

Biomechanik und sportliche Technik

Biomechanik

?

Wozu brauchen wir denn das?

Ist für mich ein Buch mit sieben Siegeln.

Schon wieder was Neues!

Will ich gar nicht wissen!

Viel zu schwierig.....

Begriffsdefinition

..... aber geht doch:

“Bio” = “Biologisch” oder “Biologie”

“Mechanik” = Zweig der Physik, der die
Bewegungen materieller Systeme
unter dem Einfluss von Kräften
untersucht



Fragestellungen

= Aufgabenfelder der Biomechanik: ■

Wie sieht die **Bewegung** aus (Bewegungsbeschreibung)?

Fragestellungen

Welche Faktoren beeinflussen das Bewegungsziel?

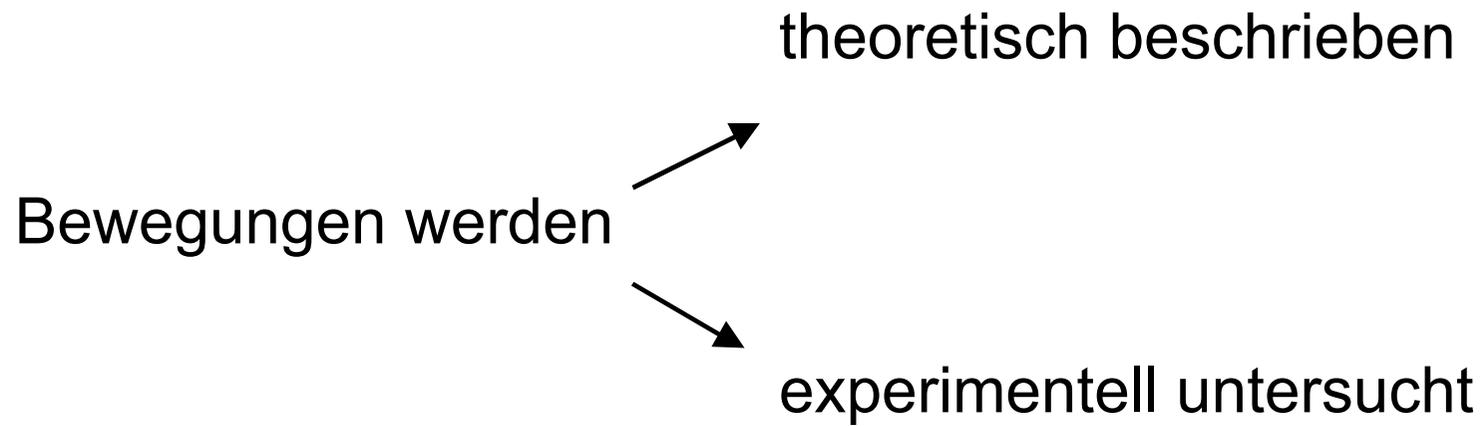
Gibt es Grundsätze, die auf jede Bewegung angewendet werden können?

Welche Muskeln sind an der Bewegung beteiligt?

Fragestellungen

Wie kann man eine Bewegung **optimieren**?

→ Diese Fragestellung ist das Hauptziel biomechanischer Betrachtungsweisen.



Biomechanische Prinzipien



- Prinzip des optimalen Bewegungsweges
geradlinig oder stetig gekrümmt, nicht wellenförmig



Biomechanische Prinzipien

- Prinzip der Anfangskraft
Bewegung mit best. Kraft in best. Richtung
- Prinzip der Koordination von Teilimpulsen
Koordination einzelner Muskelschlingen



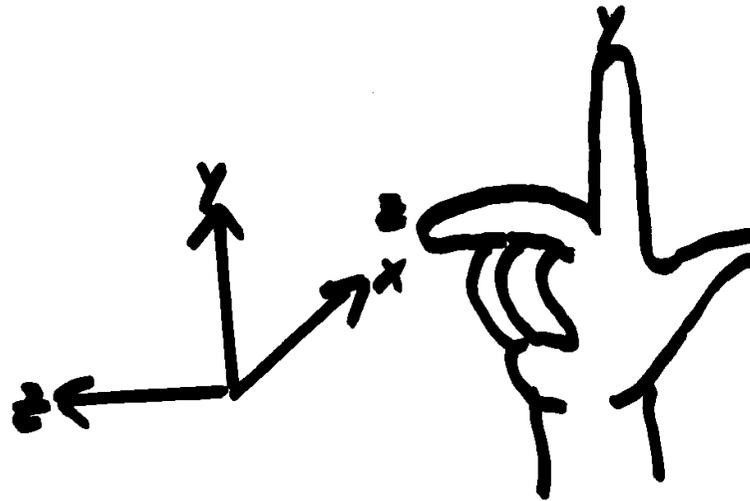
Biomechanische Prinzipien



- Prinzip der Gegenwirkung
actio = reactio; Beispiel: Ball werfen
- Prinzip der Impulserhaltung
Impuls über die Zeit konstant,
solange keine äußeren Wirkungen



Biomechanische Prinzipien



..... wir brauchen ein Koordinatensystem:



Biomechanische Prinzipien

Zur vollständigen Beschreibung einer Bewegung sind zwei Angaben notwendig:

- das Bezugssystem (Koordinatensystem), in dem die Bewegung beschrieben wird (räumliche Komponente)
- die Körperkoordinate in diesem Bezugssystem zu jedem Zeitpunkt (zeitliche Komponente)



Biomechanische Prinzipien

Merksätze:

- Als Bewegung bezeichnet man die Veränderung der Koordinaten eines Körpers im Laufe der Zeit in einem beliebig gewählten, dann aber festen Bezugssystem.
- Um eine Bewegung zu analysieren, benötigt man ein **Bezugssystem** und eine **Zeitinformation**.



Biomechanische Prinzipien

Bezugssysteme:

- der Ursprung kann beliebig gewählt werden
- Analyse wird erleichtert, wenn er richtig gewählt wird

?



Biomechanische Prinzipien

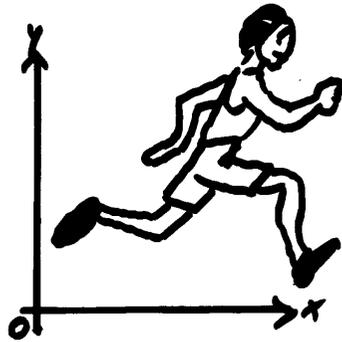


Aufgaben:

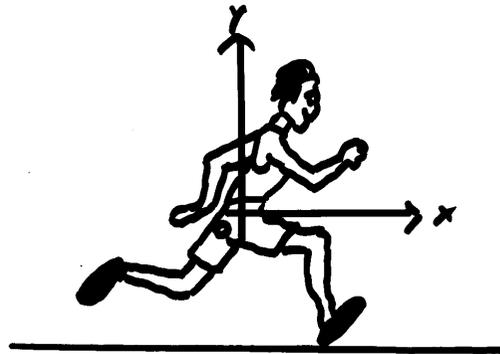
- Analyse der Länge des Schrittes
- Analyse des Bewegungsumfang des rechten Beins während eines Schrittes



Biomechanische Prinzipien



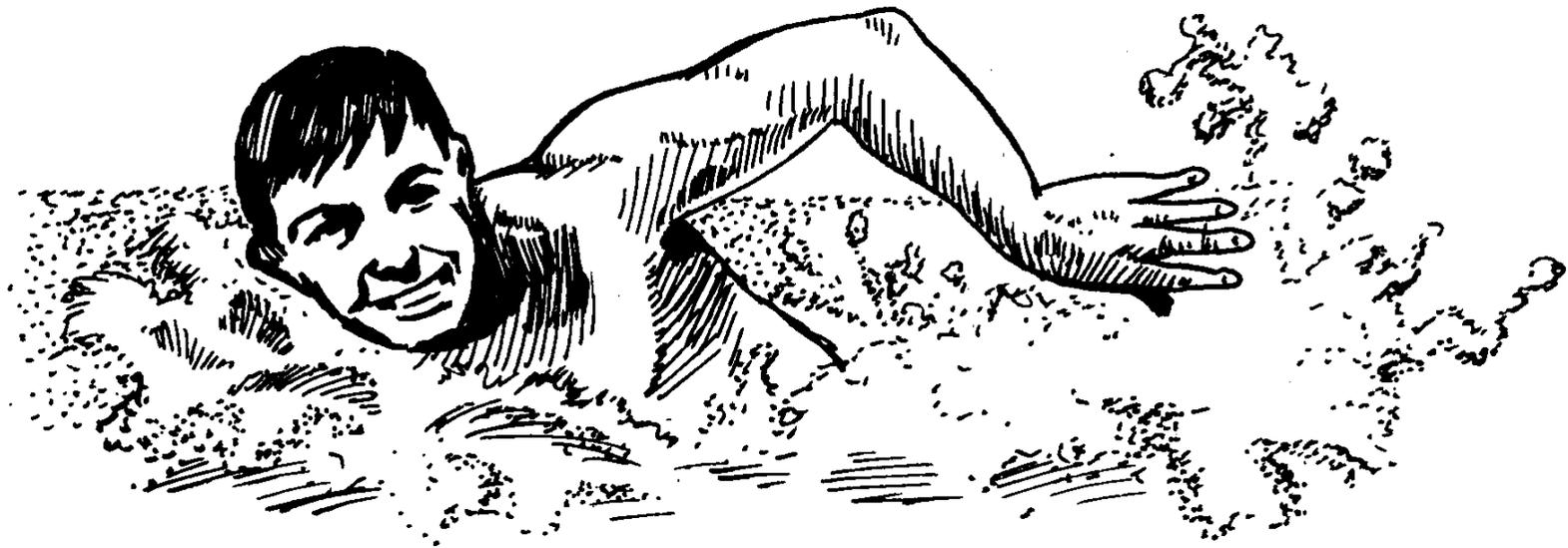
Lage des
Koordinatennullpunktes bei
einem ortsfesten
Koordinatensystem



Lage des
Koordinatennullpunktes bei
einem körperfesten
Koordinatensystem



Biomechanik des Schwimmens (1)



Biomechanik des Schwimmens

Dichte des Wassers etwa 1000 mal größer ist als die Dichte der Luft.

Beim Aufenthalt im Wasser wirken

↑(hydro)statischer Auftrieb

↓ Schwerkraft



Biomechanik des Schwimmens

- Beim Bewegen im Wasser wirken zusätzlich
 - der Strömungswiderstand
 - der (hydro)dynamische Auftrieb und
 - die Trägheitskraft.



Biomechanik des Schwimmens

Je nachdem, ob der (hydrostatische) Auftrieb kleiner, gleich oder größer als die Gewichtskraft ist,

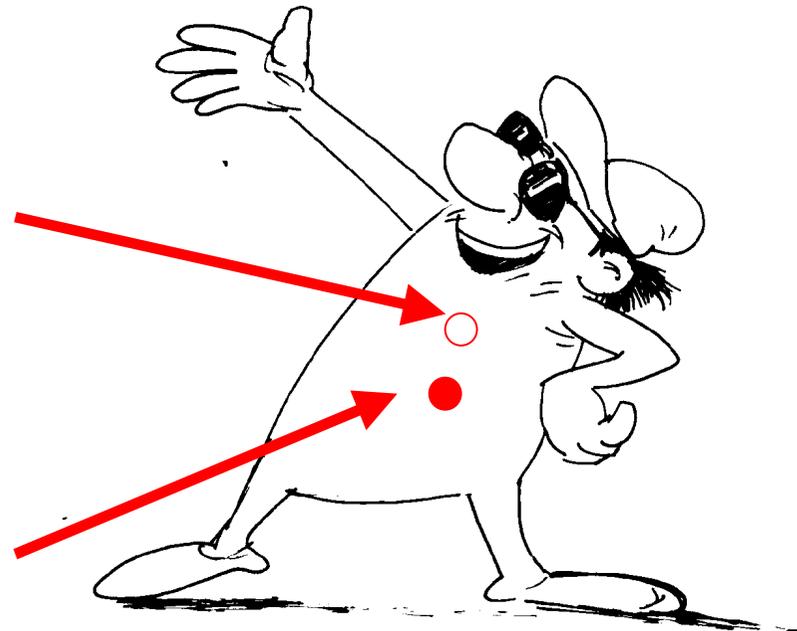
- sinkt
- schwebt oder
- steigt (schwimmt) der Körper.



Biomechanik des Schwimmens

Jeder Mensch hat:

- Volumenmittelpunkt (VM)
(liegt bei vielen kopfwärts vom Körperschwerpunkt)
- Körperschwerpunkt (KSP)

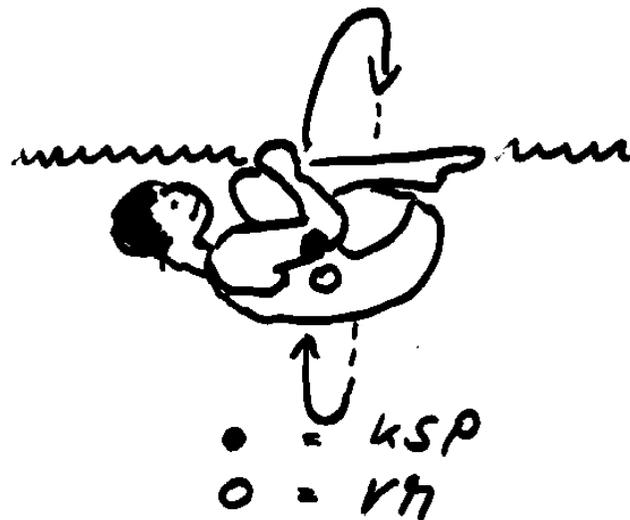


4.



Biomechanik des Schwimmens

Und wie sieht dies im Wasser aus?



links: Gleichgewichtszustand ist labil

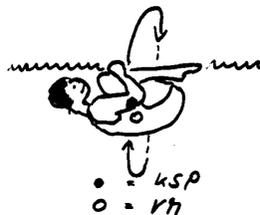
rechts: Gleichgewichtszustand ist stabil



Biomechanik des Schwimmens

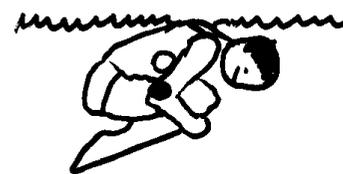
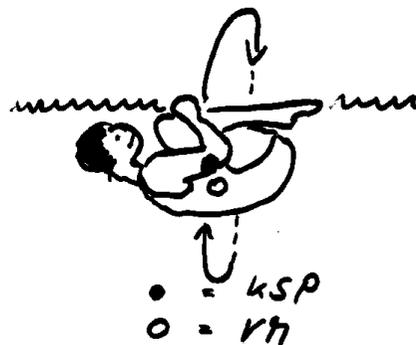
Warum passiert das?

Die Resultierende der am Körper angreifenden statischen Auftriebskräfte wirkt am **Volumenmittelpunkt** (VM) der verdrängten Wassermassen, die Schwerkraftresultierende greift dagegen am **Körperschwerpunkt** (KSP) an.



Biomechanik des Schwimmens

Das Kräftepaar Schwerkraft / statischer Auftrieb bewirkt ein Drehmoment, das von der Länge des Hebelarms (Abstand VM zu KSP) und dem Betrag der Schwerkraft (Körpergewicht) abhängt. Die Drehachse geht durch den VM.



Biomechanik des Schwimmens

Die Positionen des Körperschwerpunktes und des Volumenmittelpunktes können durch

- Veränderung der Körperlage,
- Teilkörperbewegungen sowie
- Ein- bzw. Ausatmung

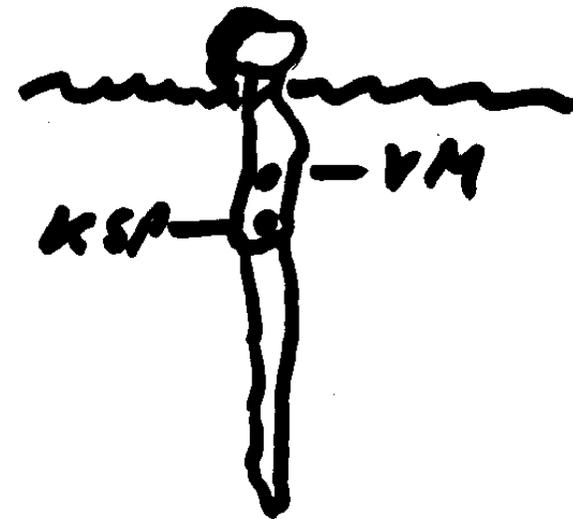
verändert werden.

Biomechanik des Schwimmens

Stabiler oder labiler
Gleichgewichtszustand ?

Der Körper befindet sich in einem
stabilen Gleichgewichtszustand –

der Körperschwerpunkt liegt
unterhalb des Volumenmittelpunktes

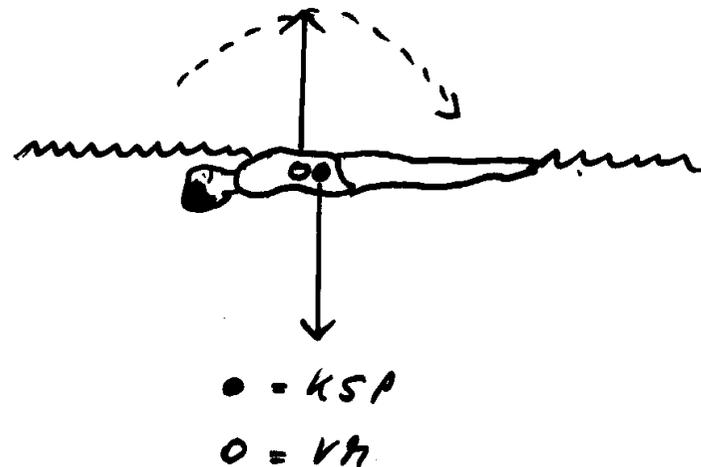


Biomechanik des Schwimmens

Stabiler oder labiler
Gleichgewichtszustand ?

Der Körper befindet sich
in einem labilen
Gleichgewichtszustand –

der Körperschwerpunkt liegt über
oder auf gleicher Höhe des
Volumenmittelpunktes (=Drehpunkt)



Technikrelevante Rahmenbedingungen

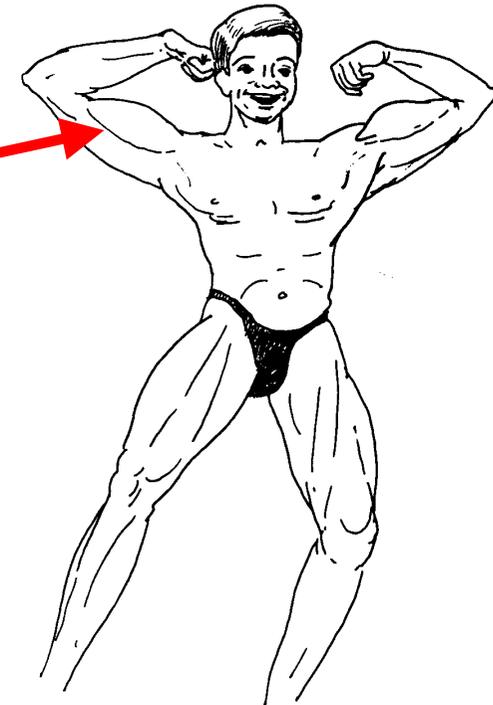
139.



Technikrelevante Rahmenbedingungen

Interne Bedingungen:
Muskeln und Nerven

Externe Bedingungen:
antreibende Wasserkraft und
hemmender Wasserwiderstand



Technikrelevante Rahmenbedingungen

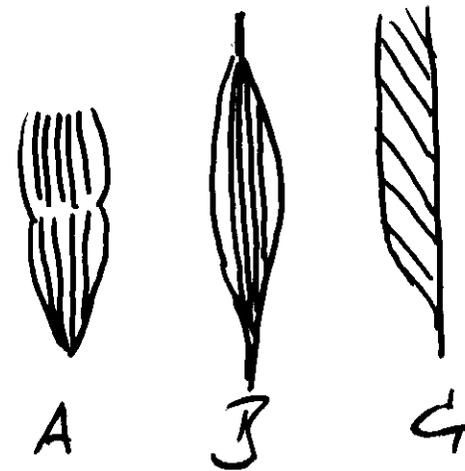
Muskelkontraktionen sind die Ursachen für Aktionen (z.B. Arm- und Beinbewegungen).

Wir beschäftigen uns zunächst mit:

Funktionell-anatomische Betrachtungen

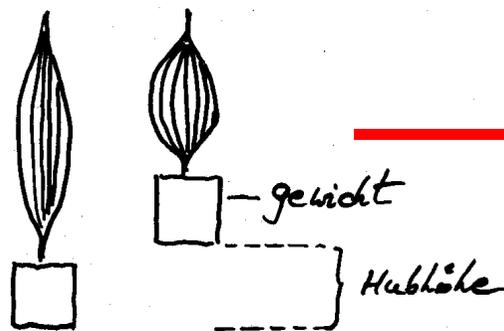
Formen und Beispiele für Muskelfaseranordnungen
(„Materialeigenschaften“)

- A = parallelfasrig
(gerade Bauchmuskulatur)
- B = spindelförmig (Bizeps)
- C = einfach gefiedert
(kurzer Wadenmuskel)

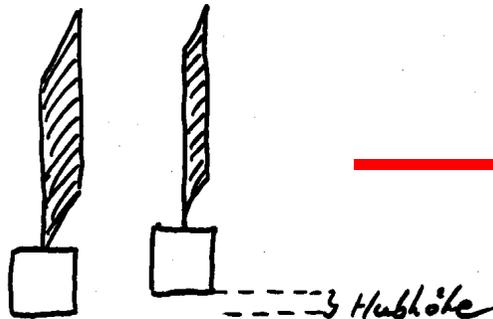


Funktionell-anatomische Betrachtungen

die Muskelfiederung hat Einfluß auf die Hubhöhe (=Verkürzungslänge) eines Muskels



→ parallelfasrige und spindelförmige Muskeln verkürzen sich stark



→ gefiederte Muskeln verkürzen sich kaum

Funktionell-anatomische Betrachtungen

Fazit:

Parallelfaserige und kleinwinklig gefiederte Muskeln sind die **Bewegungsmuskeln** (Schnelligkeitsmuskeln).



Wofür wichtig?

Überall dort wichtig, wo große Bewegungsausschläge und schnelle Bewegungen erforderlich sind (Bizeps und äußerer Oberschenkel)



Funktionell-anatomische Betrachtungen

Großwinklig und vor allem doppelt gefiederte Muskeln sind die **Haltemuskeln** (Kraftmuskeln).



Funktionell-anatomische Betrachtungen

Merke:

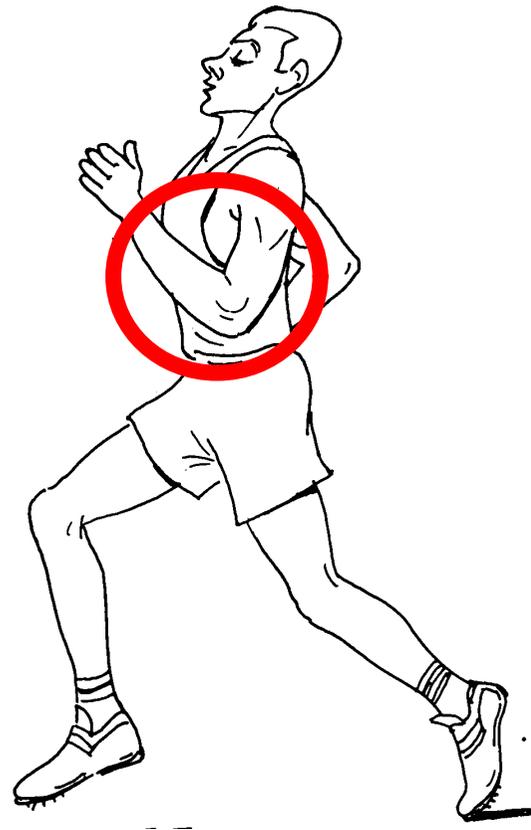
Jede sportliche Bewegung ist eine muskuläre Ganzheitsleistung.

Für biomechanische Aspekte ist daher neben der physikalischen Betrachtung auch die funktionelle Muskelanatomie wichtig.



Funktionell-anatomische Betrachtungen

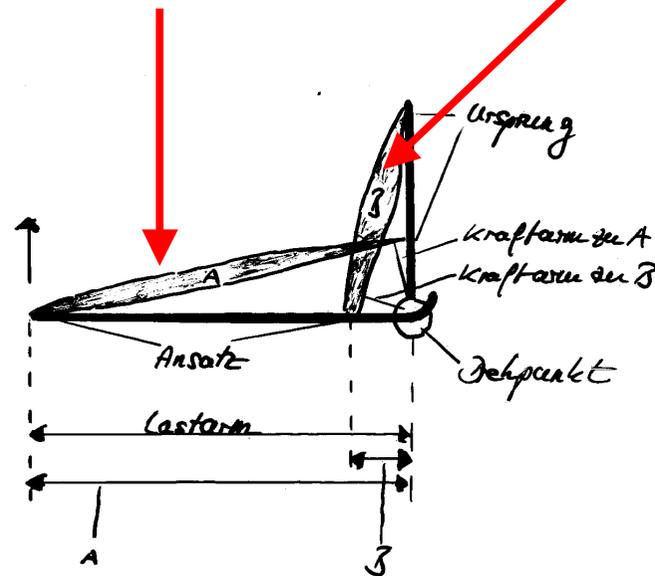
- Hebel- und Drehmomente (1)



Funktionell-anatomische Betrachtungen

Hebel- und Drehmomente (3)

Die Kraftentwicklung der Beugemuskeln übertrifft deutlich die der Streckmuskulatur.



Funktionell-anatomische Betrachtungen

Im Alltag:

- Greif- und Tastbewegungen in Beugestellung

Im (Leistungs)sport:

- maximale Steckung des Ellbogengelenks (Geräteturnen, Kraulschwimmen,...)

Fazit:

- leistungsbegrenzender Faktor
- Überlastungsschäden möglich



Funktionell-anatomische Betrachtungen

Nutzen des Wissens für die Praxis?

- Nur Bewegungen ausführen/trainieren lassen, die aufgrund der anatomischen Bauweise überhaupt möglich sind.
- Überlastungsschäden durch falsches Üben/Trainieren von vorne herein ausschließen.
- Was funktionell-anatomisch nicht geht, darf man als Ausbilder/Trainer nicht verlangen.



Funktionell-anatomische Betrachtungen

Ein Tipp für die „Mucki-Bude“:

Die antrainierte Kraft des Bizepsmuskels ist von der Stellung des Oberarms (bzw. der Schnelligkeits- und Lastenbeuger zueinander) wichtig:

- gute Kraftentwicklung der Bizepsmuskulatur im Kammgriff
- geringe Muskelentwicklung der Bizepsmuskulatur im Ristgriff



Funktionell-anatomische Betrachtungen

Was lernen wir hieraus (unter biomechanischen Gesichtspunkten)?

Während der Bewegungsabläufe ändern sich Last- und Kraftmomente
es gibt sog. „ideale Arbeitswinkelbereiche“

→ diese erforscht u.a. die biomechanische Wissenschaft

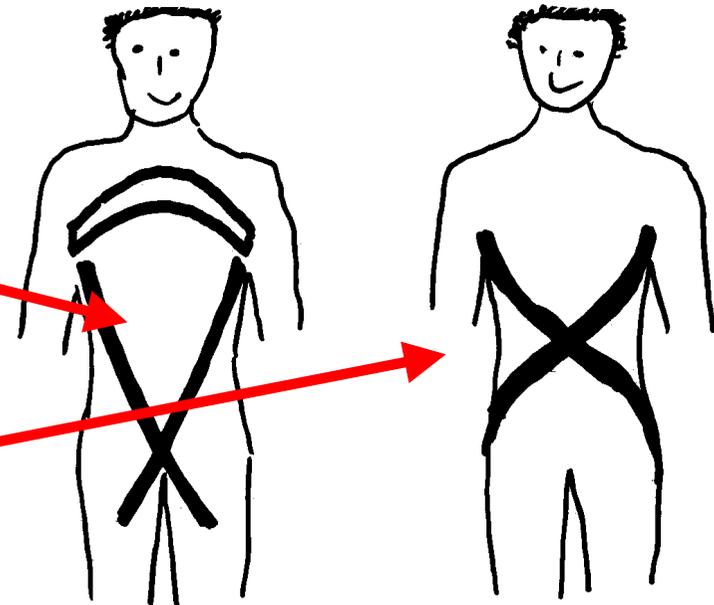


Funktionell-anatomische Betrachtungen

Muskelschlingen / Muskelketten

Große diagonale Rumpfschlinge

kleine diagonale Rumpfschlinge



Funktionell-anatomische Betrachtungen

Aktone = Muskelteile, die innerhalb einer Kette agieren

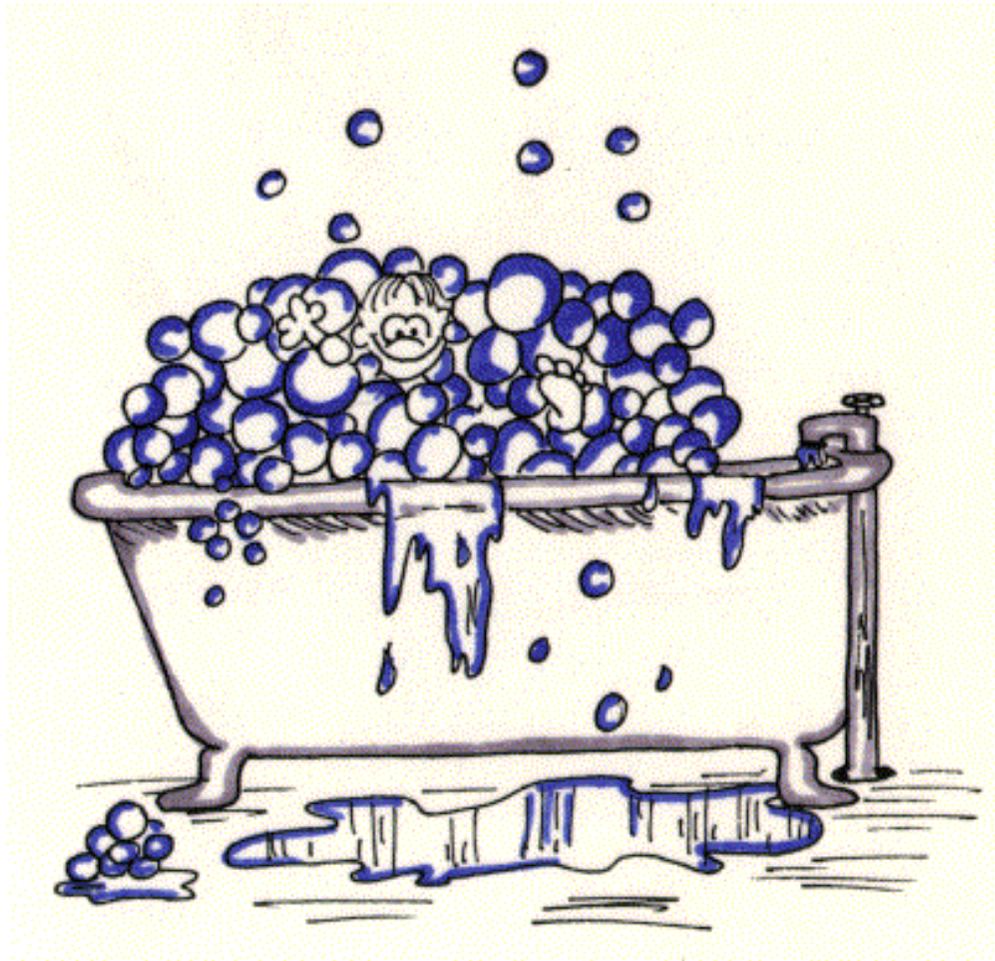
→ Gehirn denkt in Aktionen, nicht in einzelnen Muskeln

Fazit:

Es gilt, diese Muskelschlingen zu trainieren und nicht die Einzelmuskeln, soll das Muskeltraining Erfolg haben.

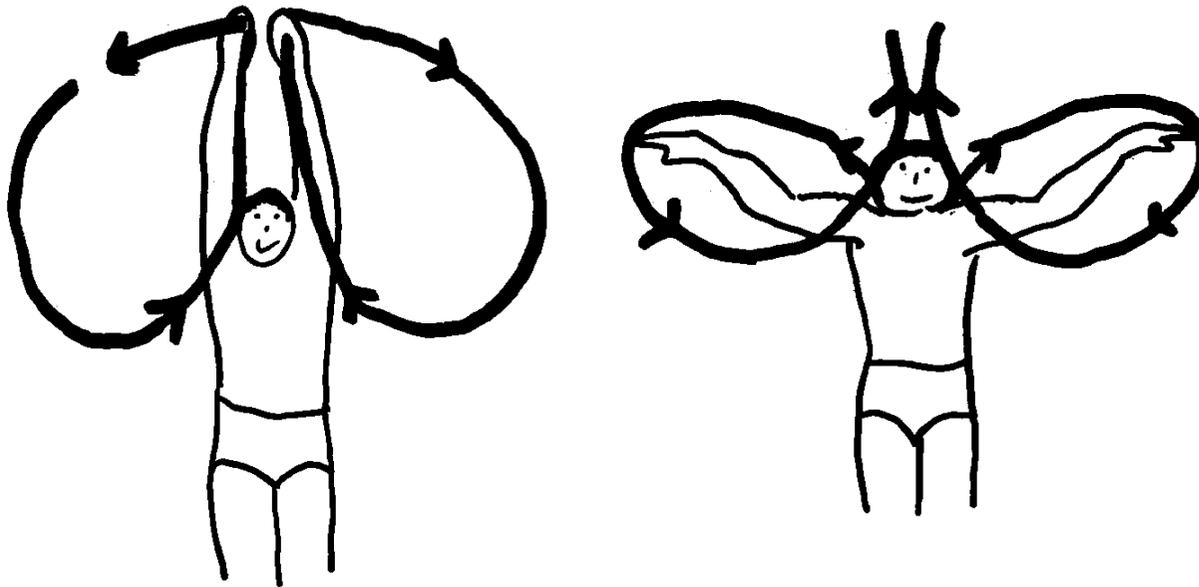


Biomechanik des Schwimmens (2)



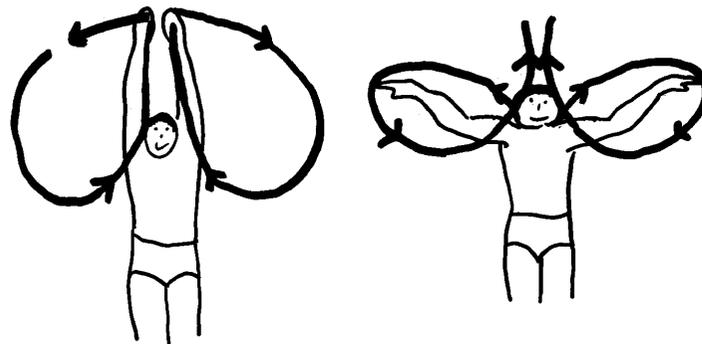
Biomechanik des Schwimmens / Bezugssysteme

Die Bewegungsstruktur der Schwimmtechniken lässt sich mit Hilfe von **Lichtspuraufnahmen** feststellen:



Biomechanik des Schwimmens / Bezugssysteme

Projizierte Raumbahnen der Schwimmbewegungen bei der Projektion der Zug-Druck-Phase (Brust)

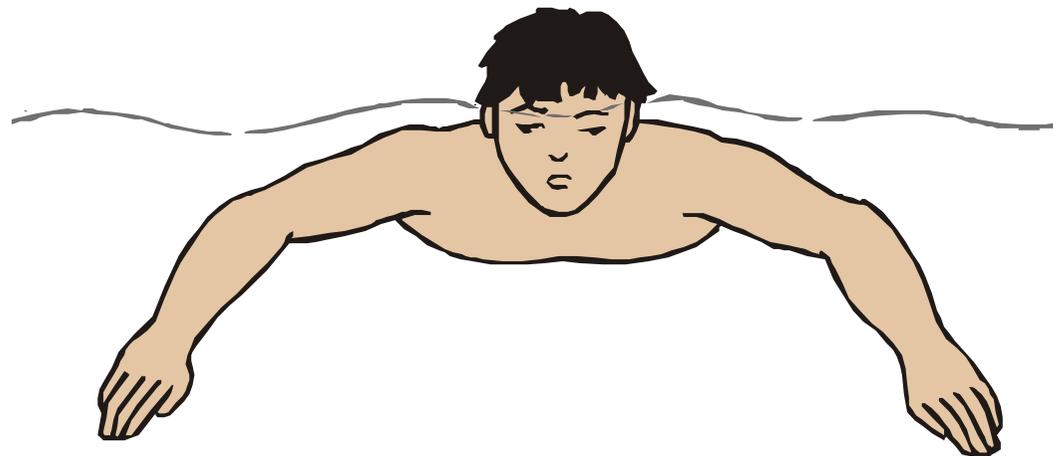


links bei mitbewegtem (relativem) und
rechts bei ortsfestem (absolutem) Bezugssystem



Biomechanik des Schwimmens / Bezugssysteme

Anhand solcher Bilder wird das Bewegungsmuster, beispielsweise der Hände während des Armzuges abgebildet.



Biomechanik des Schwimmens / Bezugssysteme

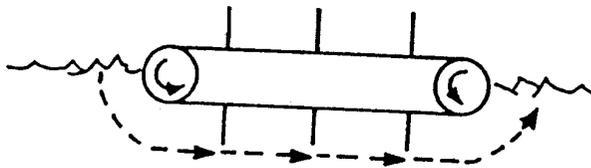
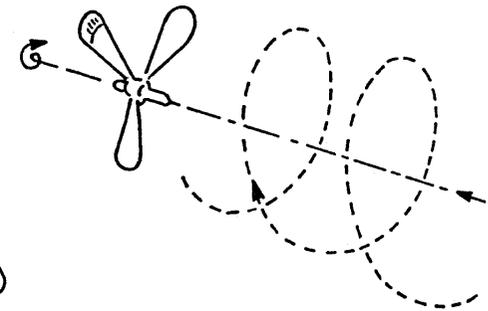
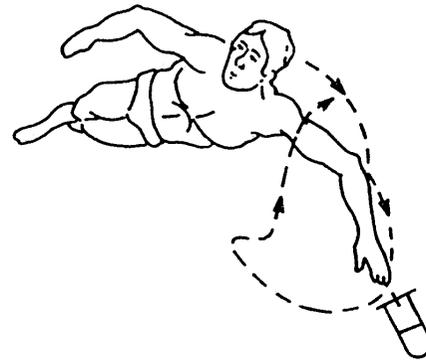
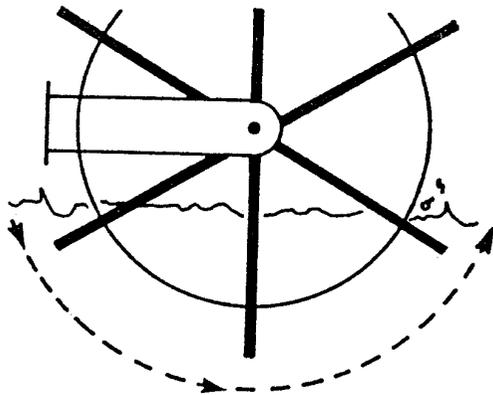
Hieraus können dann

- individuelle Analyse der Schwimmtechnik des Schwimmers
- Bewegungsanalysen die jeweilige Schwimmtechnik betreffend
- wissenschaftliche Beweise für aufgestellte theoretische Überlegungen gewonnen werden.



Biomechanik des Schwimmens

Der Raddampfer - oder das Experiment:



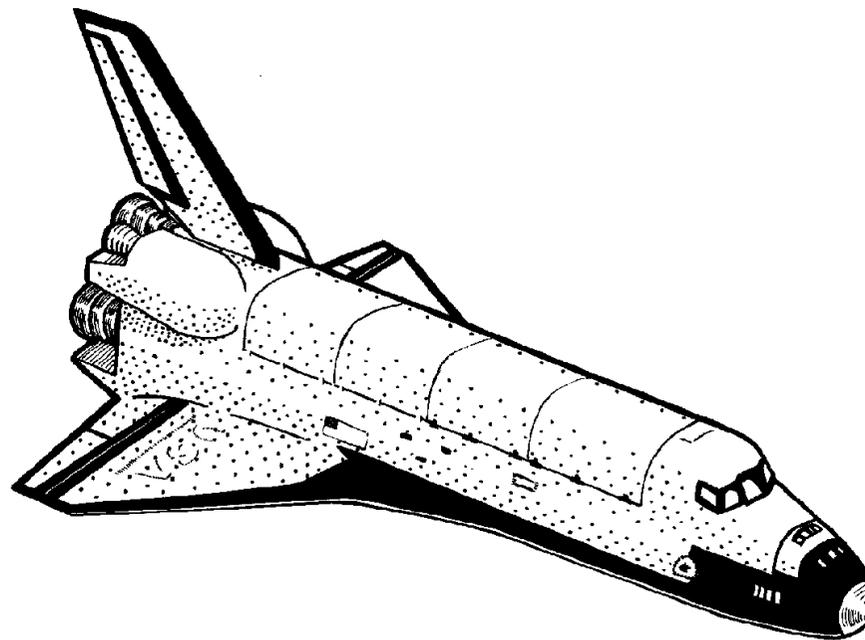
Biomechanik des Schwimmens

Was lernen wir hieraus für **alle** Schwimmtechniken?

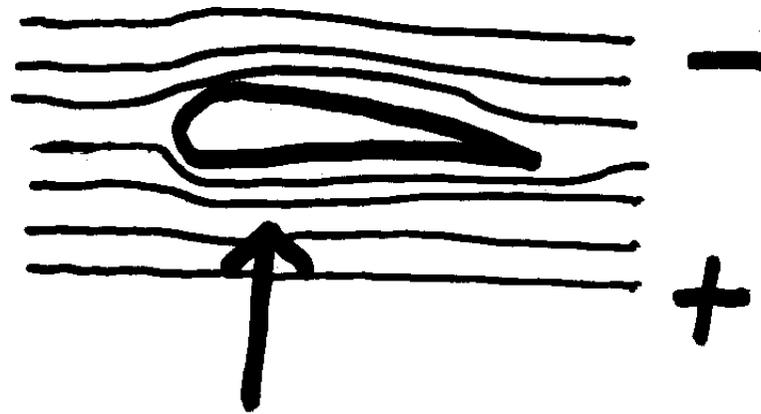


Biomechanik des Schwimmens

... und noch eine Frage: Warum fliegt ein Flugzeug?



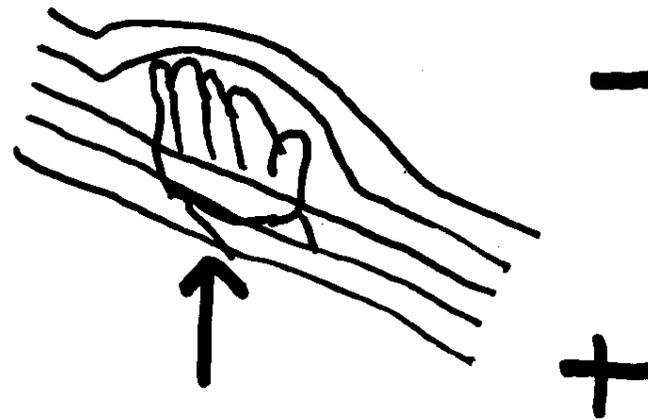
Bewegungsmuster der Arme und Hände



Die Luft fließt an der Oberfläche der Tragfläche schneller, dadurch verringert sich der Druck. Dieser ungleiche Druck bewirkt eine Aufwärtskraft: **das Flugzeug fliegt.**



Bewegungsmuster der Arme und Hände



Der Druckunterschied zwischen Handfläche und Handrücken wird durch den Anstellwinkel der Hand zu ihrer Bewegungsrichtung bestimmt.



Bewegungsmuster der Arme und Hände

Diesem Phänomen liegt als physikalische Gesetzmäßigkeit das **Prinzip von Bernoulli** zugrunde.

Bewegungsmuster der Arme und Hände

Was passiert, wenn der Schwimmer einen falschen Anstellwinkel hat?

Er wird langsamer, da die Liftwirkung nachläßt.

Fazit:

1. Der Schwimmer muss seine Handstellung während des Zuges ständig neu ausbalancieren.

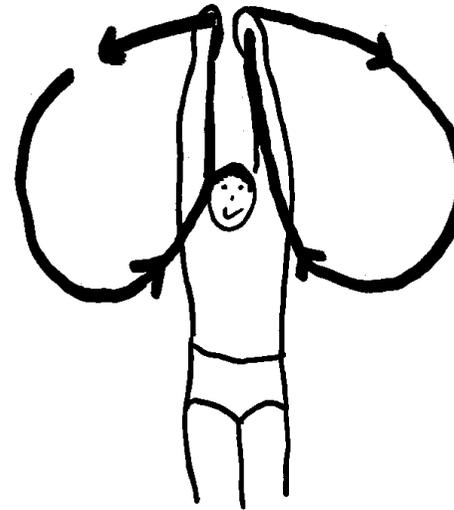


Bewegungsmuster der Arme und Hände

2. Armbewegungen verlaufen nicht geradlinig



Kraul-Armzugmuster



Brustschwimm-Armzugmuster



Bewegungsmuster der Arme und Hände

Der Ellbogen wird

gestreckt - gebeugt - gestreckt



hohe Ellbogenstellung

Merke:

Alle Schwimmtechniken haben **gemeinsame**
Komponenten!



Bewegungsmuster der Arme und Hände

3.

Abdruck von ruhendem Wasser:

Der Schwimmer setzt seine Hände als

Schiffsschraube ein. Er drückt sich stets von ruhigem Wasser ab.

Wirkungsvoller Antrieb wird nur dadurch erhalten, indem eine große Menge Wasser ohne starke Beschleunigung über eine kurze Strecke bewegt wird.



Biomechanik des Schwimmens



Ein guter Schwimmer schöpft alle physikalischen Gesetzmäßigkeiten vollständig aus. Dabei hilft ihm die Biomechanik.



Das Technikkonzept

Fragestellungen:

- Warum sieht die derzeit gültige Kraulschwimmtechnik genau so aus?
- Welche Ansatzpunkte habe ich zur Korrektur von Technikfehlern?

Antworten leiten sich aus der schwimmspezifischen, biomechanischen Forschung ab.



Das Technikkonzept

Bei der Formulierung eines Technikkonzeptes sind folgende vier hydrodynamische Parameter zu berücksichtigen:

- die Raumbahn
- die Anströmgeschwindigkeit
- der Anstellwinkel
- die Wasserkraft



Das Technikkonzept

Schwimmtechnikrelevante Rahmenbedingungen:

- Halte- und Stellreflexe
- Beweglichkeit im Schultergelenk
- Innenrotation der Oberarme
- lockere Fußgelenke

Das Technikkonzept

Das momentane gültige Technikkonzept resultiert aus:

- Beobachtungen
- Diskussionen
- biomechanische Untersuchungen und
- theoriebegleiteten Interpretationen

→ Liefert Argumente für ökonomisches und schnelles Schwimmen.



Das Technikkonzept

Beim Techniktraining müssen Trainer und Ausbilder

- anweisen
- beobachten
- beurteilen
- korrigieren
- variieren
- wieder beobachten.



Das Technikkonzept

Dafür müssen Ausbilder u. a. folgende Voraussetzungen erfüllen:

- bewegungstechnische Kenntnisse haben
(Technikmerkmale und Fehler erkennen können)
- die Lernvoraussetzungen wie Kraft und Gelenkigkeit kennen



Das Technikkonzept

- um die Zusammenhänge zwischen Technikmerkmalen, Fähigkeiten und dem Bewegungsziel wissen
- bewegungsanalytische Fähigkeiten besitzen
- Kenntnis von alters- und stufenspezifischen Bedingungen haben sowie diese beherrschen



Sportliche Technik

Unter Technik im Sport versteht man

a.)

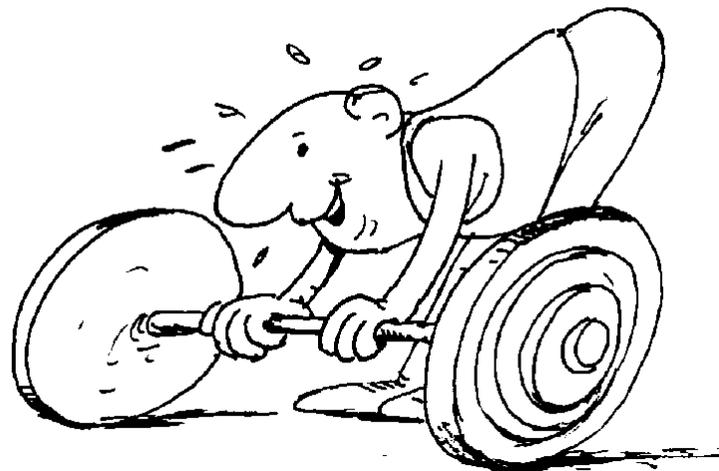
das Idealmodell einer Bewegung, bezogen auf die jeweilige Sportdisziplin und weiterhin



Sportliche Technik

b.)

die Realisation der angestrebten Idealbewegung, also die Lösungsverfahren zur Ausführung der optimalen Bewegungshandlung durch den Sportler.



Sportliche Technik

Eine sportliche Technik ist das **Idealbild** eines Bewegungsablaufes.

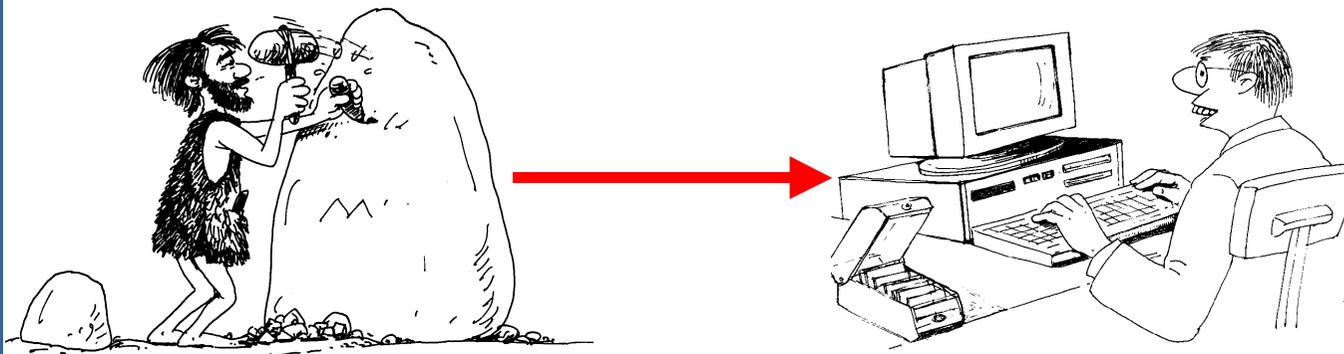
Der Sportler versucht dieses anzustreben.

Er wird dabei nur **persönliche Technik** erreichen

Sportliche Technik

Die sportliche Technik ist Ausdruck eines zu einem bestimmten Zeitpunkt gegebenen Erfahrungs- und Wissensstand. Sie ist nicht zeitlos gültig.

siehe auch:



Sportliche Bewegung

Sportliche Bewegung kann man als Betrachter von außen sehen. Sie erscheinen in verschiedenen Formen:

- **einfachen** Formen wie eine Schlagbewegung
- **komplexe** Formen wie Fangen und Werfen
- **azyklischen** Formen wie ein Sprung
- **zyklischen** Formen wie Schwimmen



Sportliche Bewegung

1.

Alle Bewegungen haben bestimmte vorgegebene **Ziel- und Aufgabenstellungen** (im Sport gibt es keine ziellose Bewegungen).

2.

Erfahren die entsprechend der Zielstellung an der Bewegung beteiligten Objekte stets eine **raum-zeitliche Veränderung**.



Sportliche Bewegung

Definitionen:

- Die sportliche Bewegung ist eine Orts- und Positionsänderung des menschlichen Körpers (oder von Körperteilen).
- Die sportliche Bewegung aus handlungstheoretischer Sicht ist ein **zielgerichteter Prozeß**.



Strukturierung von Bewegungen

Ein Bewegungsablauf kann in Phasen (=Teilprozesse) aufgegliedert werden (Phasengliederung).

Die Strukturierung einer Bewegung kann anhand verschiedener Parameter vorgenommen werden:

- nach zeitlichen Ablaufphasen
- nach Funktionsphasen und
- nach Sequenzen.



Strukturierung von Bewegungen

Die Grundstruktur einer sportlichen Bewegung wird als **dreiphasig** angesehen.

Die Dreiphasigkeit gilt nur für Bewegungen, die azyklisch sind wie ein Sprung.

Vorbereitungsphase – Hauptphase – Endphase



Strukturierung von Bewegungen

Die Grundstruktur **zyklischer** Bewegungen ist **zweiphasig**.

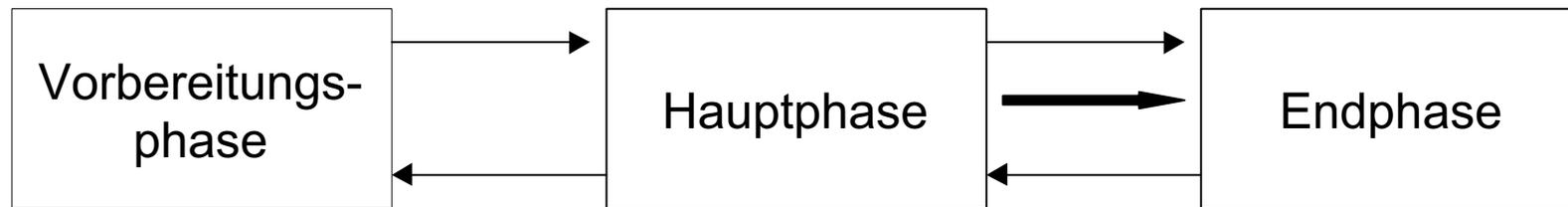
Endphase und Vorbereitungsphase fallen hier zusammen, z.B. Schwimmen oder Laufen.

Hauptphase – Zwischenphase



Strukturierung von Bewegungen

Die einzelnen Phasen stehen in verschiedenen allgemeinen Beziehungen zueinander:



→ Ergebnisbeziehung

→ Kausalbeziehung

← Zweckbeziehung

Strukturierung von Bewegungen

Die sportliche Bewegung kann durch ein **Regelkreismodell** dargestellt werden.

Es können dabei drei Phasen unterschieden werden:

- Wahrnehmung
- Programmierung und
- Steuerung und Regelung (sichtbare Bewegung)



Bewegungslernen (1)

Zu Beginn des Lernprozesses erfolgt die Herausbildung eines **Sollwertes** = Bewegungsziel.

Verarbeitet im Sportler entsteht hieraus eine **Bewegungsvorstellung** (aus einem Teil Fremdinformationen und einem Teil Eigeninformation).



Bewegungslernen (2)

Auf dieser Grundlage entsteht im Sportler ein **Bewegungsentwurf**, wobei die im Bewegungsgedächtnis (motorisches Gedächtnis) gespeicherte Bewegungserfahrungen mit einfließen.

Bewegungslernen (3)

Während des Bewegungsablaufs wirken **Störgrößen** aus der Umwelt.

Um ein Bewegungsziel zu erreichen sind Rückmeldungen während des Bewegungsablaufes erforderlich.

Rückinformationen sind die Basis für die Regulation der Bewegung.



Biomechanisch-anthropometrische Betrachtungen (1)

Arbeitsgebiete:

- Körperbaumerkmale vermessen und diese dann mit dem körperbaulichen Anforderungsprofil der betriebenen Sportart vergleichen



Biomechanisch-anthropometrische Betrachtungen (2)

- Die Optimierung von Beschleunigungsweglängen.
Es werden Informationen über die Länge der an der Bewegung beteiligten Gliedmaßen benötigt.
- Abschätzung von Belastungen in Bändern, Sehnen und Gelenken bei definierten Bewegungen.

