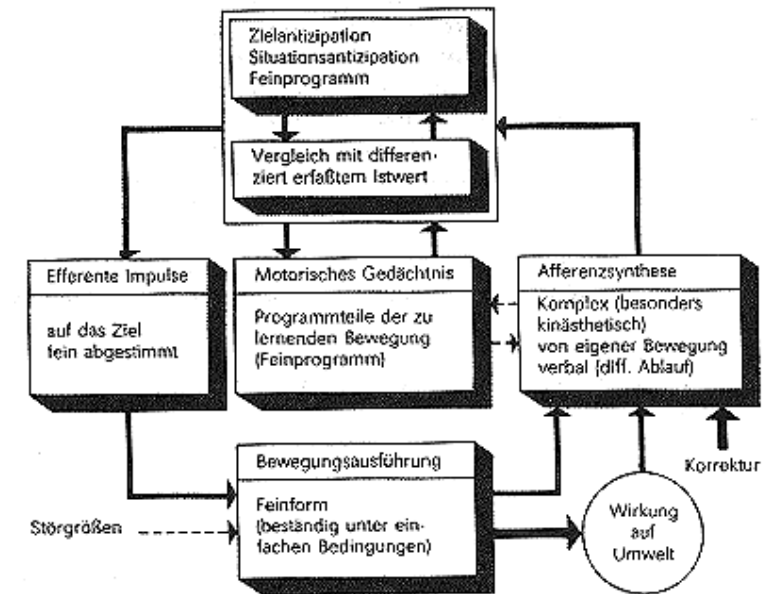


Abb. 7: Vereinfachtes Modell der Bewegungskoordination nach SCHNABEL (1987 a, 59).



Ein „Motorprogramm“ ist für das Lernen einer Bewegung erforderlich!

→ Besteht aus 2 Speicherzuständen

→ Verantwortlich für die Auswahl der groben Richtung einer Bewegung (Bewegungsansatz)

→ wählt die durchzuführende Reaktion bei gegebener Reizkonstellation aus

→ geht damit dem Feedback und der Nutzung der Wahrnehmungspur, (welche die Bewegung nach dem Beginn reguliert) voraus

→ Verantwortlich für die genaue Positionierung

→ „Wahrnehmungspur“ im Gehirn zur Erinnerung und Wiedererkennung angelegt

Gedächtnisspur

Wahrnehmungspur

- Keine Variabilität einer Reaktion oder auf veränderte Situationen
- ist auf einzelne, sich wiederholende Bewegungen beschränkt
- Bei schnellen Bewegungen sind Informationsverarbeitung und Feedback zu langsam

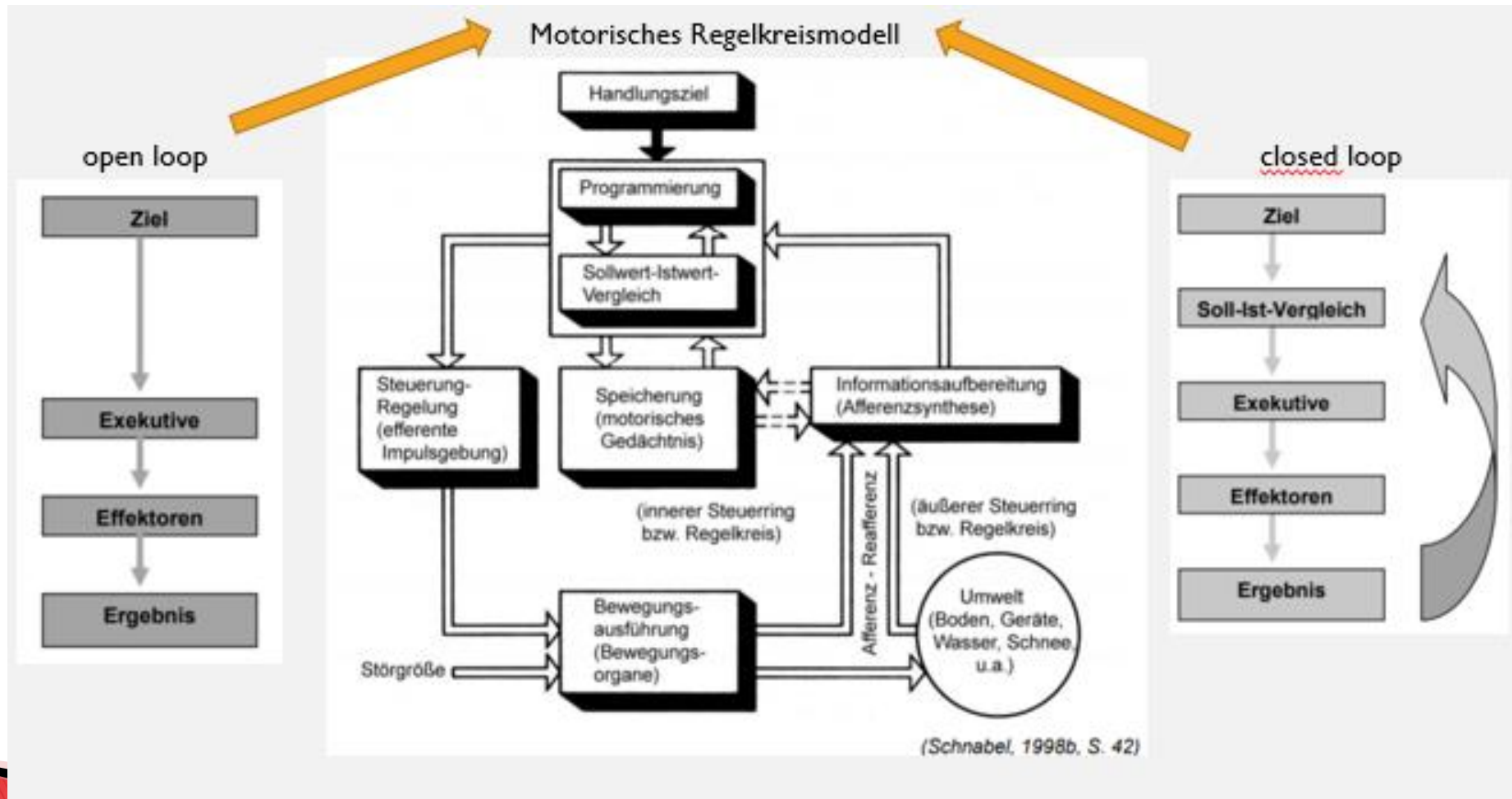
Hybride Modelle der Bewegungskontrolle
→ sowohl Steuerungs- als auch Regelprozesse

Motorisches Regelkreismodell
(nach Meinel/Schnabel 1977 bzw. 1998)

Kritik

Konsequenzen

Motorisches Regelkreismodell



- ▶ Ausgangspunkt: Formulierung des Ziels der Bewegung
- ▶ Steuerung und Regelung der Bewegung
- ▶ „Programmierung“ des Bewegungsablaufs im ZNS
- ▶ Zusammenarbeit mit motorischem Gedächtnis

- ▶ Information zur Steuerung und Regelung (motorische Kommandos/Steuerimpulse)
- ▶ Werden über efferente Bahnen an Muskulatur gesendet: Übermittlung vom ZNS (Gehirn, Rückenmark) zur Peripherie (Bewegungsorganen)
- ▶ Bewegungsorgane (Muskulatur) Rezeptoren nehmen Reize auf und melden diese über reafferente Bahnen ans Gehirn zurück
- ▶ Rückmeldung (Feedback)

STEUERUNG – REGELUNG
(EFFERENTE IMPULSgebUND)

Bewegungsausführung

- ▶ Hindernisse beim Bewegungsablauf
- ▶ Innere und äußere Einflüsse
- ▶ Rezeptoren nehmen Informationen auf und melden diese ebenfalls über die reafferenten Bahnen ans Gehirn zurück
- ▶ Verarbeitung verschiedener afferenter Informationen
- ▶ Analyse und Auswertung der Rückinformation
- ▶ Ständige Rückinformation über den Bewegungsablauf

→ Ermöglichen Vergleich von Ist- und Soll-Wert

Störgrößen/Umwelt

Informationsaufbereitung
(Afferenzsynthese)

- ▶ Fehlerbehebung:
- ▶ IST-Wert: tatsächliche Bewegungsausführung
- ▶ SOLL-Wert: programmierte Bewegung

- ▶ Reafferente Informationen ermöglichen Vergleich von Ist- und Soll-Wert

- ▶ Ergebnis fließt ins motorische Gedächtnis ein

Vergleich von Ist- und Soll-
Wert

Motorisches Gedächtnis -
Speicherung

Äußerer und innerer Regelkreis

- Erfassung von Informationen aus der Umwelt
 - durch optische (Eigen- und Fremdbewegung) und akustische (Geräusche und Sprache) Analysatoren
 - Weiterleitung über **Afferenzen** (werden über Sinnesorgane aufgenommen und an das ZNS weitergeleitet)
- Erfassung von Körperinformationen
 - durch kinästhetischen Analysator, Rezeptoren in Muskelspindeln, Sehnen und Gelenken und Gleichgewichtssinn
 - Weiterleitung über **Reafferenzen** (Impulse mit Körperinformation)

Äußerer Regelkreis

Innerer Regelkreis

Bewusst gesteuert: Koordinations-Modell

- ▶ **Programmierung:** grobe Antizipation (Vorwegnahme) einzelner Abschnitte der Bewegung und ihrer Ergebnisse
- ▶ **Reafferenzen:** bewegungsabhängige Afferenzen, die zusammen mit anderen Afferenzen verarbeitet (Afferenzsynthese) und dem Sollwert-Istwert-Vergleich zugeführt werden
- ▶ **Innerer Regelkreis:** ausschließlich körperinterne Informationen (z.B. Propriozeption) verarbeitet
- ▶ **Äußerer Regelkreis:** auch körperexterne Informationen (z.B. visuelle System) verarbeitet
- ▶ **Motorisches Gedächtnis:** speichert frühere Bewegungserfahrungen und die antizipierten Teilabschnitte und –ergebnisse der auszuführenden Bewegung

Zusammenfassung, Kritik und Limitierung des closed-loop Modells

- ▶ langsame, andauernde Fertigkeiten erklären,
- ▶ Einbau der Informationsverarbeitungsstufen
→ Bewegungskontrolle kann flexibel ablaufen

aber

- ▶ Kontrolle langsam ist → das Modell versagt bei schnellen Bewegungen (Feedback-Kontrollen in den ersten 150 ms einer Bewegung nicht möglich)
- ▶ Bewegungssequenzen können auch ohne Hilfe von Feedback durchgeführt werden (Bewegungen sind auch ohne Reafferenzen möglich)
- ▶ Die Variabilität einer Reaktion, auf veränderte Situationen, bleibt außer Acht

Schul- bzw. Trainingsbezug der Modelle:

closed-loop

- ▶ Ziel ist vorgegeben
- ▶ Schüler versucht durch **internen Ist-Sollwert-** Vergleich die **Regelung** der Bewegung durchzuführen.
- ▶ Erforderlich ist:
knowledge of performance

open-Loop

- ▶ **Äußerer Regelkreis:** z.B. Lehrer korrigiert
- ▶ Korrektur basiert auf dem Ist-Sollwert-Vergleich.
- ▶ Ist-Sollwert-Vergleich findet aber **außen** statt
- ▶ Schüler probiert, braucht aber immer die **Information von außen**
- ▶ Vorgang kann man als **Steuerung** bezeichnen.
- ▶ Notwendig ist:
knowledge of result.

6.3.2.3. Theorie der motorischen Kontrolle: „Generalisierter Motorischer Programme“

Ausgangssituation:

GMP = Konzept der Programm- und Parametertrennung: **Hybrides Modell der Bewegungskontrolle** von Schmidt

= Konzept der Verschmelzung von open - und closed - loop Modellen

initiale Phase der Bewegungsausführung, in der Bewegungen nach open-loop Prinzipien gesteuert werden und closed-loop Mechanismen auf Bewegungsausführung einwirken

Ein G (= allgemeines) MP steuert eine ganze Klasse von Bewegungen (bzw. deren Kraftstöße) und ist gekennzeichnet durch bewegungsübergreifende konstante (Invarianten) Merkmale und bewegungsspezifische variable (Parameter) Merkmale

Schmidt`s Theorie zu GMPs:

motorisches Programm steuert Kraftstöße, die von den an einer Bewegung beteiligten Muskeln produziert werden

konstante Merkmale (Invarianten eines GMP):

- ▶ „order of events“ (Reihenfolge von Teilbewegungen)
- ▶ „phasing“ (zeitliche Relation von Teilbewegungen oder Muskelkontraktionen)
- ▶ „relative force“ (Relation der von verschiedenen Muskeln produzierten Kräfte)
→ innerhalb einer Klasse von Bewegungen bleiben Merkmale konstant

variable Merkmale (Parameter):

- ▶ „overall duration“ (Gesamtdauer einer Bewegung)
- ▶ „overall force“ (Gesamtkraft, die bei einer Bewegung eingesetzt wird)
- ▶ „muscle selection“ (spezifische Muskelauswahl beim Einsatz eines GMP)

→ nach konkreten situativen Bedingungen können unterschiedliche Ausprägungen der Parameter aufgeschaltet werden

Argumente für „Generalisierter Motorischer Programme“

- Überforderung der Speicherkapazität des Gedächtnisses für jede einzelne Bewegung im Detail => als motorisches Programm gespeichert
 - GMP für eine ganze Klasse von Bewegungen (lediglich an situative Bedingungen angepasst)
- ⇒ Gegenstand einer eigenständigen Lerntheorie („Schematheorie“)

H 17 (Unterrichtsfach) – Thema 4:

Teilaufgabe 1: Erklären Sie den Begriff „Generalisiertes Motorisches Programm“!

Teilaufgabe 2: Beschreiben Sie auf der Grundlage der Theorie generalisierter motorischer Programme drei verschiedene Vereinfachungsstrategien für den Neuerwerb sportmotorischer Fertigkeiten!

7. Sportmotorisches Lernen

7. Sportmotorisches Lernen

7.1. Lernen und Motorisches Lernen	S.
7.2. Lernverlaufsbestimmende Einflussgrößen	S.
7.3. Theoretische Ansätze des motorischen Lernens.....	S.
7.3.1. Habituation/Behaviorismus S-R	S.
7.3.2. Klassisches Konditionieren	S.
7.3.3. Lernen am Modell	S.
7.3.4. (Senso-)motorisches Lernen	S.
7.3.5. Differenzielles Lernen	S.
7.3.6. Unterteilung nach „Phasen des Lernverlaufs“	

7.1. Lernen...

- = Änderungen im Verhalten des Menschen
- = Gewinnung und Bildung kognitiver Strukturen

Lernen nicht wahrnehmbar, nur das Resultat von Lernen

Voraussetzung für das Lernen :

- Reifung, Entwicklung
- Wachstum = mengenmäßige Vermehrung dessen, was von Natur angelegt ist
- Begabung

7.1. ...und motorisches Lernen

- ▶ „Sportmotorisches Lernen ist die umgebungsbezogene, relativ überdauernde Ausbildung und Korrektur von sportmotorischem Gedächtnisbesitz“ (Olivier 2003)
- ▶ „Techniktraining im Sport ist Lernen neuer oder Verbessern und Vervollkommen schon gekonnter Bewegungen. Motorisches Lernen geht über verschiedene Lernstufen: Erwerben – Verfeinern – Festigen – Anwenden – variables Verfügen.“
(Letzelter 1978)
- ▶ „Motorisches Lernen ist das Erwerben, Verfeinern, Stabilisieren und Anwenden motorischer Fertigkeiten. Es ist eingebettet in die Gesamtentwicklung der menschlichen Persönlichkeit und vollzieht sich in Verbindung mit der Aneignung von Kenntnissen, mit der Entwicklung koordinativer und konditioneller Fähigkeiten und mit der Aneignung von Verhaltenseigenschaften.“
(Meinel/Schnabel)

1972)

Motorisches Lernen

- ▶ Lerntheorien
- ▶ Phasen motorischen Lernens
- ▶ Psychomotorische Aspekte des Bewegungslernens
- ▶ Bereiche des motorischen Lernens
- ▶ Technische Hilfsmittel

Begriffsdefinitionen: Lernen in verschiedenen Zusammenhängen

- LERNEN = Wahrnehmen und Behalten eines Lernangebotes und gegebenenfalls Anpassung an Umweltbedingungen. Informationen gelangen über Analysatoren und deren Rezeptoren zum ZNS, dort werden sie selektiert.
- MOTORISCHES LERNEN = Neuerwerb, Weiterentwicklung und Perfektionierung von sportlichen Bewegungen und Techniken auf der Basis von motorischen Vorerfahrungen und dem individuellen Bewegungsschatz
- SENSOMOTORISCHES SYSTEM = Sinnesorgane, Nervensystem und Muskulatur als Voraussetzung für motorische Lernprozesse.
- TRANSFERLERNEN = „Transfer bedeutet, dass sich bereits absolvierte Lern- und Übungsprozesse auf das Ergebnis neuer Lern- und Übungsprozesse auswirken.“ Peters (1998)

Definitionen

Lernen

Unter Lernen verstehen wir den Prozess, in dem das Lebewesen individuelle Erfahrungen sammelt. Lernen gibt es überall dort, wo eine individuelle Anpassung in Form von Veränderungen des Verhaltens auftritt, die neuen Bedingungen entsprechen. (Leontjew)

Lernen bedeutet die Verbesserung oder den Neuerwerb von Verhaltens- und Leistungsformen und ihren Inhalt. (Roth)

„Sportmotorisches Lernen“

umgebungsbezogene, relativ überdauernde Ausbildung und Korrektur von sportmotorischem Gedächtnisbesitz

= Anpassung

Unterschied Lernen - Gedächtnis

Lernen

- ▶ Fähigkeit von Lebewesen, *Verhalten* aufgrund von Erfahrungen *aufzunehmen*, zu *ändern* bzw. sich *anzupassen*

Gedächtnis

- ▶ Fähigkeit, *Informationen* über kurze oder lange Zeit zu *verarbeiten*, zu *speichern* und zum Abruf *bereitzustellen*

Gedächtnis

= **Mnestik** (von „Mnese“ = Gedächtnis, Erinnerung)

→ Speicherung von Informationen

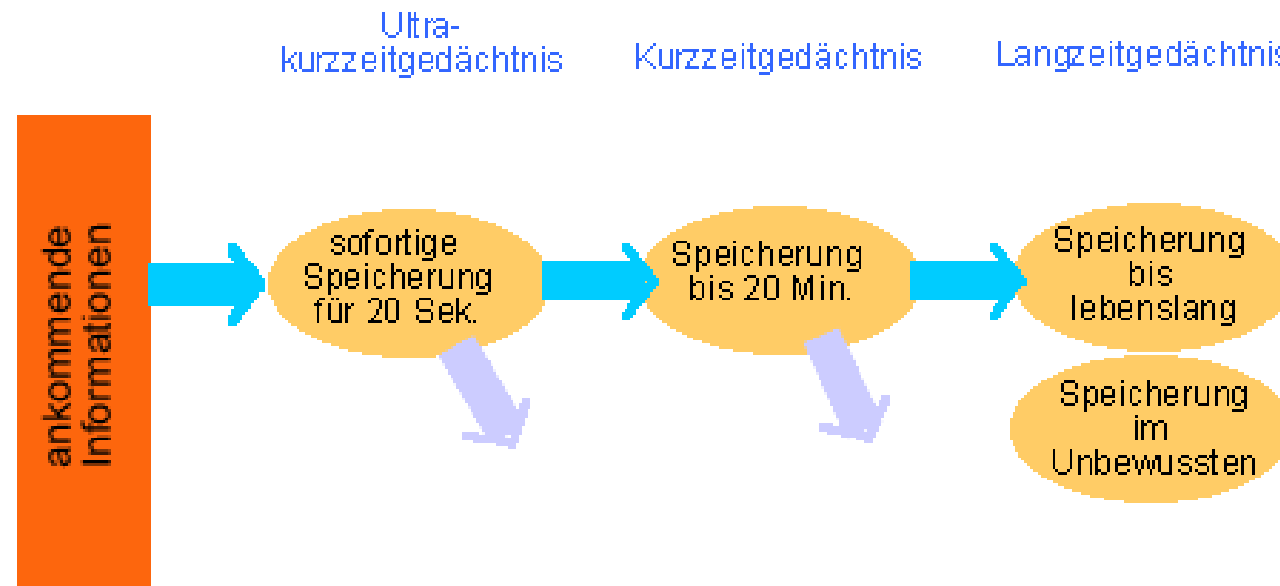
= Fähigkeit des Nervensystems von Lebewesen, aufgenommene Informationen zu behalten, zu ordnen und wieder abzurufen (im neuropsychologischen Sinne)

gespeicherten Informationen = Ergebnis von bewussten oder unbewussten Lernprozessen

Gedächtnisbildung = Ausdruck der Plastizität von neuronalen Systemen

- GEDÄCHTNIS = Grundvoraussetzung und Bedingung jeglichen (motorischen) Lernprozesses
→ Verarbeitung + Speicherung wichtiger Informationen für sportliches Lernen

→ Implizites (unbewusstes) und explizites (bewusstes) Gedächtnis bzw. Lernen



Kurzzeitgedächtnis

Langzeitgedächtnis

Speichersysteme

▶ Sensorischer Kurzzeitspeicher

Speicherung sensorischer Information äußerst kurz, maximal ca. 250 ms. Wird von den nächsten Afferenzen überschrieben bzw. Vergessen durch Verblissen.

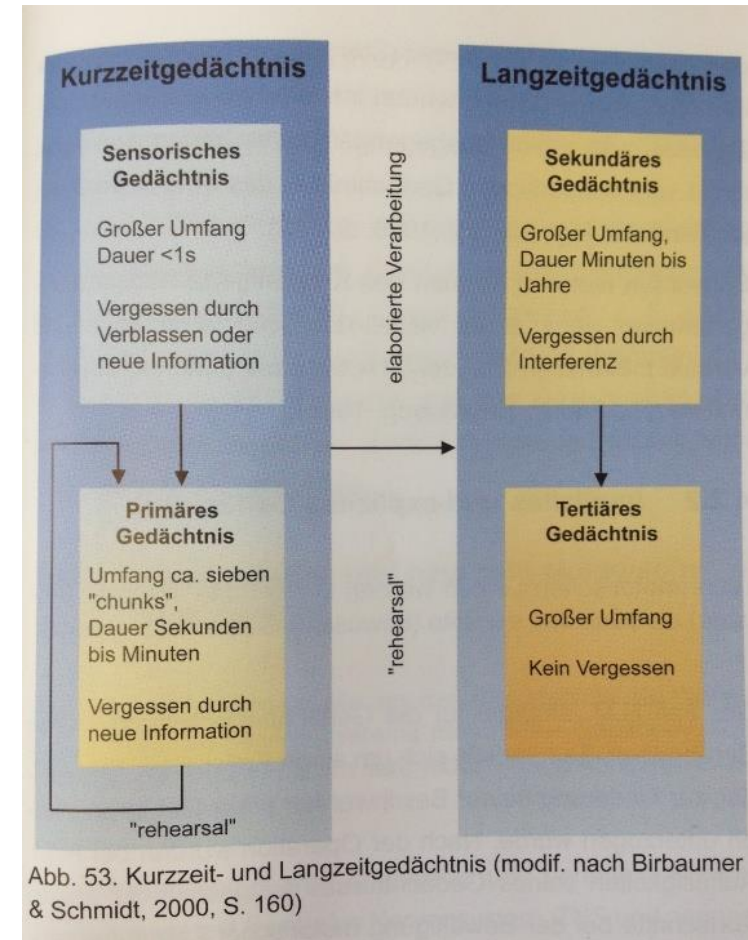
▶ Kurzzeitspeicher

Selektive Aufmerksamkeit führt Informationen in den Kurzzeitspeicher. Nur limitierte Kapazität von **ca. 7 +- 2 items**. Die Information kann solange gehalten werden wie Aufmerksamkeit auf sie gerichtet ist. Sonst nach **ca. 30 s** verloren.

▶ Langzeitspeicher

beinhaltet sehr gut gelernte Bewegungen. Unlimitierte Kapazität. Gewisse Informationen werden nie mehr vergessen, z.B. Radfahren, Ballwerfen, ... Speicherung ist mühevoll. Lernen heißt, von den Kurzzeitspeicher in den Langzeitspeicher zu übertragen.

▶ Olivier, 2003, S. 157



Positiver Transfer

(neues Lernen wird durch vergangenes Lernen erleichtert)

Rolle vorwärts



Flugrolle vorwärts



Salto vorwärts



Negativer Transfer

(das frühere Lernen hemmt die Lösung neuer Aufgaben)

Rolle vorwärts



Handstand



Proaktiver und retroaktiver Transfer



Proaktiver Transfer (Übertragung erworbenen Wissens auf neue Situationen)

Retroaktiver Transfer (früher Gelerntes wird durch später Gelerntes beeinflusst)

Lateraler Transfer:

(Kenntnis trägt direkt zum Erwerb einer übergeordneten Fähigkeit bei)

Korbleger rechts/links



Handballwurf



Positive Gedächtnisverstärker



Lob, Motivation, Aufmerksamkeit

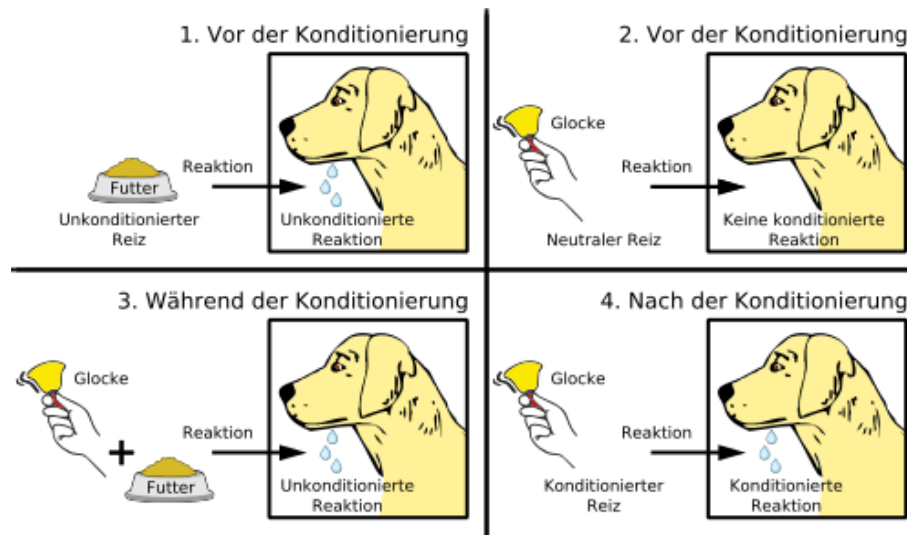
Negative Gedächtnisverstärker



Tadel, Angst, Lustlosigkeit

Lerntheorie und Lernmodell: Klassische Lernmodelle

▶ Klassisches Konditionieren



▶ Operantes Konditionieren



= Behaviorismus



Lerntheorie und Lernmodell: Kognitivismus

▶ Lernen durch Einsicht/Problemlösen



Try and error



3-PHASEN-MODELL: NACH MEINEL/SCHNABEL

→ Beim Erwerb neuer Fertigkeiten (unabhängig von Sportart, Alter, ...) werden 3 Lernphasen unterschieden

Sie sind:

- Aufeinander aufbauend
- Nicht umkehrbar
- Ineinander fließend übergehend

1. Lernphase: Entwicklung der **Grobkoordination**
2. Lernphase: Entwicklung der **Feinkoordination**
3. Lernphase: **Stabilisierung der Feinkoordination und variable Verfügbarkeit**

3-PHASEN-MODELL: NACH MEINEL/SCHNABEL

Phase der Grobkoordination

- ▶ Ziel: Grobform der Bewegungsaufgabe
- ▶ Erste Bewegungsvorstellung
- ▶ Erste Bewegungsversuche
- ▶ Merkmale: verkrampft, unökonomisch, wenig flüssig, instabil, fehlerhaft



1. LERNPHASE: GROBKOORDINATION

= Lernverlauf vom Bekanntwerden mit neuer Aufgabe → bis Realisation der Bewegung bei günstigen Bedingungen

Ablauf:

- Erfassen der Lernaufgabe
- Erste, grobe Vorstellung (besonders optisch)
- Erste Versuche (auch Lernen auf Anhieb)
- Angemessene Übungsdauer
- Realisation der günstigen Bedingungen
- Geringe messbare Leistung

► Motorischer Lernprozess als Herausbildung von Bewegungsschleifen

VERLERNEN =
Verschwinden einer
Bewegungsschleife

UMLERNEN =
Ersatz einer Bewegungsschleife
durch eine Neue

⇒ Jede komplexe Bewegung basiert auf mehreren Schleifen, die auf verschiedenen anatomischen Ebenen ineinandergreifen und gleichzeitig wirksam werden.



- Falscher Krafteinsatz
- Verkrampfen
- Fehlende Kopplung
verschiedener Phasen der
Bewegung
- Geringe Präzision
- Qualitative
Bewegungsmerkmale
unzureichend ausgeprägt!
- Motorisches Ausgangsniveau
beachten
- Lernaufgabe präzise stellen
- Möglichst erste gelungene
Ausführung nach wenigen
Versuchen ermöglichen
(Ermüdungsfreiheit, erleichterte
Gerätebedingungen,
Hilfestellung)
- Korrekturen sparsam und
effektiv

Erscheinungsbild:

Praktische Konsequenzen:

Phase der Feinkoordination

- ▶ Ziel: Beherrschung der Bewegung in der Feinkoordination mit adäquatem Krafteinsatz
- ▶ Genauere Bewegungsvorstellung
- ▶ Fähigkeit Rückinformationen während Bewegung zu verarbeiten
- ▶ Merkmale: flüssiger, präziser, ökonomischer, annähernd fehlerfrei, stabil



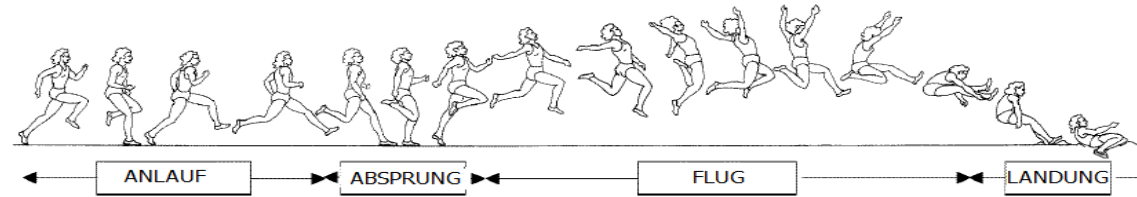
2. LERNPHASE FEINKOORDINATION

= Lernverlauf von der Grobkoordination bis zur annähernd fehlerfreien Ausführung der Bewegung

Ablauf:

- ▶ Kontinuierliche Verbesserung (räumlich, zeitlich, dynamisch)
- ▶ u.U. auch zeitweilige Stagnation

Erscheinungsbild der Feinkoordination (am Beispiel Weitsprung):



Erscheinungsbild der Feinkoordination (am Bsp. Weitsprung):

- ▶ Unter gewohnten Bedingungen → Fehlerfreie Bewegung
 - Trockene Anlage, keine Drucksituation
- ▶ Hohe Präzision und Konstanz
 - Treffen des Absprungbalkens
- ▶ Dosierter Krafteinsatz
 - Steigerungslauf
- ▶ Guter Bewegungsfluss → Bewegungskopplungen und -umfänge
 - Effiziente Kopplung der Phasen

Praktische Konsequenzen:

- Aufmerksamkeit auf Einzelaspekte der Bewegung
- Ansprache kinästhetischer Empfindungen
- Verbalisierung der Bewegungsempfindungen
- Umweltbedingungen moderat variieren (Gelände, Tageszeit)
- Zusatzinformationen (z.B. SlowMo Aufnahme, Spiegel)

Phase der Stabilisierung und variablen Verfügbarkeit (=Automatisierung)

- ▶ Ziel: Automatisierung der Bewegung + variable Abrufbarkeit
- ▶ Absolut genaue Bewegungsvorstellung bis hin zur Antizipation
- ▶ Korrektur bei Abweichungen
- ▶ Merkmale: Feinstkoordination + Perfektionierung der Technik, Leistungskonstanz unter wechselnden Bedingungen, Bewegungsautomatisierung



3. LERNPHASE: STABILISIERUNG DER FEINKOORDINATION UND VARIABLE VERFÜGBARKEIT

= Sichere Bewegungsausführung auch unter ungewohnten / schwierigen Bedingungen

→ Nasse Laufbahn, Kälte, ...

- ▶ Genauigkeit und Konstanz der Leistung trotz Ermüdung, Gegnerdruck, psychischem Druck
- ▶ Hohe Bewegungspräzision/-konstanz
- ▶ Relativer Abschluss des Lernprozesses

Praktische Konsequenz:

- ▶ Wettkampftraining, psychischer und physischer Belastungsdruck
- ▶ Bewusste Fehlerkorrektur mit Zusatzinformationen
- ▶ Unter variierenden Bedingungen / Anforderungen üben

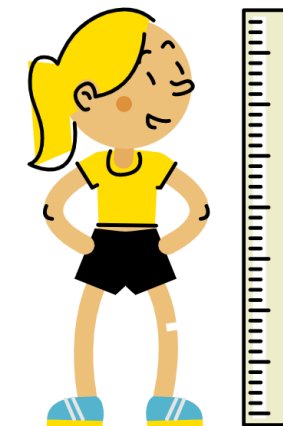
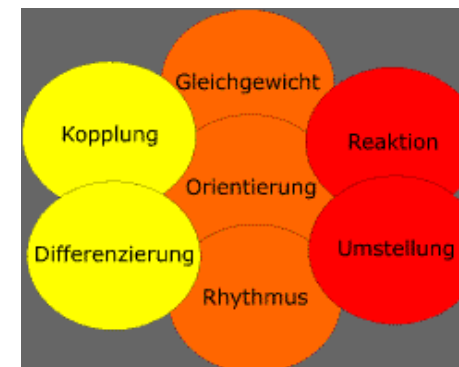
Dreiphasenmodell nach Meinel/Schnabel

Phase der Grobkoordination	Phase der Feinkoordination	Phase der Stabilisierung und variablen Verfügbarkeit (=Automatisierung)
<ul style="list-style-type: none"> – Ziel: Grobform der Bewegungsaufgabe – Erste Bewegungsvorstellung und Bewegungsversuche – Merkmale: verkrampft, unökonomisch, wenig flüssig, instabil, fehlerhaft, rasche Ermüdung 	<ul style="list-style-type: none"> – Ziel: Beherrschung der Bewegung in der Feinkoordination mit adäquatem Krafteinsatz – Genauere Bewegungsvorstellung Fähigkeit Rückinformationen während Bewegung zu verarbeiten – Merkmale: flüssiger, präziser, ökonomischer, annähernd fehlerfrei, stabil – Aber: anfällig für Störeinflüsse, zeitweilige Lernstagnation 	<ul style="list-style-type: none"> – Ziel: Automatisierung der Bewegung + variable Abrufbarkeit – Absolut genaue Bewegungsvorstellung bis hin zur Antizipation – Korrektur bei Abweichungen – Merkmale: Feinstkoordination + Perfektionierung der Technik, Leistungskonstanz unter wechselnden Bedingungen, Bewegungsautomatisierung

Interne und Externe Einflussfaktoren

Interne Einflussfaktoren

- ▶ Physische Leistungsfaktoren
- ▶ Koordinative Fähigkeiten
- ▶ Analysatorische Faktoren
- ▶ Psychische Verfassung
- ▶ Entwicklungsbedingte Faktoren: Alter und Wachstum
- ▶ Körperbau als sportartspezifische Voraussetzung
- ▶ Lateralität: morphologisch, funktional, sensorisch
- ▶ Transfer



Externe Einflussfaktoren

- ▶ Lernzeit, Lerngüte, Lernmenge, Lerntyp
- ▶ Informationen zur Sollwertbestimmung
- ▶ Lehrperson
- ▶ Sprache
- ▶ Soziales Umfeld
- ▶ Wetter



Weitere Lernbegriffe:

- ▶ Beiläufiges Lernen (= inzidentelles Lernen): Gegensatz intentionales L
- ▶ Beiläufiges Lernen liegt dann vor, wenn keine Instruktion gegeben wurde, das später Geprüfte zu lernen (z.B. Sortieren von Blättern: was wurde von dem Text aufgenommen?)
- ▶ Implizites (unbewußtes) und explizites (bewußtes) Lernen
- ▶ Fraktionierendes Lernen: Gegensatz: globales Lernen
- ▶ Reine Teillernmethode: zuerst Teile, dann Zusammenfügung
- ▶ Wiederholende Teillernmethode: neue Teile sukzessiv hinzu gelernt
- ▶ Globales Lernen eher besser; am Anfang hat Teillernmethode Erfolge durch Teilerfolgserlebnisse.
- ▶ Lernen im Schlaf: Darbietung von verbalem Material während des Schlafes soll erfolgreich sein. Wichtig: Frage der Schlaftiefe. Günstig: Vergessenskurve durch geringere Interferenzen flacher.
- ▶ Latentes Lernen: Änderung der Verhaltensmöglichkeiten, die sich nicht unmittelbar in Leistungsänderungen auswirken.
- ▶ Massiertes Lernen: Gegensatz: verteiltes Lernen.
- ▶ Lernvorgänge können einander unmittelbar (ohne Pausen) folgen. Verteiltes Lernen günstiger, v.a. bei umfangreichen Aufgaben
- ▶ Mechanisches Lernen: keine aktive Bearbeitung. Lernen sinnloser Silben.
- ▶ Mentales Lernen: Lernen ohne offenes Verhalten nur durch kognitive Bearbeitung.
- ▶ Perzeptives Lernen: Änderungen des Verhaltens, die sich aus Änderungen der Wahrnehmung ergeben. Brillenversuche. Störung der Wahrnehmung nach einiger Zeit behoben.
- ▶ Produktives Lernen: Lernen mit Maximum an Transfer. Lösungsprinzipien werden auf andere Situationen übertragen.
- ▶ Relationales Lernen: Verhalten nicht von bestimmten einzelnen Signalen, sondern von der Relation zwischen zwei oder mehreren Signalen abhängig.
- ▶ Rezeptives Lernen: Einordnen sinnvollen Materials in bereits vorhandene Kenntnisse
- ▶ Sequentielles Lernen: Erwerb einer geordneten Reihe von Verhaltensweisen (z.B. Wortreihen)
- ▶ Seriales Lernen: Lernen einer einzigen Serie von Elementen
- ▶ Sinnvolles Lernen: Durch kognitive Erfassung von Regeln wird das Lernen erleichtert. Die allgemeine Bedeutung wird erlernt, auf die vollständige Wiedergabe von Einzelheiten wird verzichtet.
- ▶ Verbales Lernen: Lernen durch willkürliche und wiederholende Einprägung (Übung, Memorieren)

7.3. Lernverlaufsbestimmende Einflussgrößen

- ▶ Mentales Training
- ▶ Erwärmung
- ▶ Ermüdung
- ▶ Angst
- ▶ Tageszeit
- ▶ Massiertes oder verteiltes Üben
- ▶ Positiver und negativer Transfer (Interferenzen)
- ▶ Informationsübermittlung durch methodische Maßnahmen und Hilfsmittel (Lehrkraft, Sprache, soziales Umfeld, Sportstätten, Geräte)

7.4. Theoretische Ansätze des motorischen Lernens

7.4.1. Habituation/Behaviorismus S-R

7.4.2. Klassisches Konditionieren

7.4.3. Lernen am Modell

7.4.4. Sensomotorisches Lernen -> closed-loop-Theorie und Schmidts Schema-Theorie

7.4.5. Differenzielles Lernen

7.4.6. EXKURS: Phasen des Lernverlaufs

7.4.1. Habituation (= Lernen durch Gewöhnung)

- Behaviorismus/Habituation: einfachste Form des Erfahrungserwerbs
- ein unbedingter Reflex („angeborener“ UCS) wird durch die wiederholte Konfrontation mit einem Reiz (S), welcher sich als unbedeutend erweist, abgewöhnt (Gewöhnung an den Reiz)
 - ▶ = der Stimulus (S) wirkt auf einen Lernenden ein (dessen innere Bedingungen bleiben unberücksichtigt) und bewirkt eine Antwort (R)
 - ▶ Lernen = Verknüpfung von Reizen (Stimuli) und Reaktionen (Responses)

⇒ Art des Lernens: Habituation

⇒ Resultat des Lernprozesses: Abgewöhnung unbedingter Reaktionen (Schutzreflex bei gegnerischem Schuss/Wurf)

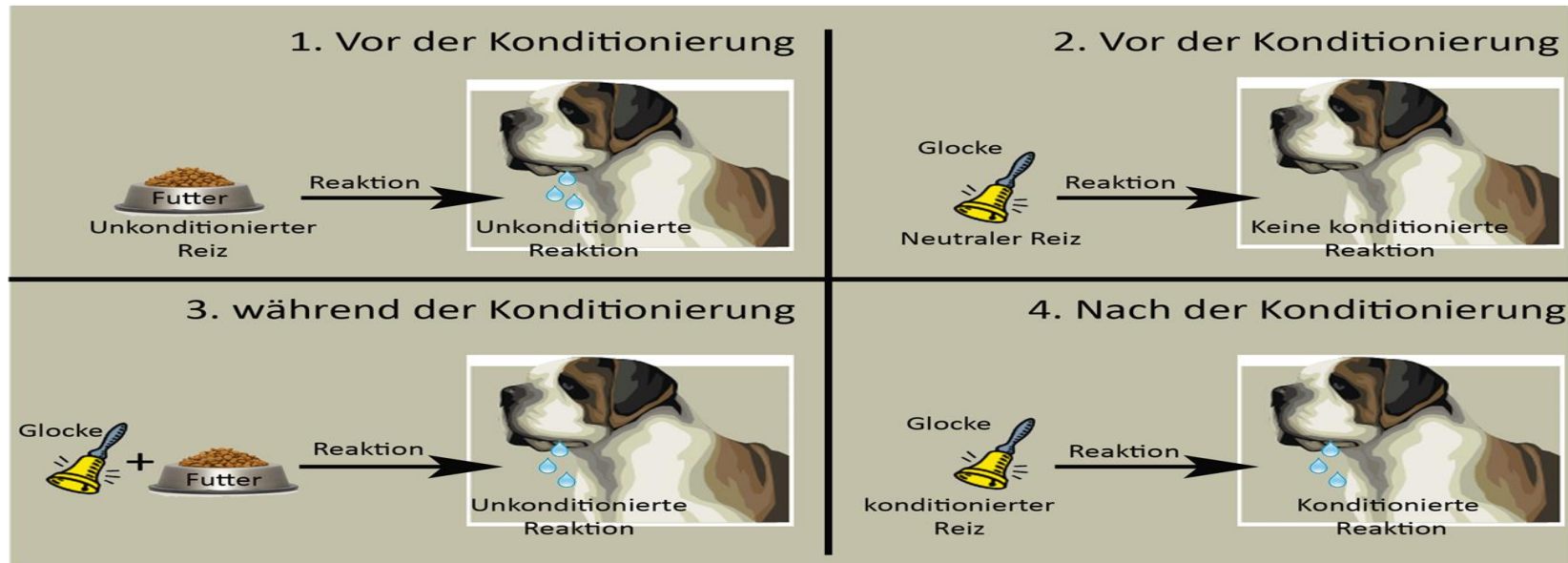
7.4.2. Klassische Konditionierung

= Reaktives Konditionieren

= Reiz-Reaktions-Lernen

- Bietet man nun im Zusammenhang mit dem angeborenen, unbedingten Reiz/Reflex (UCS) mehrfach einen bislang neutralen Reiz (NS) dar (Kopplung), so wird dieser zum bedingten Reiz (CS). Er löst nun ebenfalls eine Reflexreaktion (CR) aus, die der unbedingten Reaktion (UCR) meist sehr ähnlich ist.
- Bekanntestes Beispiel: Pawlowscher Hund

Beispiel



- 1. Futter (UCS) → Speichelfluss (UCR)
- 2. Ton (NS) → Ohrenspitzen (NR)
- 3. Ton(NS)+Futter (UCS) → Speichelfluss (UR)
- 4. Ton (CS) → Speichelfluss (CR)

Übersicht über die Begriffe:

- ▶ **Unbedingter (unkonditionierter) Reiz (UCS):** Reiz, der ohne vorangegangenes Lernen eine Reaktion auslöst
- ▶ **Unbedingte (unkonditionierte) Reaktion UR (UCR):** angeborene Reaktion, die durch den UCS ausgelöst wird
- ▶ **Neutraler Reiz (NS):** Reiz, der zu einer unspezifischen Reaktion führt
- ▶ **Bedingter (konditionierter) Reiz (CS):** ursprünglich NS, der aufgrund einer mehrmaligen Kopplung mit einem UCS eine gelernte oder bedingte Reaktion CR bewirkt
- ▶ **Bedingte (konditionierte) Reaktion (CR):** erlernte Reaktion, die durch den CS ausgelöst wird

Zusammenfassung

- ▶ Bewußtseinsunabhängige Verknüpfung von Reiz (Hinweisfunktion/Signalfunktion) und Reaktion (äußerlich beobachtbare Verhaltensweise)
 - ▶ Löschung (Extinktion), wenn CS und UCS nicht mehr zusammentreffen
 - ▶ Gegenkonditionierung: Erlernen alternativer Reaktionen durch Eliminierung der Verankerung (CS + CR)
- ➔ Für das Lernen erforderlich sind:
- Kontiguität = zeitliches Zusammensein von Reiz und Reaktion (auch Assoziationslernen = direkte assoziative Verknüpfung)
 - Wiederholung

7.4.3. Lernen am Modell

ist eine Form des sozialen Lernens

weitere Bezeichnungen: Beobachtungslernen, Nachahmungslernen, soziales Lernen, Unterweisungslernen, Rollenlernen und stellvertretendes Lernen.

- beim Nachahmungslernen wird das Verhalten eines Vorbilds imitiert
- beim Unterweisungslernen kommt es zur Vermittlung von Fertigkeiten und Setzung von Normen durch einen autorisierten Erzieher
- spielt eine sehr große Rolle - im Sport spricht man von der Ambivalenz: Sport kann zur Fairness erziehen aber auch das Umgekehrte bewirken.

Modelllernen nach Bandura



Formen des sozialen Lernens

- ▶ **Lernen am Modell:** die Attraktivität liegt bei dem Erfolg der beobachteten Handlung
- ▶ **Imitationslernen:** die Attraktivität liegt in der beobachteten Handlung
- ▶ **Identifikationslernen:** die Attraktivität liegt in der beobachteten Person

Drei Formen/Ausprägungen des Modellernens

- ▶ **Aufbau neuer Verhaltensweisen:** Verhaltensweisen, die sich nicht im Repertoire der Person befinden, werden erlernt.
- ▶ **Modifikation bestehender Verhaltensweisen:** Hemmung/Enthemmung bei negativen/positiven Verhaltenskonsequenzen.
- ▶ **Schaffung diskriminativer Hinweisreize:** Modellverhalten als Hinweisreiz, der Auftreten bereits erlernten Verhaltens erleichtert.

4 Komponenten des Modell-Lernens:

Aneignungsphase:

- Aufmerksamkeit
- Im Gedächtnis speichern (Schema)

Ausführungsphase (Nachbildungsleistung):

- Reproduktion
- Motivation- und Verstärkungsprozesse (Verstärker: stellvertretend, direkt, Selbstverstärker)

Lernen durch Beobachtung und Nachahmung => sehr effizient, für die Entwicklung wichtig

7.4.4. (Senso)motorisches Lernen:

Informationsverarbeitungsansatz

Allgemein:

innere Rückkopplung: kinästhetisch, statico dynamischer Analysator

äußere Rückkopplung: visuell, verbal, taktil

Sensomotorische Lerntheorien:

- closed-loop-Theorie des Lernens
- Schmidts Schema-Theorie

closed-loop Theorie des Lernens nach Adams

- ▶ Reaktion auf Defizite der behavioristischen Lerntheorien (Vernachlässigung der Bedeutung sensorischer Reize während Bewegungsausführung und Ergebnisrückmeldung für Lernprozess)
- ▶ zwei Arten des motorischen Gedächtnisses: Wahrnehmungs-Spur („perceptual trace“) und Gedächtnis-Spur („memory trace“)
- ▶ Motorisches Lernen ist abhängig von KR („knowledge of results“) und Übung. Es führt zu einer Präzisierung und Stabilisierung der Wahrnehmungs- und Gedächtnisspur
- ▶ Damit ist das wesentliche Element motorischen Lernens ein Wahrnehmungsprozess bei langsamen Aufgaben.

Lerntheorien des Informationsverarbeitungs-Ansatzes

Gedächtnisspur

(„memory trace“, **motorisches Programm**)

- Ist erforderlich, um die **Bewegung auszulösen** und zur Steuerung des ersten Teils der Bewegung (liegt noch keine sensorischen Konsequenzen vor)
- enthält einfache motorische Programme
 - wählt die durchzuführende Reaktion bei gegebener Reizkonstellation aus, initiiert sie
 - geht Feedback und der Nutzung der Wahrnehmungsspur, welche die Bewegung nach dem Beginn reguliert, voraus

Wahrnehmungsspur („perceptual trace“)

- Sie beinhaltet die sensorischen Konsequenzen der Bewegungen:
- während Bewegungskausführung einlaufende Rückmeldungen sensorischer Systeme (über visuelle und propriozeptive Reafferenzen) werden gespeichert (im Gehirn zur Erinnerung und Wiedererkennung angelegt).
 - Wahrnehmungsspur regelt anschließend ausgeführte Bewegung, in dem sie bei einer Abweichung von den gespeicherten sensorischen Konsequenzen für eine Korrektur sorgt

Genaueres zur Wahrnehmungsspur der „closed-loop-Theorie“ des Lernens

- ▶ Bewegungsausführungen hinterlassen im Gedächtnis Spuren. Mehrere Spuren bilden die Wahrnehmungsspur. Frühes Lernstadium = fehlerhaftes Üben („verbal motor stage“) -> KR gegeben -> Verbesserung („motor stage“) -> immer geringere Fehler
- ▶ Sie beinhaltet Feedback über Reaktion, Fehlererkennung und Fehlerkorrektur
- ▶ Reaktion ist zu einem Sollwert (= Referenzwert) rückgekoppelt
- ▶ Diskrepanzen bedeuten einen Fehler, der anschließend korrigiert wird
- ▶ Der Bewegungsablauf wird durch die ständige Überprüfung kontrolliert und bei der Feststellung einer Diskrepanz von Ist- und Soll-Wert wiederkehrend neu geregelt/korrigiert
- ⇒ Closed-loop, da „geschlossener Kontrollkreis“ zwischen Umwelt und System
- ⇒ Praktische Konsequenz ist die Erkenntnis, dass Bewegungslernen bei langsamen Positionierungsaufgaben Wahrnehmungslernen (Wissen um die eigene Körperposition) ist.

Kritik an der „closed-loop“-Theorie motorischen Lernens

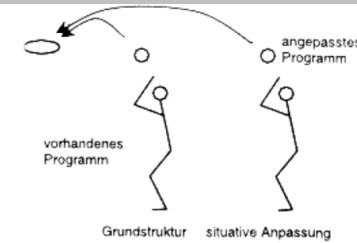
nach Adams

- ▶ Eingeschränkter Geltungsbereich: nur auf langsame Positionierungsaufgaben
→ sehr kleiner Teil menschlicher Bewegungen
- ▶ Annahme von Adams: Notwendigkeit der Ausführung richtiger Bewegungen zur Ausbildung der Wahrnehmungsspur
→ in anderen Untersuchungen widerlegt
- ▶ Speicher- und Neuigkeitsproblem
(→ siehe „motorische Programme“)

Schmidts Schema-Theorie motorischen Lernens (1975)

- ▶ Weiterentwicklung der Theorie von Adams
- ▶ Lösung über: Programm-Konzept und motorische Schemata
- ▶ Erweiterte Geltungsbereich um schnelle Bewegungen
- ▶ Im Gedächtnis verallgemeinerte Regeln (GMP) gespeichert
- ▶ Schema = Reihe von (verallgemeinerten) Regeln für einen bestimmten Prozess
- ▶ „diskrete“ motorische Fertigkeit: definierter Bewegungsanfang und -ende liegen vor

Zur Erinnerung



Peter Hargasser
Sportzentrum

Quelle: unbekannt

Programm-Konzept:

- ▶ GMP für bestimmte Klassen von Bewegungen
- ▶ Vor Bewegungsbeginn bereitgestellt
- ▶ Motorische Kommandos: Anzahl von Impulsen, die in einer bestimmten zeitlichen Folge und einer bestimmten Intensität an die Muskulatur ausgesendet werden

Schemata:

- ▶ Situationsadäquate Anpassung generalisierter motorischer Programme
- ▶ Voraussetzung für Aufbau:
 - ▶ Ausgangsbedingungen
 - ▶ Bewegungsspezifikation (Parameter)
 - ▶ Sensorische Konsequenzen
 - ▶ Ergebnis der Bewegung

Ablauf:

- Speicherung der Information bis eine Beziehung im Sinne von Schemata (Regeln) zwischen ihnen abstrahiert werden kann
- Abstraktion der Beziehung zwischen den verschiedenen Informationsarten
- Inhalt motorischer Schemata: Abstraktionen
- Von besonderer Bedeutung:
 - **Recall-Schema** (Bewegungsproduktion = Erinnerungs-Schema)
 - **Recognition-Schema** (Bewegungsevaluation = Wiedererkennung-Schema)

Schmidts Schema Theorie geht von zwei Arten des motorischen Gedächtnisses aus:

Erinnerungsschema/ Wiedergabeschema („recall-schema“): Bewegungsproduktion

- ▶ Basiert auf einem GMP und beinhaltet Regeln/Informationen über die Beziehung der Anfangsbedingungen, der *GMP-Parameter* und der Bewegungsergebnisse
- ▶ → für schnelle Bewegungen/ „open-loop“-Anteile zuständig

Wiedererkennungsschema („recognition schema“): Bewegungsevaluation

- ▶ Beinhaltet Regeln/Informationen über die Beziehung der Anfangsbedingungen, der *sensorischen Konsequenzen* und der Bewegungsergebnisse
- ▶ Es unterliegt der Spezifikation des gewünschten Outputs des Bewegungsprogramms, Fehlerkorrektur und Kontrolle langsamer Bewegungen
- ▶ → langsamere Bewegungen/ „closed-loop“-Anteile zuständig

Zwei Arten des motorischen Gedächtnisses:

Recall-Schema

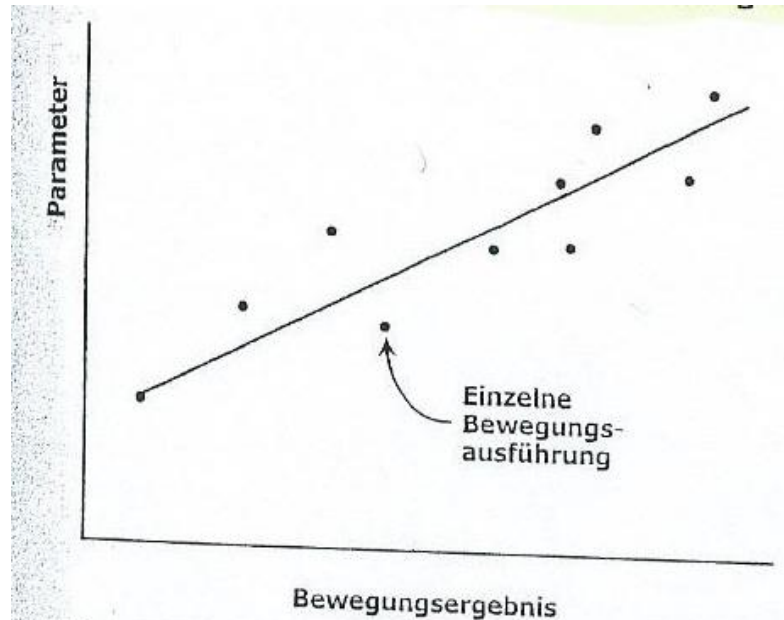


Abb. 146: Hypothetische Beziehung zwischen Bewegungsergebnis und den dafür verwendeten Parametern (nach Schmidt, 1988, S. 484; Schmidt & Lee, 1999, S. 372)

Recognition-Schema

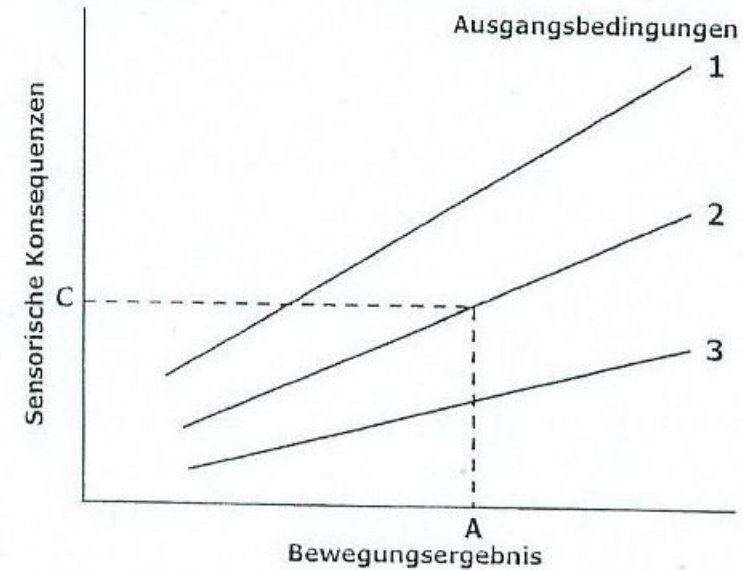


Abb. 148: Recognitionsschema als hypothetische Beziehung zwischen Bewegungsergebnis, den sensorischen Konsequenzen bei unterschiedlichen Ausgangsbedingungen (nach Schmidt, 1988, S. 486; Schmidt & Lee, 1999, S. 373)

Schema-Theorie

Schemalernen:

- ▶ Variation eines Programms, dadurch Erlernen der schematischen Beziehung zwischen Bewegungsparameter und Bewegungsergebnissen (Veränderung der Kraft, des Timings und der Zielbedingungen)
- ▶ Bsp: Schema: Flugzeug, später Typ – zwei Gedächtnisinstanzen: Wiedergabeschema und Wiedererkennungsschema

Kritikpunkte:

- ▶ Annahme der Existenz GMP
- ▶ Gewichtung einzelner Übungsversuche für die Veränderung der Beziehungsregeln (statistische Annahme)
- ▶ Bewegungsausführung bevor ein Schema existiert

7.4.5. Differenzielles Lernen als Beispiel Systemdynamischer Ansätze nach Schöllhorn

Systemdynamischer Ansatz

- ▶ Bewegung ist das Ergebnis von Selbstorganisationsprozessen
- ▶ Kontrolle der Bewegung erfolgt durch situationsangepasste Muskelkopplungen.
- ▶ Bewegungslernen erfolgt hier als ein Such- und Erfahrungsprozess im Wahrnehmungs- und Erfahrungsraum.

Bsp.: Differenzielles Lernen

- ▶ Individualität
- ▶ Nicht-Wiederholbarkeit einer Bewegung
- ▶ Keine Korrektur, nur Anweisungen
- ▶ Lernprozess = „Abtasten“ der Randbereiche eines Lösungsraumes
- ▶ Ziele des Lernprozesses:
 - Fähigkeit des Gehirns zur Interpolation ausnutzen
 - Gezieltes Verstärken von Schwankungen/Fluktuationen
 - Schnell und adäquat an neue Situationen anpassen können

„Fehler“ sind wichtig

- ▶ Fähigkeit des Gehirns zur Interpolation ausnutzen => aus den Unterschieden/Differenzen zwischen Bewegungen kann das Gehirn den dazwischen liegenden Bereich abschätzen und das für den Sportler individuelle Optimum finden
- ▶ „Fehler“: nötige Schwankung oder Fluktuation

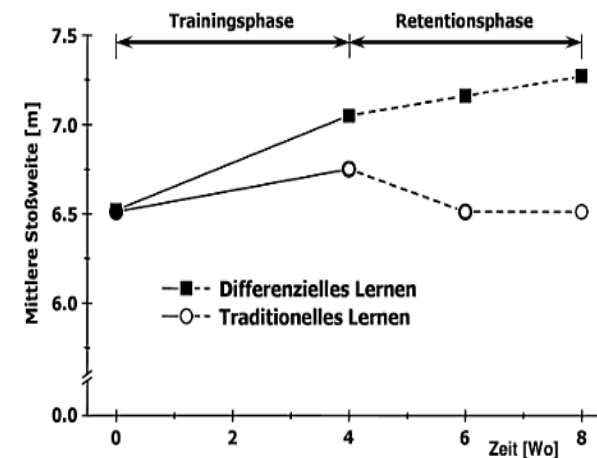
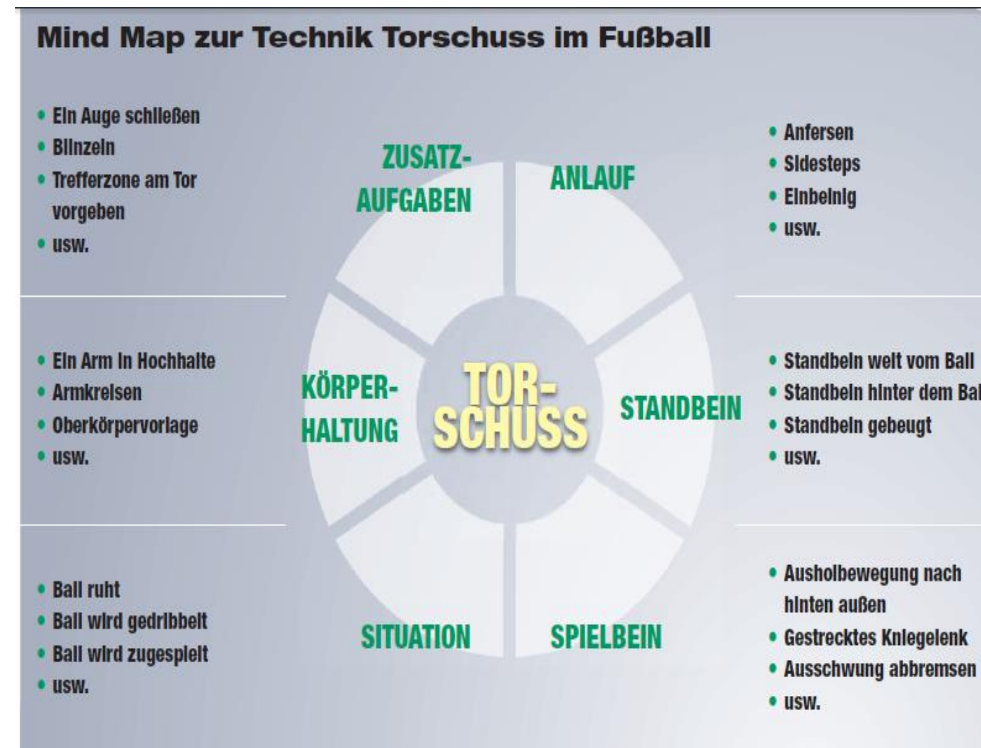


Abb. 161: Ergebnisse der von Beckmann und Schöllhorn (2002) durchgeführten Vergleichsstudie zwischen traditionellem und differenziellem Techniktraining im Kugelstoßen (nach Schöllhorn, 2003/11, S. 170)

Grundsatz des „Differenziellen Lernens“

- ▶ Jedes Gelenk kann hinsichtlich seines Winkels, seiner Winkelgeschwindigkeit, seiner Beschleunigung und seines Rhythmus variiert werden
- ▶ „Wiederholen ohne zu Wiederholen“

Quelle unbekannt



7.4.6. Unterteilung nach „Phasen/Stufen des Lernverlaufs“ des motorischen Lernens nach Meinel/Schnabel

Rein morphologische Sichtweise: äußeres Erscheinungsbild der
Bewegung

Es handelt sich NICHT um eine Theorie zum motorischen Lernen

Phasen:

- ▶ Phase 1: Grobkoordination
- ▶ Phase 2: Feinkoordination
- ▶ Phase 3: Stabilisierung der Feinkoordination/ variable Verfügbarkeit/
Feinstkoordination/ Automatisierung

1. Lernphase: Grobkoordination

- ▶ Erste Auseinandersetzung mit neuer Bewegung
- ▶ Lernen erfolgt überwiegend optisch
- ▶ Bewegung trägt alle wesentlichen Merkmale (Grundzüge) der angestrebten Technik und kann unter günstigen Umständen ausgeführt werden
- ▶ Bewegungen „unrund“: eher Einzelbewegungen
- ▶ Trainer/Lehrer: erklären, demonstrieren

Typische Mängel:

- ungenügender Nutzung der äußeren und reaktiven Kräfte
- falsche Dynamisierung
- mangelhafte Ausprägung des Bewegungsrhythmus
- unvollkommene Kopplung der Teilbewegungen
- mangelhafter Bewegungsfluss
- weitere Unvollkommenheiten im Bewegungsumfang, -tempo, in der Bewegungspräzision, Bewegungskonstanz und Leistungsstabilität
- hohe Zahl an Fehlversuchen
- ➔ qualitative Bewegungsmerkmale unzureichend ausgeprägt

2. Lernphase: Feinkoordination

- ▶ Dem angestrebten technischen Leitbild voll entsprechender Bewegungsablauf („optimal“) unter gewohnten, störungsfreien Bedingungen annähernd fehlerfrei
- ▶ Besseres Zusammenspiel von Teilbewegungen
- ▶ Lernfortschritt nicht kontinuierlich
- ▶ unter Druck bzw. ungewohnten erschwerten Bedingungen (Wettkampf) Rückfall (technische Fehler)

→ instabil

3. Lernphase: Stabilisierung/Automatisierung/variable Verfügbarkeit

- ▶ Bewegungen laufen anscheinend von selbst, ohne bewusst werdende Steuerung und Regelung, ab => Bewegung wird beherrscht
- ▶ reduzierte Regulation: die Bewegungskoordination wird von den höheren Hirnzentren auf niedere verlagert
 - ➔ sicheres Lösen der gestellten Aufgabe bei herabgesetztem Aufwand der Regulation ermöglicht
 - ➔ Aufmerksamkeit kann auf andere Dinge gerichtet werden

Kritik:

- ▶ Lernstufen antiquiert
- ▶ willkürliche Trennung der Lernstufen
- ▶ zu starker Modellcharakter (eher trainingspraktische Anleitung)
- ▶ v.a. nervale Ansätze widersprechen dem Modell
- ▶ innere Entwicklung wird zu wenig berücksichtigt

Stufen nach Friedrich Fetz

Lernstufen	Stufen	Lehrstufen
Sammeln von Bewegungserfahrungen unbewusste Formungsverbesserung der Koordination	I Naive Stufe	keine Bewegungsvorschriften Vielseitigkeit Eigentätigkeit Bewegungsaufgaben
bewusste Formung	II Zuwendung	Bewegungsformung durch Bewusstmachung Vorführung, Übungsveränderung, -steigerung, -verbindung
Spezialisierung, Automatisierung	III Feinformung	Auslese nach Begabung hohes Übungsmaß

Examen:

▶ **H 13 (Unterrichtsfach) – Thema 1:**

Teilaufgabe 1: Erläutern Sie ein theoretisches Konzept des motorischen Lernens!

Teilaufgabe 2: Beschreiben Sie auf Grundlage des in Frage 1 erläuterten Konzepts am Beispiel einer motorischen Fertigkeit Ihrer Wahl ein Lehrverfahren!

Teilaufgabe 3: Erörtern Sie Möglichkeiten und Grenzen zum Einsatz des in Frage 2. beschriebenen Verfahrens im Sportunterricht!

▶ **FJ 11 (Unterrichtsfach LPO alt) – Thema 3:**

Teilaufgabe 1: Erläutern Sie die erste Phase des motorischen Lernprozesses und leiten Sie anhand eines geeigneten schulsportpraktischen Beispiels didaktisch-methodische Maßnahmen ab!

Teilaufgabe 2: Erläutern Sie die zweite Phase des motorischen Lernprozesses und leiten Sie anhand eines geeigneten sportpraktischen Beispiels didaktisch-methodische Maßnahmen ab!

▶ **FJ 14 (Unterrichtsfach) – Thema 2**

8. Motorische Entwicklung – motorische Ontogenese